# DOCUMENTO Nº3

—

# PLIEGO DE PRESCIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

# ÍNDICE

1. CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES

1.1. Objeto del Pliego

1.2. Descripción de las obras

1.3. Orden de prelación de documentos

1.4. Relaciones con terceros

1.5. Repercusiones sobre la red viaria

1.6. Servicios afectados

1.7. Vertederos

1.8. Carteles y anuncios

1.8.1 Inscripciones en las Obras

2. CAPÍTULO II - ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

2.1. Origen de los materiales

2.1.1. Materiales suministrados por el contratista

2.1.2. Materiales suministrados por el Promotor

2.1.3. Yacimientos y canteras

2.1.4. Materiales procedentes de otras obras

2.1.5. Otros materiales reciclados

2.2. Calidad de los materiales

2.2.1. Condiciones generales

2.2.2. Normas oficiales

2.2.3. Examen y prueba de los materiales

2.3. Materiales a emplear en rellenos, terraplenes y zanjas

2.3.1. Características generales

2.3.2. Origen de los materiales

2.3.3. Clasificación de los materiales

Suelos seleccionados

Suelos adecuados

Suelos tolerables

Suelos marginales

Suelos inadecuados

2.3.4. Empleo de los materiales por zonas de relleno en terraplén

Suelos para empleo en coronación

Suelos para empleo en núcleo

Suelos para empleo en espaldón

Suelos para empleo en cimiento

2.3.5. Tierra vegetal

2.3.6. Materiales a emplear en rellenos de zanjas

Material procedente de la excavación

Material seleccionado procedente de la excavación

Material de préstamo o cantera

2.3.7. Material filtrante

2.3.8. Control de calidad

2.3.9. Materiales reciclados

Áridos reciclados de residuos de construcción y demolición (RCD):

Árido siderúrgico de horno eléctrico:

Otros materiales reciclados

2.4. Material granular para apoyo y recubrimiento de tuberías enterradas

2.4.1. Definición

2.4.2. Características

2.4.3. Control de calidad

2.5. Materiales para sistemas de sostenimiento

2.5.1. Definición

2.5.2. Entibaciones

Definición y características

Control de Calidad

2.6. Hormigones y sus componentes

2.6.1. Definición

2.6.2. Áridos para hormigones

Generalidades

Designación y tamaños de los áridos

Suministro y almacenamiento de los áridos

Control de Calidad

2.6.3. Cementos

Definición

Condiciones Generales

Clasificación y Características

Recepción y almacenamiento

Control de calidad

### 2.6.4. Agua

Definición

Equipos

Criterios de aceptación y rechazo

Recepción

### 2.6.5. Aditivos para morteros y hormigones

Definición

Aditivos

Materiales

Equipos

Ejecución

Condiciones de suministro

Control de calidad

### 2.6.6. Adiciones a emplear en hormigones

Definición

Materiales

Condiciones del suministro

### 2.6.7. Hormigones

Definición y generalidades

Composición y tipología de hormigones

Hormigones reciclados

Hormigón ligero

Características

Dosificación del hormigón

Resistencia del hormigón frente al ataque por sulfatos

Fabricación y transporte a obra del hormigón.

Puesta en obra del hormigón

Juntas de hormigonado

Hormigonado en condiciones especiales

Curado del hormigón

Acabado de superficies

Control de calidad

## 2.7. Morteros y lechadas

### 2.7.1. Definición

Mortero

Mortero hidráulico

Lechada de cemento

### 2.7.2. Componentes del mortero

Cementos

Cales

Arenas

Aguas

### 2.7.3. Otros componentes del mortero

Aditivos

Adiciones

Clasificación y definiciones

### 2.7.4. Propiedades de los morteros

Mortero fresco

Mortero endurecido

### 2.7.5. Clases de morteros

### 2.7.6. Ensayos sobre mortero

Determinación de la consistencia

Determinación de la densidad aparente

Determinación del contenido de aire

Determinación del tiempo de fraguado

Determinación de las resistencias a flexión y compresión

Determinación de la adherencia

Determinación del coeficiente de agua por absorción capilar

Resistencia a la abrasión

#### 2.7.7. Fabricación de los morteros

#### 2.7.8. Control de calidad

### 2.8. Madera

#### 2.8.1. Condiciones generales

#### 2.8.2. Madera para entibaciones y medios auxiliares

Ámbito de aplicación

Condiciones generales

#### 2.8.3. Madera para encofrados y cimbras

Ámbito de aplicación.

Condiciones generales.

#### 2.8.4. Características.

Características físicas.

Características mecánicas.

#### 2.8.5. Recepción.

#### 2.8.6. Control de calidad

### 2.9. Encofrados, apeos y cimbras

#### 2.9.1. Encofrados

Definición

Tipos de encofrado y características

Control de calidad

#### 2.9.2. Apeos y cimbras

Características y condiciones generales

Cimbra autoportante

Elementos de arriostramiento

Control de calidad

## 2.10. Acero y materiales metálicos

### 2.10.1. Acero en armaduras

Barras corrugadas para hormigón estructural

Mallas electrosoldadas

Armaduras básicas electrosoldadas en celosía

### 2.10.2. Aceros laminados en estructuras metálicas

### 2.10.3. Acero para embebidos

Características

Control de Calidad

### 2.10.4. Acero forjado

Clasificación y características

Control de Calidad

### 2.10.5. Acero inoxidable

Características

Control de Calidad

### 2.10.6. Acero moldeado

Características

Control de Calidad

### 2.10.7. Elementos de unión de las estructuras metálicas

Características

Control de Calidad

### 2.10.8. Acero en entramados metálicos

Características

Control de Calidad

2.10.9. Alambre para atar

Características

Control de Calidad

2.10.10. Electrodos para soldar

Condiciones generales

Forma y dimensiones

Características del material de aportación

Control de Calidad

2.10.11. Fundición dúctil

Definición

Características

Control de Calidad

2.11. Elementos metálicos auxiliares

2.11.1. Cerramientos

2.11.2. Pates

2.12. Elementos de fundición

2.12.1. Definición y características

2.12.2. Marcos y tapas de registro

2.12.3. Control de calidad

2.13. Materiales para firmes y pavimentos flexibles

2.13.1. Materiales granulares para sub-bases

Definición

Procedencia y características de los materiales

Control de Calidad

#### 2.13.2. Materiales para bases de macadam

**Definición**

**Materiales**

**Control de Calidad**

#### 2.13.3. Materiales para simples o dobles tratamientos superficiales

**Ligante bituminoso**

**Áridos**

**Control de Calidad**

#### 2.13.4. Materiales para riegos de imprimación

**Ligante bituminoso**

**Áridos**

**Control de Calidad**

#### 2.13.5. Materiales para mezclas bituminosas en caliente

**Ligantes bituminosos**

**Control de Calidad**

### 2.14. Tuberias de PVC-U

#### 2.14.1. Definición y Características generales materiales

#### 2.14.2. Clasificación y Resistencia

#### 2.14.3. Geometría

**Tuberías de PVC sin presión UNE 1.401**

**Tuberías de PVC con presión UNE 1.452**

#### 2.14.4. Control de calidad

### 2.15. Tuberías de polietileno

#### 2.15.1. Características Generales. Materiales

#### 2.15.2. Clasificación. Resistencia

#### 2.15.3. Geometría

2.15.4. Control de calidad

2.16. Reposición de infraestructuras

2.16.1. Tuberías de agua

2.16.2. Tubería de saneamiento de agua pluvial

2.16.3. Tubería para canalización de alumbrado y semáforos

2.16.4. Tubería para canalización telefónica y telégrafos

2.16.5. Tubería para canalización eléctrica

2.16.6. Arquetas

2.16.7. Tapas y marcos de fundición em servicios afectados

2.17. Control general de calidad

3. CAPÍTULO III - EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS UNIDADES DE OBRA

3.1. Condiciones generales

3.1.1. Introducción

Inspección del emplazamiento

Ocupación de Terrenos y su Vigilancia.

Fuentes de Energía

Uso Temporal de Bienes de la Propiedad

Reclamaciones de terceros.

3.1.2. Inicio de las obras

Comprobación del Replanteo

Modificaciones al Proyecto como Consecuencia del Replanteo.

Orden del Inicio de la Obra y de cada uno de los Tajos.

Plazo de Ejecución.

Programa de Trabajos.

Variaciones en el Plazo de Ejecución, Consecuencia de Modificaciones al Proyecto.

Examen de las Propiedades Afectadas por las Obras.

Localización de servicios, estructuras e instalaciones.

### 3.1.3. De la ejecución normal de las obras

Medidas de Protección y Seguridad.

Libre Acceso a la Obra.

Inspección y Vigilancia.

Oficina de Obra para la Dirección de Obra.

Protección, Vallado y Vigilancia de Obra

Accesos a la Obra

Inscripciones en las Obras

Equipos e Instalaciones Auxiliares de Obra.

Cruces de Carreteras y Ferrocarriles

Obras que Afectan a Cauces de Ríos o Arroyos

Reposición de Servicios, Estructuras e Instalaciones Afectadas

Evitación de Contaminaciones

Utilización de Materiales que Aparezcan durante la Ejecución de la Obra.

Objetos hallados en las Obras.

Conservación durante la Ejecución.

Trabajos Ocultos.

### 3.1.4. Incidencias en la ejecución de las obras

Reparaciones u Obras de Urgente Ejecución.

Modificación del Contrato de Obras

Incumplimiento del Programa de Trabajos.

Suspensión Temporal de las Obras.

Mejoras Propuestas por el Contratista

Variaciones no Autorizadas

Obras Defectuosas

Obras Incompletas

Trabajos Nocturnos y Emergencias

#### 3.1.5. Medición y abono de las obras

Valoración de las obras ejecutadas

Mediciones

Certificaciones

Precios Unitarios

Abono de unidades

Partidas Alzadas

Abonos a Cuenta de Materiales Acopiados, Equipos e Instalaciones

Gastos de Seguridad y Salud

Precios Contradictorios

Revisión de Precios

#### 3.1.6. Terminación de la obra

Notificación de Terminación de Obra

Recepción de las Obras

Proyecto de Obras Ejecutadas

Período de Garantía. Responsabilidad del Contratista

Liquidación de las Obras

### 3.2. Acondicionamiento del terreno

#### 3.2.1. Despeje del terreno

Definición

Ejecución de las obras

Medición y abono

#### 3.2.2. Desbroce del terreno

#### 3.2.3. Tala

Definición

Ejecución de las obras

Medición y abono

3.2.4. Conexión a los Colectores Existentes

3.3. Demoliciones

3.3.1. Demoliciones de obras de fábrica de cualquier tipo

Definición

Ejecución de las obras

Medición y abono

3.3.2. Demolición de firmes de carreteras y caminos

Definición

Ejecución de las obras

Medición y abono

3.4. Excavaciones

3.4.1. Excavación de tierra vegetal

Definición

Ejecución de las Obras

Medición y Abono

3.4.2. Excavación a cielo abierto

Definición

Clasificación

Ejecución de las Obras

Tolerancias

Medición y Abono

3.4.3. Excavación en zanjas y pozos

Definición

Clasificación

Ejecución de las Obras

Tolerancias

Medición y Abono

3.4.4. Acopios temporales de tierras y gestión de sobrantes

Definiciones

Ejecución

Medición y Abono

3.5. Sostenimiento de zanjas y pozos

3.5.1. Definición

3.5.2. Clasificación

3.5.3. Entibaciones

Definición

Clasificación de las entibaciones

Sistemas de entibación

Condiciones generales de las entibaciones

Ejecución

Control de calidad

3.5.4. Sistemas especiales de sostenimiento del terreno

3.5.5. Proyecto de los sistemas de sostenimiento a emplear en zanjas y pozos

3.5.6. Retirada del sostenimiento

Entibaciones

3.5.7. Medición y abono de los sistemas de sostenimiento

3.6. Instalación de tuberías

3.6.1. Aspectos generales y planificación

3.6.2. Transporte, carga y descarga de tuberías

Generalidades

Tuberías de fundición y acero

Tuberías de PVC

Tuberías de Polietileno

### 3.6.3. Almacenamiento

Generalidades

Tuberías de fundición y acero

Tuberías de PVC

Tuberías de Polietileno

### 3.6.4. Recepción en Obra

Generalidades

### 3.6.5. Instalación de Tubería en Zanja. Medición y abono

Procedimiento general de Instalación de tubería en zanja

Definición de Zonas de la Zanja

Montaje de tuberías

Medición y abono de tuberías

### 3.6.6. Pruebas de tuberías instaladas

Generalidades

Descripción de los controles a realizar en función del régimen de funcionamiento de la conducción.

Criterios para la elección del tipo de prueba.

Especificaciones de las pruebas

Control de adecuación al Proyecto

Prueba de Deformación.

Notas Complementarias.

### 3.6.7. Desinfección de tuberías

## 3.7. Rellenos y terraplenes

### 3.7.1. Rellenos

Rellenos compactados en zanja para la cubrición y/o protección de tuberías

Rellenos compactados en trasdós de obra de fábrica

Control de calidad

Medición y abono

### 3.7.2. Terraplenes

Definición

Ejecución de las obras

Limitaciones de la ejecución

Control de calidad

Medición y abono

## 3.8. Encofrados

### 3.8.1. Definición

### 3.8.2. Tipos de encofrado

Oculto

Visto madera

Visto panel

Curvo

### 3.8.3. Ejecución de Obra

### 3.8.4. Desencofrado y Descimbramiento

### 3.8.5. Medición y Abono

## 3.9. Obras de hormigón realizadas in situ

### 3.9.1. Obras de hormigón en masa o armado

Definiciones

Normativa

Materiales

Ejecución

### 3.9.2. Ejecución de las obras de hormigón

Definiciones

Normativa

Planos de Construcción

Estudio de Ejecución y Programa de Trabajos

Ejecución

Tolerancias de Ejecución

Control de Calidad

### 3.9.3. Preparación del cimiento. Hormigón de limpieza

Definiciones

Preparación de la Superficie de Apoyo

Hormigón de Limpieza.

Dispositivos de Drenaje

Control de Calidad

### 3.9.4. Hormigón en apoyo de tubería

### 3.9.5. Hormigón en masa o armado en soleras

### 3.9.6. Hormigón armado en estructuras

Muros de Contención

Vigas, Pilares, Zapatas y Placas

Tolerancias

### 3.9.7. Hormigón armado para revestimiento de obras subterráneas

Definición

Ejecución de las Obras

3.8.1.1. Tolerancias en el Hormigonado

### 3.9.8. Hormigón en masa para relleno de desprendimientos en obras subterráneas

### 3.9.9. Transporte y colocación del hormigón

Definiciones

Clasificación

Transporte

Colocación del Hormigón

Control de Calidad.

### 3.9.10. Recubrimiento del hormigón

### 3.9.11. Hormigonado en condiciones climáticas desfavorables

Definición

Clasificación

Hormigonado en Tiempo Frío

Hormigonado en Tiempo Caluroso

Hormigonado en Tiempo Lluvioso.

Control de Calidad

### 3.9.12. Curado del hormigón

Definición

Clasificación

Ejecución

Control de calidad

### 3.9.13. Control de calidad de las obras de hormigón

Definiciones

Control de la Recepción

### 3.9.14. Control de los materiales en obras de hormigón

Definición

Control de los Componentes del Hormigón

Control del Hormigón

Regularidad del Hormigón

### 3.9.15. Control de la ejecución de las obras de hormigón

Definición

Pautas del Control de Producción

Control de los Replanteos

Control de las Operaciones Previas al Hormigonado

Control de Hormigonado

Control Térmico del Hormigón

Control Geométrico

#### 3.9.16. Acabados superficiales de las obras de hormigón

Superficies Encofradas

Superficies No Encofradas

Tratamientos Superficiales del Hormigón

#### 3.9.17. Medición y abono

### 3.10. Aceros y fundición

#### 3.10.1. Armaduras a emplear en obras de hormigón

Barras aisladas

Mallas electrosoldadas

#### 3.10.2. Estructura de acero

Definición

Materiales, Forma y Dimensiones

Condiciones generales de Fabricación

Transporte

Condiciones Generales de Ejecución

Montaje

Tolerancias

Protección contra la corrosión

Ignifugado

Criterio de marcado de piezas

Control de calidad

Medición y Abono

#### 3.10.3. Anclajes, marcos y elementos metálicos embebidos en obras de fábrica

Definición

Ejecución

Medición y Abono

#### 3.10.4. Acero en entramados metálicos antideslizantes

Definición

Ejecución

Medición y Abono

#### 3.10.5. Chapas estriadas antideslizantes

Definición

Ejecución

Medición y abono

#### 3.10.6. Elementos de acero inoxidable

Definición

Ejecución

Control de calidad

Medición y abono

#### 3.10.7. Fundición

Tapas de registro y rejillas

Pates

Medición y abono

### 3.11. Pavimentaciones

#### 3.11.1. Consideraciones generales

#### 3.11.2. Capas granulares

Sub-bases granulares

Bases granulares

Base de macadam

#### 3.11.3. Riegos asfalticos

Riegos de imprimación

Riego de adherencia

#### 3.11.4. Tratamientos superficiales

Definición

Ejecución de las obras

Control de calidad

Medición y Abono

#### 3.11.5. Mezclas bituminosas

Mezclas bituminosas en frío

Mezclas bituminosas en caliente

#### 3.11.6. Pavimentos de hormigón

Definición

Ejecución de las obras

Control de calidad

Medición y Abono

#### 3.11.7. Cunetas

Definición

Ejecución de las obras

Control de calidad

Medición y Abono

### 3.12. Protección e integración ambiental

#### 3.12.1. Medidas de protección-prevención

Jalonado temporal de protección

Riego antipolvo

Gestión de residuos

Punto limpio

Barrera de retención de sedimentos

Balsa de decantación

Balsa de limpieza de hormigoneras

Lavarruedas

Sistema de tratamiento de aguas de obra (STAO)

#### 3.12.2. Actuaciones encaminadas a la integración ambiental

Revegetación

Restauración de taludes

Restauración de riberas

### 3.13. Cierres y vallas

#### 3.13.1. Retirada y reposición de cierres de fincas

#### 3.13.2. Colocación de verjas o cierres

#### 3.13.3. Colocación de puertas

#### 3.13.4. Medición y abono

Retirada y reposición de cierres

Verjas y cierres

Puertas

### 3.14. Cantería

#### 3.14.1. Mampostería careada

Definición

Materiales

Ejecución de las obras

Medición y Abono

#### 3.14.2. Aplacados y chapados de piedra

Definición

Materiales

Ejecución de las obras

Medición y Abono

3.14.3. Sillería

Definición

Materiales

Ejecución de las obras

Medición y Abono

3.15. Servicios afectados

3.15.1. Consideraciones Generales

3.15.2. Normas de ejecución

3.15.3. Reposición de infraestructuras afectadas

3.15.4. Medición y abono

3.16. Control del ruido y vibraciones

3.16.1. Generalidades

3.16.2. Ruidos

3.17. Partidas alzadas

3.18. Unidades de obra no especificadas en el presente pliego

4. CAPÍTULO IV - OTRAS DISPOSICIONES

4.1. Legislación

4.2. Orden de ejecución de las obras

4.3. Personal técnico del contratista

4.4. Vigilancia de las obras

4.5. Garantía de calidad

4.6. Responsabilidad y seguros

4.7. Protección medioambiental

4.8. Seguridad y salud

# PLIEGO DE PRESCIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

## 1. CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES

### 1.1. Objeto del Pliego

El objeto del presente Pliego es definir aquellas Prescripciones Técnicas Particulares que regirán en la ejecución de las obras del "Proyecto de Saneamiento en el Barrio de Barainka, Incorporación I-08, T.M. de Ispaster".

En todo aquello que no sea explícitamente modificado por el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, será de aplicación el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales del Proyecto, en lo sucesivo P.P.T.G.

En caso de contradicción en los Documentos de este Proyecto, prevalecerá lo expresado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y subordinado a éste, lo expresado en los Planos, quedando siempre a juicio del Director de Obra la correcta interpretación de estos Documentos.

### 1.2. Descripción de las obras

El objeto de este "Proyecto de Saneamiento en el Barrio de Barainka, Incorporación I-08, T.M. de Ispaster" es el diseño de una incorporación de aguas fecales para la vivienda nº8 del Barrio de Barainka, en Ispaster.

Tomando como base el Inventario realizado en el proyecto previo, se ha revisado, analizado y valorado la ejecución de la nueva incorporación.

### 1.3. Orden de prelación de documentos

Lo escrito en el presente Documento, tiene prevalencia sobre cualquier otro Documento del Proyecto (Memoria, Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas Generales y Presupuesto), así como sobre cualquier otra Normativa de aplicación por referencia. Las Prescripciones del presente Pliego, deberán cumplirse aun cuando de las mismas se deriven obras o actividades no previstas en el resto de los documentos.

### 1.4. Relaciones con terceros

Dado el carácter urbano de la obra, el Contratista extremará las precauciones en orden a prever cualquier afección a terceros, ya sean estos particulares, Servicios Municipales o de Compañías Suministradoras que no hayan sido consideradas en el Proyecto. El Contratista es responsable único global de las posibles afecciones, no restringidas a la obra en sí, sino también de las consecuencias derivadas de la misma, que puedan producirse por actuaciones o procedimientos constructivos diferentes a los considerados en el Proyecto.

Con independencia de las gestiones que el Consorcio, como tal o la Dirección de Obra estimen oportuno realizar, el Contratista se responsabilizará de la obtención de cuantos permisos y licencias sean

necesarios para una correcta ejecución de las obras en el plazo previsto. A este respecto, asumirá cuantas condiciones y prescripciones le sean impuestas por cada afectado en uso de sus derechos.

### 1.5. Repercusiones sobre la red viaria

Conjuntamente con el Plan de Obra, el Contratista presentará el Plan de Acceso a los Tajos desde la red viaria urbana, para su aprobación por la Dirección de Obra y gestión ante el Ayuntamiento correspondiente.

Se entiende que cualquier desperfecto sufrido por la red como consecuencia del paso o circulación de maquinaria fuera de los recintos de obra previstos, será reparado por el Contratista, sin derecho a ningún tipo de abono. En particular la limpieza y mantenimiento de las calles en el entorno de los recintos de obras, se entiende incluida en los costos generales sin dar derecho a abono separado.

### 1.6. Servicios afectados

Los servicios que desviar o aquellos que puedan afectar a la realización de las obras, se incluyen en el Proyecto a título orientativo, correspondiendo al Contratista la detección y conservación durante las obras de los mismos, y siendo en todo caso responsable de los desperfectos y consecuencias que sobre los mismos pudieran causarse. No será de abono ninguna paralización ni merma de rendimiento en la ejecución de los trabajos que pudiera producirse por la no detección, correcto mantenimiento o necesidad de reposición de cualquier tipo de Servicio, incluyéndose bajo este concepto el de la propia red viaria. En los dos últimos supuestos se abonarán las unidades de obra que sea preciso realizar a tal efecto, y que están incluidas en los presupuestos parciales correspondientes a los desvíos de los servicios afectados.

No obstante, debe considerarse que, tanto la Compañía Telefónica, como Iberdrola o el propio Ayuntamiento con los Servicios Municipales, podrán retirar y reponer sus líneas y conducciones, bien por sí mismos o a través de terceros. En este caso, el abono de estos trabajos realizados por terceros se realizará por incorporación a las Certificaciones de obra realizada, del importe de ejecución de dichos trabajos, incrementado en un 32%, comprendiendo este coeficiente todos los conceptos incluido el I.V.A., sin aplicación en este caso de revisión de precios, ni del coeficiente de adjudicación.

Bajo ningún supuesto podrá el Contratista efectuar reclamación alguna basado en inconvenientes, retrasos o cambios motivados por la necesidad de adecuar su ritmo de obra al de retirada y reposición de estos servicios.

### 1.7. Vertederos

Es responsabilidad del Contratista, la localización de los vertederos necesarios para el depósito de los sobrantes de excavación. No será objeto de reclamación la posible inexistencia de vertederos en el entorno de la obra.

## 1.8. Carteles y anuncios

### 1.8.1 Inscripciones en las Obras

Podrán ponerse en las obras las inscripciones que acrediten su ejecución por el Contratista. A tales efectos, éste cumplirá las instrucciones que tenga establecidas el Consorcio y en su defecto las que dé el Director de Obra.

El Contratista no podrá poner, ni en la obra ni en los terrenos ocupados o expropiados por el Consorcio para la ejecución de estas, inscripción alguna que tenga carácter de publicidad comercial.

Por otra parte, el Contratista estará obligado a colocar carteles informativos de la obra a realizar, en los lugares indicados por la Dirección de Obra, de acuerdo con las siguientes características:

TIPO I

- Nº de carteles:2 unidades
- Dimensiones:3.200 x 2.450 mm.
- Material: Perfiles extrusionados de aluminio modulable esmaltados, y rotulados en Euskera y Castellano.
- Soportes: IPN-140 de 13,50 ml. de longitud, placas base y anclajes galvanizados.

TIPO II

- Nº de carteles: 2 unidades
- Dimensiones: 2.000 x 1.500 mm.
- Material: Chapa de acero laminado en frio de 1,8 mm. de espesor, esmaltados y rotulados en Euskera y Castellano.
- Soportes: Tubo rectangular galvanizado de 100 x 50 x 3 de 3.00 ml. de longitud. Tornillería de acero inoxidable.

El texto y diseño de los carteles será el que se defina en el Proyecto o en su defecto de acuerdo a las instrucciones del Director de Obra.

El coste de los carteles y accesorios, así como las instalaciones de los mismos, será por cuenta del Contratista.

# 2. CAPÍTULO II - ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

## 2.1. Origen de los materiales

### 2.1.1. Materiales suministrados por el contratista

Los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el Contratista, excepto aquellos que, de manera explícita en este Pliego, se estipule hayan de ser suministrados por el Promotor.

Los materiales procederán directa y exclusivamente de los lugares, fábrica o marcas elegidos por el Contratista y que previamente hayan sido aprobados por la Dirección de Obra.

### 2.1.2. Materiales suministrados por el Promotor

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y los restantes documentos contractuales indicarán la clase y empleo de los materiales de cuyo suministro se encargará directamente el Promotor, así como las condiciones de dicho suministro.

A partir del momento de la entrega de los materiales de cuyo suministro se encarga el Promotor, el único responsable del manejo, conservación y buen empleo de los mismos, será el propio Contratista.

### 2.1.3. Yacimientos y canteras

El Contratista, bajo su única responsabilidad y riesgo, elegirá los lugares apropiados para la extracción de materiales naturales que requiera la ejecución de las obras, y se hará cargo de los gastos por alquiler de préstamos y canteras.

El Director de Obra dispondrá de un mes de plazo para aceptar o rehusar los lugares de extracción propuestos por el Contratista. Este plazo se contará a partir del momento en el que el Contratista por su cuenta y riesgo, realizadas calicatas suficientemente profundas, haya entregado las muestras del material y el resultado de los ensayos a la Dirección de Obra para su aceptación o rechazo.

La aceptación por parte del Director de Obra del lugar de extracción no limita la responsabilidad del Contratista, tanto en lo que se refiere a la calidad de los materiales, como al volumen explotable del yacimiento y a la obtención de las correspondientes licencias y permisos.

El Contratista viene obligado a eliminar, a su costa, los materiales de calidad inferior a la exigida que aparezcan durante los trabajos de explotación de la cantera, gravera o depósitos previamente autorizados por la Dirección de Obra.

Si durante el curso de la explotación, los materiales dejan de cumplir las condiciones de calidad requeridas, o si el volumen o la producción resultara insuficiente por haber aumentado la proporción de material no aprovechable, el Contratista, a su cargo, deberá procurarse otro lugar de extracción, siguiendo las normas dadas en los párrafos anteriores y sin que el cambio de yacimiento natural le dé opción a exigir indemnización alguna.

El Contratista podrá utilizar, en las obras objeto del Contrato, los materiales que obtenga de la excavación, siempre que éstos cumplan las condiciones previstas en este Pliego.

La Propiedad podrá proporcionar a los concursantes o contratistas cualquier dato o estudio previo que conozca con motivo de la redacción del proyecto, pero siempre a título informativo, y sin que ello anule o contradiga lo establecido en este apartado.

#### 2.1.4. Materiales procedentes de otras obras

Cuando, en el trascurso de la obra, se proponga el intercambio de materiales con otras obras (tanto recepción como préstamos), se deberá cumplir lo estipulado en la "Orden APM/1007/2017, de 10 de Octubre" sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquellas en las que se generaron.

#### 2.1.5. Otros materiales reciclados

Será admisible el empleo de áridos reciclados siempre y cuando se cumplan las condiciones establecidas en 2.3.9.

### 2.2. Calidad de los materiales

#### 2.2.1. Condiciones generales

Todos los materiales que se empleen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establecen en el presente Pliego, especialmente en este capítulo II, y ser aprobados por la Dirección de Obra. Cualquier trabajo que se realice con materiales no ensayados, o sin estar aprobados por la Dirección de Obra, será considerado como defectuoso o, incluso, rechazable.

#### 2.2.2. Normas oficiales

Los materiales que queden incorporados a la obra y para los cuales existan normas oficiales establecidas en relación con su empleo en las Obras Públicas, deberán cumplir las que estén vigentes treinta (30) días antes del anuncio de la licitación, salvo las derogaciones que se especifiquen en el presente Pliego, o que se convengan de mutuo acuerdo.

#### 2.2.3. Examen y prueba de los materiales

No se procederá al empleo de materiales sin que antes sean examinados y aceptados en los términos y forma que prescriba el Programa de Control de Calidad aprobado por la Dirección de Obra o persona en quien delegue.

Las pruebas y ensayos no ordenados no se llevarán a cabo sin la notificación previa a la Dirección de Obra.

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

El Contratista tiene la obligación de establecer a pie de obra el almacenaje o ensilado de los materiales, con la suficiente capacidad y disposición conveniente para que pueda asegurarse el control de calidad de los mismos, con el tiempo necesario para que sean conocidos los resultados de los ensayos antes de su empleo en obra, y de tal modo protegidos que se asegure el mantenimiento de sus características y aptitudes para su empleo en obra.

Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en el presente Pliego o en el P.P.T.P., o no tuvieran la preparación en ellos exigida, o bien cuando a falta de prescripciones formales de los Pliegos se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su utilización, la Dirección de Obra dará orden al Contratista para que, a su costa, los reemplace por otros que satisfagan las condiciones o sean idóneos para el uso proyectado.

Los materiales rechazados deberán ser inmediatamente retirados de la obra a cargo del Contratista, o vertidos en los lugares indicados por la Dirección de Obra.

En los casos de empleo de elementos prefabricados o construcciones parcial o totalmente realizadas fuera del ámbito de la obra, el Control de Calidad de los materiales seguirá siendo responsabilidad del contratista, según se especifica, y se realizará en los talleres o lugares de preparación.

## 2.3. Materiales a emplear en rellenos, terraplenes y zanjas

Se engloban en este capítulo los materiales destinados a rellenos, terraplenes y zanjas (a excepción del denominado “Material Granular para Apoyo y Recubrimiento de Tuberías”).

### 2.3.1. Características generales

Los materiales a emplear en rellenos, terraplenes y zanjas serán suelos o materiales locales o de préstamos, constituidos con productos que no contengan materia orgánica descompuesta, estiércol, materiales congelados, raíces, terreno vegetal o cualquier otra materia similar, y cumplirán las condiciones que establece el PG 3, así como lo dispuesto en la ORDEN CIRCULAR 326/00 sobre geotecnia vial en lo referente a materiales para la construcción de explanaciones y drenajes.

### 2.3.2. Origen de los materiales

Los materiales se podrán obtener de las excavaciones realizadas en la obra o de los préstamos que, en caso necesario, se autoricen por la Dirección de Obra.

Se definen como “**material procedente de la excavación**”, aquél que, sin ningún tipo de selección o clasificación, reúne las características necesarias para su empleo en rellenos, terraplenes o zanjas (en aquellas capas especificadas en los Planos y/o Pliego de prescripciones Técnicas Particulares).

En ocasiones, el material ha de someterse a un proceso de selección para que reúna dichas características, pasándose a denominar en ese caso como “**material seleccionado procedente de la excavación**”.

Por otro lado, se define como "**material de préstamo o cantera**", aquél a emplear en rellenos, terraplenes y zanjas, que se obtenga de préstamos o canteras por rechazo o insuficiencia de los materiales procedentes de la excavación.

Son orígenes válidos para los materiales las plantas de reciclado de RCD u otras fuentes autorizadas por el Gobierno Vasco, siempre en cumplimiento de lo prescrito en este pliego.

### 2.3.3. Clasificación de los materiales

Los suelos se clasificarán en los tipos siguientes según sus características intrínsecas, conforme a lo especificado en el PG-3:

Suelos inadecuados, suelos marginales, suelos tolerables, suelos adecuados, suelos seleccionados.

| | | CLASIFICACIÓN DE SUELOS | | |
|---|---|---|---|---|
| **Características** | | **Seleccionados** | **Adecuados** | **Tolerables** |
| Granulometría | Tamaño máx.<br>cernido (peso) | 10 cm<br>< 25% (0,08 UNE) | 10 cm.<br>< 35% (0,08 UNE) | 15 cm<br>< 25% ( > 15 cm) |
| Límites Atterberg | LL<br><br>IP | LL < 30<br><br>IP < 10 | LL<40<br>Si LL > 30,<br>IP>4 | LL < 65<br>y si LL > 40,<br>IP > 0,73 x (LL–20) |
| C B R | Hinchamiento | 0 | < 2% | <3% |
| Mat. Orgánica | | <0,2 % | < 1% | < 2% |

## Suelos seleccionados

Se considerarán como tales aquellos que cumplen las siguientes condiciones:

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

### Suelos adecuados

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

Contenido en materia orgánica inferior al uno por ciento (MO < 1%), según UNE 103204.
Contenido en sales solubles, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento (SS < 0,2%), según NLT 114.
Tamaño máximo no superior a cien milímetros (Dmáx ≤ 100 mm).
Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento (# 2 < 80%).
Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al treinta y cinco por ciento (# 0,080 < 35%).
Límite líquido inferior a cuarenta (LL < 40), según UNE 103103.
Si el límite líquido es superior a treinta (30) el índice de plasticidad será superior a cuatro (IP > 4), según UNE 103103 y UNE 103104.

### Suelos tolerables

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

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

### Suelos marginales

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados, ni adecuados, ni tampoco como suelos tolerables, por el incumplimiento de alguna de las condiciones indicadas para éstos, cumplan las siguientes condiciones:

Contenido en materia orgánica inferior al cinco por ciento (MO < 5%), según UNE 103204.
Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al cinco por ciento (5%), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.
Si el límite líquido es superior a noventa (LL > 90) el índice de plasticidad será inferior al setenta y tres por ciento del valor que resulta de restar veinte al límite líquido (IP < 0,73*(LL-20)).

### Suelos inadecuados

Se considerarán suelos inadecuados:

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

#### 2.3.4. Empleo de los materiales por zonas de relleno en terraplén

En los rellenos tipo terraplén se distinguirán las cuatro zonas siguientes, cuya geometría se definirá en el Proyecto:

Coronación: Es la parte superior del relleno tipo terraplén.
Núcleo: Es la parte del relleno tipo terraplén comprendida entre el cimiento y la coronación.
Espaldón: Es la parte exterior del relleno tipo terraplén que, ocasionalmente, constituirá o formará parte de los taludes del mismo. No se considerarán parte del espaldón los revestimientos sin misión estructural en el relleno, entre los que se consideran: plantaciones, cubierta de tierra vegetal, encachados, protecciones antierosión, etc.
Cimiento: Es la parte inferior del terraplén en contacto con la superficie de apoyo.

Por otro lado, se distinguen también la denominada Tierra Vegetal, el material para zanjas y el material para capas filtrantes.

### Suelos para empleo en coronación

Se utilizarán suelos adecuados o seleccionados, siempre que su capacidad de soporte sea la requerida para el tipo de explanada previsto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y su índice CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, sea como mínimo de cinco (CBR ≥ 5), según UNE 103502.

Se podrán utilizar otros materiales en forma natural o previo tratamiento, siempre que cumplan las condiciones de capacidad de soporte exigidas, y previo estudio justificativo aprobado por el Director de las Obras.

No se usarán en esta zona suelos expansivos o colapsables, según lo indicado en el PG-3.

Cuando bajo la coronación exista material expansivo o colapsable o con contenido de sulfatos solubles según UNE 103201 mayor del dos por ciento (2%), la coronación habrá de evitar la infiltración de agua hacia el resto del relleno tipo de terraplén, bien por el propio tipo de material o bien mediante la utilización de medidas de complementarias.

### Suelos para empleo en núcleo

Se utilizarán suelos tolerables, adecuados o seleccionados, siempre que su índice CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, sea igual o superior a tres (CBR ≥ 3), según UNE 103502.

La utilización de suelos marginales o de suelos con índice CBR menor de tres (CBR < 3) puede venir condicionada por problemas de resistencia, deformabilidad y puesta en obra, por lo que su empleo queda desaconsejado y en todo caso habrá de justificarse mediante un estudio especial, aprobado por el Director de las Obras, conforme a lo indicado en el PG 3.

Asimismo la posible utilización de suelos colapsables, expansivos, con yesos, con otras sales solubles, con materia orgánica o de cualquier otro tipo de material marginal (según clasificación del apartado anterior 2.3.3.4.), se regirá por lo indicado en el PG-3.

### Suelos para empleo en espaldón

Se utilizarán materiales que satisfagan las condiciones que defina el Proyecto en cuanto a impermeabilidad, resistencia, peso estabilizador y protección frente a la erosión.

No se usarán en estas zonas suelos expansivos o colapsables, según lo definido en el PG 3.

Cuando en el núcleo exista material expansivo o colapsable o con contenido en sulfatos solubles según UNE 103201 mayor del dos por ciento (2%), los espaldones evitarán la infiltración de agua hacia el mismo, bien por el propio tipo de material, bien mediante la adopción de medidas complementarias.

### Suelos para empleo en cimiento

En el cimiento se utilizarán suelos tolerables, adecuados o seleccionados siempre que las condiciones de drenaje o estanqueidad lo permitan, que las características del terreno de apoyo sean adecuadas para su puesta en obra y siempre que el índice CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, sea igual o superior a tres (CBR ≥ 3), según UNE 103502.

## 2.3.5. Tierra vegetal

Será de textura ligera o media, con un pH de valor comprendido entre 6,0 y 7,5. La tierra vegetal no contendrá piedras de tamaño superior a 50 mm., ni tendrá un contenido de las mismas superior al 10% del peso total.

En cualquier caso, antes de que el material sea extendido, deberá ser aceptado por la Dirección de Obra.

### 2.3.6. Materiales a emplear en rellenos de zanjas

#### Material procedente de la excavación

##### Definición

Se definen como tales aquellos que, sin ningún tipo de selección o clasificación, reúnen las características necesarias para el relleno de zanjas, en aquellas capas especificadas en los Planos y/o Pliego de prescripciones Técnicas Particulares.

##### Características

Se emplearan materiales con las características correspondientes a los suelos adecuados del artículo 2.3 del presente Pliego, siempre que su CBR según UNE 103502, correspondiente a las condiciones de compactación exigidas, sea superior a diez (10).

#### Material seleccionado procedente de la excavación

##### Definición

Son aquellos materiales procedentes de la excavación que tras ser sometidos a un proceso de selección reúnen las características necesarias para el relleno de zanjas, en aquellas capas especificadas en los Planos y/o Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

##### Características

Se emplearán materiales con las características correspondientes a los suelos adecuados del artículo 2.3 del presente Pliego, siempre que su CBR según UNE 103502, correspondiente a las condiciones de compactación exigidas, sea superior a diez (10).

#### Material de préstamo o cantera

##### Definición

Se definen como tales aquellos materiales a emplear en el relleno de zanjas que se obtengan de préstamos o canteras por rechazo o insuficiencia de los materiales procedentes de la excavación.

Características

El material de préstamo deberá reunir como mínimo las características exigidas para el material seleccionado las cuales quedan reflejadas en el artículo 2.3 del presente Pliego. Además, su CBR según UNE 103502, correspondiente a las condiciones de compactación exigidas, será superior a diez (10)

2.3.7. Material filtrante

Se definen como capas filtrantes aquellas que, debido a su granulometría, permite el paso del agua hasta los puntos de recogida, pero no de las partículas gruesas que llevan en suspensión.

Los materiales filtrantes a emplear en rellenos localizados de zanjas, trasdoses de obras de fábrica o cualquier otra zona donde se prescribe su utilización, serán áridos naturales o procedentes de machaqueo y trituración de cantera o grava natural, escorias o materiales locales exentos de arcilla, marga u otras materias extrañas.

Su composición granulométrica cumplirá las prescripciones siguientes:

El tamaño máximo no será, en ningún caso, superior a setenta y seis milímetros (76 mm.), cedazo 80 UNE, y el cernido ponderal acumulado por el tamiz 0.080 UNE no rebasará el cinco por ciento (5 %).

Siendo Fx , el tamaño superior al del x%, en peso, del material filtrante, y dx el tamaño superior al del x%, en peso, del terreno a drenar, se deberán cumplir las siguientes condiciones de filtro:

F15 / d28 < 5 (a)
F15 / d15 < 5 (b)
F50 / d50 < 25 (c)
F60 / F10 < 20 (d)

En el caso de terrenos cohesivos, la condición (a) se puede sustituir por la de:

F15 < 0,1 mm.

Además, de acuerdo con el sistema previsto para la evacuación del agua, el material filtrante situado junto a los tubos o mechinales deberá cumplir las condiciones siguientes:

Si se utilizan tubos perforados:

F85 / diámetro del orificio >1

Si se utilizan tubos con juntas abiertas:

F85 / ancho de la junta >1,2

Si se utilizan tubos de hormigón poroso:

F85 / d15 del árido del tubo > 0,2

Si se drena por mechinales:

F85 / diámetro del mechinal > 1

Cuando no sea posible encontrar un material que cumpla con dichos límites, podrá recurrirse al empleo de filtros compuestos por varias capa; una de las cuales, la de material más grueso, se colocará junto al sistema de evacuación, y cumplirá las condiciones de filtro respecto a la siguiente, considerada como terreno; y así, sucesivamente, hasta llegar al relleno o terreno natural.

Cuando el terreno natural esté constituido por materiales con gravas y bolos se atenderá, únicamente, a la curva granulométrica de la fracción del mismo inferior a veinticinco milímetros (25 mm.), a efecto de cumplimiento de las condiciones anteriores.

Si el terreno natural está constituido por suelos no cohesivos con arena fina y limo, el material filtrante deberá cumplir, además de las condiciones de filtro generales, la siguiente:

$$F15 < 1 \text{ mm.}$$

Si dicho terreno natural es un suelo cohesivo, compacto y homogéneo, sin vetas de arena fina o de limo, las condiciones de filtro a) y b) serán sustituidas por la siguiente:

$$0{,}1 \text{ mm.} < F15 < 0{,}4 \text{ mm.}$$

En los drenes ciegos el material de la zona permeable central deberá cumplir las siguientes condiciones:

Tamaño máximo árido comprendido entre veinte milímetros (20 mm.) y ochenta milímetros (80mm.).
Coeficiente de uniformidad

$$D60 / D10 < 4$$

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

El coeficiente de desgaste de los materiales de origen pétreo, medido por el ensayo de Los Ángeles, según la Norma NLT- 149/72, será inferior a cuarenta (40). Los materiales procedentes de escorias deberán ser aptos para su empleo en obras de hormigón. Los materiales de otra naturaleza deberán poseer una estabilidad química y mecánica suficiente.

### 2.3.8. Control de calidad

El Contratista comprobará que la calidad de los materiales a emplear se ajusta a lo especificado en los artículos 2.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.3.6, 2.3.7 del presente Pliego mediante los ensayos en él indicados, que se realizarán sobre una muestra representativa, como mínimo, una vez antes de iniciar los trabajos y posteriormente con la siguiente periodicidad:

Una vez al mes.
Cuando se cambie de cantera o préstamo.
Cuando se cambie de procedencia o frente.
Cada 1.000 m3 a colocar en obra.

El Contratista prestará especial cuidado a los materiales procedentes de la excavación a los cuales no se hayan realizado las operaciones de clasificación o selección, efectuando una inspección visual de carácter continuado acerca de la homogeneidad del mismo.

### 2.3.9. Materiales reciclados

**Áridos reciclados de residuos de construcción y demolición (RCD):**

**Definición**

El árido reciclado de RCD es el material granular resultante del tratamiento de materiales inorgánicos previamente utilizados en la construcción.

**Características**

Se definen dos tipos de áridos reciclados de RCD, árido reciclado de hormigón (AR-H) y árido reciclado mixto (AR-M). Los componentes de los áridos gruesos de cada uno de ellos, determinados de acuerdo con las normas UNE-EN 13242 y UNE-EN 933-11, deben cumplir con los límites establecidos en la siguiente tabla:

| TIPO DE ÁRIDO | COMPONENTES (UNE-EN 13242) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $R_c$ | $R_c+R_u+R_g$ | $R_b$ | $R_a$ | FL | X |
| AR-H | ≥ 50% | ≥ 90%(*) | ≤ 10% | ≤ 10% | ≤ 5 $cm^3/kg$ | ≤ 1%(**) |
| AR-M | Sin requisito | ≥ 70%(*) | ≤ 30% | ≤ 10% | ≤ 5 $cm^3/kg$ | ≤ 1%(**) |

* Porcentaje de vidrio inferior o igual al 2% ($R_g$ < 2%).

** Porcentaje de yeso inferior al 0,8% y contenidos en impropios de madera, papel, cartón o restos orgánicos inferior al 0,8%.

Donde:

$R_c$ = Hormigón, productos de hormigón, morteros, piezas para fábrica de albañilería de hormigón
$R_u$ = Áridos y piedras naturales y materiales tratados con ligantes hidráulicos
$R_g$ = Vidrio
$R_b$ = Materiales cerámicos de albañilería de arcilla (ladrillos y tejas) o de silicato de calcio, hormigón celular no flotante
$R_a$ = Materiales bituminosos
$F_L$ = Material flotante
X = Impropios: madera no flotante, plásticos y caucho, yeso, metales ferrosos y no ferrosos, suelos y arcillas.

Los áridos reciclados se deberán suministrar acompañados de la documentación que acredite que disponen del marcado CE según el Anejo ZA de la UNE-EN 13242 y que cumplen al menos las condiciones exigidas a un sistema para la certificación de la conformidad 2+.

Estos áridos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo. La pérdida en el ensayo de sulfato de magnesio según la norma UNE-EN 1367-2 no superará el 18% (categoría $MS_{18}$).

Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme. El contenido ponderal de sulfatos solubles en agua (expresados en $SO_3$), determinado según la UNE-EN 1744-1, será igual o inferior al 0,2% (categoría $SS_{0,2}$) donde los materiales estén en contacto con capas tratadas con cemento, e inferior al 0,7% (categoría $SS_{0,7}$) en los demás casos.

El árido no contendrá otras materias extrañas no incluidas en la enumeración de impropios de las normas UNE-EN 13242 y UNE-EN 933-11 que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

Además, los áridos reciclados deberán cumplir los siguientes estándares medioambientales:

La concentración de potenciales contaminantes presentes en los áridos en ningún caso superará los valores indicativos de evaluación B (VIE-B) establecidos en la Ley para la prevención y corrección de la contaminación del suelo. Dichos valores corresponderán en cada caso al uso concreto del suelo donde se prevea la utilización de los áridos reciclados.

El contenido total de BTEX será inferior a 6 mg/kg.

La concentración de TPH será, con carácter general, inferior a 50 mg/kg. No obstante, si el valor es superior a 50 pero inferior a 500 mg/kg, la utilización de los áridos reciclados exigirá realizar una analítica de fracciones, tanto alifáticas como aromáticas, que acrediten concentraciones inferiores a las señaladas en la siguiente tabla:

| ALIFÁTICOS EC 5-6 | 35 MG/KG |
|---|---|
| Alifáticos EC >6-8 | 109 mg/kg |
| Alifáticos EC >8-10 | 28 mg/kg |
| Alifáticos EC >10-12 | 152 mg/kg |
| Aromáticos EC >8-10 | 59 mg/kg |
| Aromáticos EC>10-12 | 317 mg/kg |

Asimismo, los áridos reciclados deberán someterse al ensayo prescrito por la norma EN 12457-4 y certificar como resultado unos valores inferiores a los estipulados a continuación:

| COMPONENTE | VALORES LÍMITE MEDIANTE ENSAYO DE LIXIVIACIÓN UNE-EN 12457-4 PARA L/S = 10 L/KG (MG/KG DE MATERIA SECA). |
|---|---|
| As | 0,50 |
| Cd | 0,04 |
| Cr total | 0,50 |
| Cu | 2,00 |
| Hg | 0,01 |
| Mo | 0,50 |
| Ni | 0,40 |
| Pb | 0,50 |
| Sb | 0,06 |
| Se | 0,10 |
| Zn | 4,00 |
| Fluoruro | 10,00 |
| Ba | 20,00 |
| Cloruro | 800,00 |
| Sulfato | 6.000,00 |
| STD | 12.000,00 |
| Índice de fenol | 1,0 |
| COD | 500,00 |

## Clasificación de los materiales

Los áridos reciclados susceptibles de ser utilizados en las obras del CABB se pueden clasificar como:

Material granular seleccionado: compuesto por áridos AR-H y AR-M o combinaciones de éstos con áridos o suelos naturales siempre que el material combinado cumpla las especificaciones del presente pliego, así como las de la Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras del País Vasco y las de los artículos 330 o 340 del PG-3 en lo que corresponde a suelos seleccionados.
Zahorra: compuesta por áridos AR-H o combinaciones de éstos con áridos naturales siempre que el material combinado cumpla las especificaciones del presente pliego, así como las de la Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras del País Vasco y las del artículo 510 del PG-3.

La utilización de cualquier otro material no contemplado en este apartado deberá cumplir con lo establecido en la Orden de 12 de enero de 2015, por la que se establecen los requisitos para la utilización de los áridos reciclados procedentes de la valorización de RCD. En caso de que el material propuesto, o su uso, no estén regulados por dicha Orden, el contratista deberá comunicárselo a la Dirección de Obra con antelación suficiente para que, en caso de considerarse oportuno, se pueda tramitar la solicitud de las correspondientes autorizaciones ante los órganos competentes.

### Empleo de los materiales

En el ámbito del presente apartado, únicamente se considerarán admisibles los siguientes usos en función del material utilizado:

Material granular seleccionado: en la construcción de carreteras, para la ejecución de explanadas mejoradas, terraplenes u otras unidades de obra afines; en rellenos localizados bajo superficie sellada; y en proyectos de urbanización de áreas industriales o residenciales, también bajo superficie sellada.
Zahorra: en la ejecución de capas estructurales de firmes de carreteras.

Cualquier otro uso no contemplado en este apartado deberá cumplir con lo establecido en la Orden de 12 de enero de 2015, o bien, en caso de no estar regulados por dicha Orden, el contratista deberá comunicárselo a la Dirección de Obra con antelación suficiente para que, en caso de considerarse oportuno, se pueda tramitar la solicitud de las correspondientes autorizaciones ante los órganos competentes.

### Control de calidad

El Contratista comprobará que la calidad de los materiales a emplear se ajusta a lo especificado en los artículos 0 y 0. del presente Pliego.

Asimismo, se examinará la descarga al acopio o en el tajo, desechando los materiales que, a simple vista, presenten contaminaciones o tamaños superiores al máximo aceptado. Se acopiarán aparte aquéllos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, etc.

Para la puesta en obra se comprobará de manera sistemática:

El espesor extendido, mediante un punzón graduado u otro procedimiento aprobado por el Director de las Obras.

La humedad del material en el momento de la compactación, mediante un procedimiento aprobado por el Director de las Obras.

La composición y forma de actuación del equipo de puesta en obra y compactación.

### Árido siderúrgico de horno eléctrico:

#### Definición

La escoria de horno eléctrico es un material de origen industrial procedente de la fabricación de acero en hornos de arco eléctrico, que se forma durante el proceso de fusión de la chatarra y que se separa gracias a su menor peso específico.

Cuando la escoria de horno eléctrico se utiliza como árido para la construcción se denomina árido siderúrgico de horno eléctrico.

#### Características

Los áridos siderúrgicos de horno eléctrico no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo.

El contenido total de metales en el árido siderúrgico no podrá superar lo siguientes valores límite:

| ELEMENTO | UNIDAD | TIPO 2 |
|---|---|---|
| As | mg/kg | 30 |
| Cd | mg/kg | 5 |
| Cu | mg/kg | 10000 |
| Cr (VI) | mg/kg | 8 |
| Cr total | mg/kg | 10000 |
| Hg | mg/kg | 4 |
| Mo | mg/kg | 75 |

| ELEMENTO | UNIDAD | TIPO 2 |
|---|---|---|
| Ni | mg/kg | 110 |
| Pb | mg/kg | 120 |
| Zn | mg/kg | 10000 |
| V | mg/kg | 1000 |

Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua. Los resultados de los ensayos de lixiviación según la norma europea EN 12457-4 deberán certificar unos valores inferiores a los estipulados a continuación:

| ELEMENTO | UNIDAD | LÍMITE | |
|---|---|---|---|
| | | Tipo 2 | Tipo 3 |
| As | mg/kg | 0,5 | 0,6 |
| Ba | mg/kg | 20 | 25 |
| Cd | mg/kg | 0,04 | 0,05 |
| Cr total | mg/kg | 0,5 | 2 |
| Cr (VI) | mg/kg | 0,1 | 0,4 |
| Cu | mg/kg | 2 | 3 |
| Hg | mg/kg | 0,01 | 0,01 |
| Mo | mg/kg | 0,5 | 2,8 |
| Ni | mg/kg | 0,4 | 0,5 |
| Pb | mg/kg | 0,5 | 0,6 |
| Sb | mg/kg | 0,06 | 0,08 |
| Se | mg/kg | 0,1 | 0,4 |
| Zn | mg/kg | 4 | 5 |

| ELEMENTO | UNIDAD | LÍMITE | |
|---|---|---|---|
| | | Tipo 2 | Tipo 3 |
| Cl | mg/kg | 800 | 5000 |
| F | mg/kg | 18 | 30 |
| $SO_4$ | mg/kg | 1000 | 5000 |
| V | mg/kg | 1,5 | 4 |

El árido siderúrgico de horno eléctrico deberá presentar una expansividad inferior al 5% (categoría $V_5$) según la Norma UNE-EN 1744-1. En cualquier caso, dicha expansividad deberá ser acreditativa de que no se ha producido mezcla de escorias negras con escorias blancas. La duración del ensayo será de ciento sesenta y ocho horas (168 h). Además, el resultado el índice IGE según la Norma NLT-361 será inferior al 1%. El contenido de cal libre del árido siderúrgico de horno eléctrico debe ser inferior al 0,5%, determinado según la Norma UNE-EN 1744-1.

El contenido ponderal de sulfatos solubles en agua, determinado según la UNE-EN 1744-1, será inferior al 0,2% (categoría $SS_{0,2}$) donde los materiales estén en contacto con capas tratadas con cemento, e inferior al 0,7% (categoría $SS_{0,7}$) en los demás casos.

Con las excepciones señaladas en el presente pliego, las prescripciones para el árido serán las mismas que las que se fijan tanto en los artículos correspondientes del presente pliego para materiales con usos similares, como en lo indicado al respecto en la Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras del País Vasco y en el PG-3.

### Clasificación de los materiales

Este apartado se refiere a escorias negras de horno eléctrico, consideradas como las que se obtienen en el proceso de fusión de la chatarra. No se considera aquí la escoria blanca de horno eléctrico, ni sola ni mezclada, dada su expansividad potencial.

Las escorias negras se podrán utilizar en la composición de zahorras, como árido grueso o árido fino, o como combinaciones de éstas con áridos naturales o artificiales, siempre que el material combinado cumpla las especificaciones del presente pliego, así como las de la Norma para el dimensionamiento de firmes de la red de carreteras del País Vasco y las del artículo 510 del PG-3.

La utilización de cualquier otro material no contemplado en este apartado deberá cumplir con lo establecido en el Decreto 64/2019, de 9 de abril, del régimen jurídico aplicable a las actividades de valorización de escorias negras procedentes de la fabricación de acero en hornos de arco eléctrico. En caso de que el material propuesto, o su uso, no estén regulados por dicho Decreto, el contratista deberá comunicárselo a la Dirección de Obra con antelación suficiente para que, en caso de considerarse

oportuno, se pueda tramitar la solicitud de las correspondientes autorizaciones a los órganos competentes.

### Empleo de los materiales

En el ámbito del presente apartado, únicamente se considerarán admisibles los siguientes usos para el árido siderúrgico:

Como materiales granulares compactados en capas bajo cobertura no totalmente impermeable: en zonas de talud (espaldones) de terraplenes; en rellenos de trasdoses de obras de fábrica; en rellenos de trasdoses de muros de contención; en rellenos para cubrición de tuberías; en nivelación de terrenos y terraplenes; y en apantallamientos sónicos; entre otros.

Los elementos de impermeabilización a contemplar serán los siguientes:

Cobertura de material granular compactado (densidad superior a 97% PM) con granulometría continua en espesor no inferior a 25 centímetros.

Superficie con inclinación igual o superior a 3H:1V vegetada.

Cualquier otro elemento con análogas propiedades.

Como materiales granulares compactados en capas bajo cobertura totalmente impermeable como: zahorras artificiales; bases/sub bases de vías peatonales, ciclistas y pistas deportivas; explanadas mejoradas; terraplenes, excepto zonas expuestas de talud (incluso cuando tengan coberturas de tierra natural); zonas de talud (espaldones) de terraplenes; rellenos de zanjas, cubrición de tuberías y rellenos de nivelación bajo aceras; encachados bajo soleras; rellenos de trasdoses de muros de pasos inferiores; rellenos de trasdoses de estribos de puentes; rellenos de trasdoses de muros de sostenimiento (bajo calzada); rellenos de trasdoses de muros de contención; rellenos interiores de cajones de hormigón cerrados; así como en proyectos de urbanización.

Los elementos de impermeabilización a contemplar serán los siguientes:

Solera o pavimento de hormigón de espesor mínimo de 20 centímetros.

Gravacemento, de espesor mínimo de 20 centímetros.

Capas asfálticas tipo hormigón bituminoso (espesor igual o superior a 5 centímetros).

Lámina de impermeabilización (por ejemplo, de PE de alta densidad) protegida por geotextiles.

Cualquier otro elemento con análogas propiedades.

En todo caso, no se permitirá el uso de escorias valorizadas en ninguno de los siguientes supuestos:

Actuaciones en espacios naturales que presenten alguna figura de protección especial contemplada en la normativa sobre la conservación de la naturaleza.

En caso de encontrarse en contacto directo con el suelo en zonas cuyo uso sea asimilable al establecido como “Otros usos” de acuerdo con el Anexo I de la Ley 4/2015, del 25 de junio, para la prevención y corrección de la contaminación del suelo.

En casos en los que se encuentren en contacto con el agua.

Como aplicaciones drenantes o en lugares por donde discurra agua de manera temporal.

Como aplicaciones sin cobertura alguna, tales como pistas forestales, o caminos rurales no asfaltados u hormigonados.

Cualquier otro uso no contemplado en este apartado deberá cumplir con lo establecido en el Decreto 64/2019, o bien, en caso de no estar regulados por dicho Decreto, el contratista deberá comunicárselo a la Dirección de Obra con antelación suficiente para que, en caso de considerarse oportuno, se pueda tramitar la solicitud de las correspondientes autorizaciones ante los órganos competentes.

### Control de calidad

El Contratista comprobará que la calidad de los materiales a emplear se ajusta a lo especificado en los artículos 0 y 0del presente Pliego.

Asimismo, el contratista verificará la ausencia de terrones de arcilla, materia vegetal, marga, elementos metálicos, refractarios, partículas de cal u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

Previamente a la aceptación del árido siderúrgico se deberá aportar documento acreditativo del origen del material, de que la valorización de la escoria está autorizada por el órgano ambiental del País Vasco y la certificación que acredite, a los solos efectos ambientales, la idoneidad de las características de las escorias valorizadas para el uso propuesto. El suministrador de escoria deberá certificar que el árido siderúrgico de horno eléctrico procede de un valorizador autorizado de escorias negras y que estas no se encuentran mezcladas con escorias blancas ni otros contaminantes.

### Otros materiales reciclados

El uso de cualquier otro material reciclado no contemplado en el presente apartado deberá ser consensuado entre el contratista y la Dirección de Obra. Para ello el contratista se lo comunicará a la Dirección de Obra con la antelación suficiente como para poder valorar la idoneidad de la utilización del material propuesto, y confirmar que tanto el material como el uso propuesto se ajustan a la legalidad vigente, posibilitando, cuando proceda, la solicitud de las correspondientes autorizaciones ante los órganos competentes.

## 2.4. Material granular para apoyo y recubrimiento de tuberías enterradas

### 2.4.1. Definición

Se define como material para apoyo de tubería el que se coloca entre el terreno natural del fondo de la zanja y la tubería o envolviendo a ésta hasta "media caña".

Se define como material para recubrimiento de tuberías el que se coloca envolviendo al tubo hasta treinta (30) centímetros por encima de la generatriz superior de aquel.

### 2.4.2. Características

El material granular para apoyo y recubrimiento de tuberías enterradas consistirá en un árido procedente de machaqueo, duro, limpio y químicamente estable. Su granulometría se ajustará a los husos y tamaños máximos de partícula señalados en el cuadro siguiente en función de los distintos diámetros de las tuberías.

CLASIFICACION

| Diámetro | > 1.300 mm | 600 a 1.300 | 300 a 600 | < 300 mm |
|---|---|---|---|---|
| | PORCENTAJE QUE PASA | | | |
| TAMIZ | Tipo A–40 | Tipo A–20 | Tipo A–14 | Tipo A–10 |
| 63 mm | 100 | | | |
| 37,5 mm | 85–100 | 100 | | |
| 20 mm | 0–25 | 85–100 | 100 | |
| 14 mm | | | 85–100 | 100 |
| 10 mm | 0–5 | 0–25 | 0–50 | 85–100 |
| 5 mm | | 0–5 | 0–10 | 0–25 |
| 2,36 mm | | | | 0–5 |

En condiciones de zanjas por debajo del nivel freático, en suelos blandos o limosos, y a menos que se utilicen otros sistemas de prevención, la granulometría del material será elegida de forma que los finos de las paredes de la excavación no contaminen la zona de apoyo de la tubería.

El material granular para apoyo y recubrimiento de tuberías no contendrá más de 0,3 por ciento de sulfatos, expresados como trióxido de azufre.

### 2.4.3. Control de calidad

El Contratista comprobará que el tamaño máximo y la granulometría, según NLT-150, se ajustan a lo especificado en el presente artículo mediante la realización de los ensayos correspondientes, ejecutados como mínimo una vez antes de iniciar los trabajos y posteriormente con la siguiente periodicidad:

Una vez al mes.

Cuando se cambie de cantera o préstamos.
Cada 200 ml. de zanja.
Cada 500 m3 a colocar en obra.

## 2.5. Materiales para sistemas de sostenimiento

### 2.5.1. Definición

Se define como sostenimiento el conjunto de elementos destinados a contener el empuje de tierras en las excavaciones en zanjas o pozos, con objeto de evitar desprendimientos, proteger a los operarios que trabajan en el interior y limitar los movimientos del terreno colindante.

### 2.5.2. Entibaciones

#### Definición y características

Se define como entibación el sistema de protección para la contención de las paredes de excavación de zanjas y pozos en terrenos poco coherentes con el fin de evitar desprendimientos.

Los materiales a utilizar en entibaciones serán paneles y perfiles metálicos, y excepcionalmente madera.

La madera para entibaciones, apeos, cimbras, andamios, encofrados y demás medios auxiliares deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Proceder de troncos sanos apeados en sazón.
- Haber sido desecado al aire, protegida del sol y de la lluvia, durante no menos de dos (2) años.
- No presentar signo alguno de putrefacción, atronaduras, carcomas o ataque de hongos.
- Estar exenta de grietas, lupias y verrugas, manchas o cualquier otro defecto que perjudique su solidez o resistencia. En particular, contendrá el menor número posible de nudos, los cuales en todo caso, tendrán un espesor inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión de la pieza.
- Tener sus fibras rectas y no reviradas o entrelazadas, y paralelas a la mayor dimensión de la pieza.
- Presentar anillos anuales de aproximada regularidad.
- Dar sonido claro por percusión.

La forma y dimensiones de la madera serán, en cada caso, las adecuadas para garantizar su resistencia y cubrir el posible riesgo de accidentes y estará de acuerdo con la norma UNE-56525/72.

La madera de construcción escuadrada será madera terminada a sierra, de aristas vivas y llenas. No se permitirá en ningún caso el empleo de madera sin descortezar.

El sistema de entibación se deberá ajustar a las siguientes condiciones:

- Deberá soportar las acciones previstas en el Proyecto o las que fije el Director de Obra y permitir su puesta en obra de forma que el personal no tenga necesidad de entrar en la zanja o pozo hasta que las paredes de los mismos estén adecuadamente soportadas.
- Deberá eliminar el riesgo de asientos inadmisibles en los edificios e instalaciones próximos.

- Eliminará el riesgo de rotura del terreno por sifonamiento.
- Se dejarán perdidos los apuntalamientos si no se pueden recuperar antes de proceder al relleno o si su retirada puede causar un colapso de la zanja antes de ejecutar el relleno.
- La entibación deberá retirarse a medida que se compacte la zanja de forma que se garantice que la retirada de la entibación no ha disminuido el grado de compactación del terreno adyacente.
- La entibación de las zanjas y de los elementos estructurales tales como arquetas especiales, pozos de hinca, etc., deberá tener unas guías que permitan el cierre transversal y el sistema de codales deberá ser tal que permita el deslizamiento de los propios codales a lo largo de las guías para poder cambiar la posición de los codales según se avance con el hormigonado de la estructura.

### Control de Calidad

Los materiales de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en la NTE, así como las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial o, en su defecto, las normas UNE que se indican en la norma NTE–ADZ.

## 2.6. Hormigones y sus componentes

### 2.6.1. Definición

Se definen como hormigones, los materiales formados por mezcla de cemento, árido grueso, árido fino y agua, con o sin la incorporación de aditivos o adiciones, que desarrolla sus propiedades por endurecimiento de la pasta de cemento (cemento y agua).

Los hormigones cumplirán las condiciones exigidas en la "Instrucción de Hormigón Estructural EHE" en vigor y en el PG-3.

### 2.6.2. Áridos para hormigones

### Generalidades

Para la fabricación de hormigones pueden emplearse áridos gruesos (gravas) y áridos finos (arenas), según UNE-EN 12620, rodados o procedentes de rocas machacadas, así como escorias siderúrgicas enfriadas por aire según UNE-EN 12620 y, en general, cualquier otro tipo de árido cuya evidencia de buen comportamiento haya sido sancionado por la práctica y se justifique debidamente.

En el caso de áridos reciclados, se seguirá lo establecido en la EHE. También en el caso de áridos ligeros, se deberá cumplir lo indicado en la EHE, y en particular, lo establecido en UNE-EN 13055-1.

Cuando no se tengan antecedentes sobre la naturaleza de los áridos o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas de las ya sancionadas por la práctica, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según convenga en cada caso.

En el caso de utilizar áridos siderúrgicos (como, por ejemplo, escorias siderúrgicas granuladas de alto horno), se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos inestables.

Dada su peligrosidad, sólo se permite el empleo de áridos con una proporción muy baja de sulfuros oxidables.

Será de obligado cumplimiento lo especificado en el artículo 28º de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

### Designación y tamaños de los áridos

Los áridos se designarán, de acuerdo con el siguiente formato:

d/D – IL

Dónde:

*d/D* Fracción granulométrica, comprendida entre un tamaño mínimo, d, y un tamaño máximo, D, en mm.

*I/L* Forma de presentación: R, rodado; T, triturado (de machaqueos); M. mezcla.

Preferentemente, se indicará también la naturaleza del árido (C, calizo; S, silíceo; G, granito; O, ofita; B, basalto; D, dolomítico; Q, traquita; I, fonolita; V. varios; A, artificial; R, reciclado) en cuyo caso la designación sería:

d/D – IL – N

En la fase de proyecto, a efectos de la especificación del hormigón, es necesario únicamente establecer para el árido su tamaño máximo en mm., de acuerdo con 39.2 (donde se denomina TM) y, en su caso, especificar el empleo de árido reciclado y su porcentaje de utilización.

Arena o árido fino: Árido o fracción del mismo que pasa por un tamiz de 4 mm de luz de malla (tamiz 4 UNE EN 933-2).

Árido grueso o grava: Árido o fracción del mismo que resulta retenido por el tamiz 4 (UNE EN 933-2) y cuyo tamaño máximo sea menor que las dimensiones siguientes:

0,8 de la distancia horizontal libre entre vainas o armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo mayor que 45º con la dirección de hormigonado.

1,25 de la distancia entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo no mayor que 45º con la dirección de hormigonado.

0,25 de la dimensión mínima de la pieza, excepto en los casos siguientes:

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

Piezas de ejecución muy cuidada (caso de prefabricación en taller) y aquellos elementos en los que el efecto pared del encofrado sea reducido (forjados que se encofran por una sola cara), en cuyo caso será menor que 0,33 veces el espesor mínimo.

Árido total o árido: el que por sí solo o por mezcla posee las proporciones de arena y grava necesarias para la fabricación de un tipo de hormigón.

Requisitos generales de los tamaños máximo *D* y mínimo *d*

| Árido | | Porcentaje que pasa (en masa) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 *D* | 1,4 *D* [a)] | *D* [b)] | *d* | *d*/2 [a)] |
| Árido grueso | $D > 11{,}2$ y $D/d > 2$ | 100 | 98 a 100 | 90 a 99 | 0 a 15 | 0 a 5 |
| | $D \leqslant 11{,}2$ ó $D/d \leqslant 2$ | 100 | 98 a 100 | 85 a 99 | 0 a 20 | 0 a 5 |
| Árido fino | $D \leqslant 4$ y $d = 0$ | 100 | 95 a 100 | 85 a 99 | — | — |

a) Como tamices 1,4*D* y *d*/2 se tomarán de la serie elegida o el siguiente tamaño del tamiz más próximo de la serie.
b) El porcentaje en masa que pase por el tamiz *D* podrá ser superior al 99 %, pero en tales casos el suministrador deberá documentar y declarar la granulometría representativa, incluyendo los tamices *D*, *d*, *d*/2 y los tamices intermedios entre *d* y *D* de la serie básica más la serie 1, o de la serie básica más la serie 2. Se podrán excluir los tamices con una relación menor a 1,4 veces el siguiente tamiz más bajo.

### Suministro y almacenamiento de los áridos

Los áridos se transportarán y acopiarán de manera que se evite su segregación y contaminación, debiendo mantener las características granulométricas de cada una de sus fracciones hasta su incorporación a la mezcla.

El suministrador de los áridos garantizará documentalmente el cumplimiento de las especificaciones establecidas en la EHE, hasta la recepción de estos.

Cada carga de árido irá acompañada de una hoja de suministro en la que figuren como mínimo el nombre del suministrador, el nº de serie de la hoja de suministro, el nombre de la cantera, la fecha de entrega, el nombre del peticionario, el tipo, cantidad y designación de árido así como la identificación del lugar de suministro.

### Control de Calidad

Los áridos cumplirán las condiciones físico - químicas, físico - mecánicas y de granulometría y forma establecidas en la EHE en vigor

El Contratista controlará la calidad de los áridos para que sus características se ajusten a las especificaciones mencionadas más las contenidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Los ensayos justificativos de todas las condiciones especificadas se realizarán:

Antes de comenzar la obra si no se tienen antecedentes de los mismos.
Al variar las condiciones de suministro.

Por otra parte, y con la periodicidad mínima siguiente, se realizarán los siguientes ensayos:

- Por cada quinientos (500) metros cúbicos o fracción o una vez cada quince (15) días.
- Un ensayo granulométrico y módulo de finura (NTL-150).
- Un ensayo de contenido de material que pasa por el tamiz 0,080 UNE 7050:1997 (UNE-EN 933-10:2001 y UNE-EN 933-1:1998).
- Una vez cada quince (15) días y siempre que las condiciones climatológicas hagan suponer una posible alteración de las características.
- Un ensayo de contenido de humedad (ASTM C566).
- Una vez cada dos (2) meses.
- Un ensayo de contenido de materia orgánica (UNE-EN 1744-1:1999).
- Una vez cada seis (6) meses.
- Un ensayo de contenido de partículas blandas (UNE 7134) únicamente en el árido grueso.
- Un ensayo de contenido de terrones de arcilla (UNE 7133).
- Un ensayo de contenido de materiales ligeros (UNE-EN 1744-1:1999).
- Un ensayo de contenido de azufre (UNE-EN 1744-1:1999).
- Un ensayo de resistencia al ataque de los sulfatos (UNE-EN 1367-2:1999).
- Un ensayo de reactividad a los álcalis (UNE 83121:1990).
- Un ensayo de determinación de la forma de las partículas (UNE-EN 933-4:2000) únicamente para el árido grueso.
- Un ensayo de resistencia a la abrasión (NTL-149).
- Un ensayo de estabilidad de las escorias siderúrgicas cuando éstas se emplean como árido fino.
- Un ensayo de resistencia a la abrasión (NTL-149) únicamente para hormigones con árido antiabrasivo.

### 2.6.3. Cementos

#### Definición

Se denominan cementos o conglomerantes hidráulicos a aquellos productos que, amasados con agua, fraguan y endurecen sumergidos en este líquido, y son prácticamente estables en contacto con él.

## Condiciones Generales

Todo cemento a emplear en obra habrá de cumplir cuanto se establece en la EHE vigente y en la Vigente "Instrucción para la Recepción de cementos (RC-16", aprobada por REAL DECRETO 256/2016 del 10 de junio

Además, cumplirá la Reglamentación en vigor y Normas UNE que se reseñan en Anexo al citado R.D. 256/2016.

Se exigirá la marca "AENOR" en los cementos.

En general los cementos a utilizar en proyecto cumplirán las condiciones siguientes:

- La expansión en la prueba de autoclave habrá de ser inferior al siete por mil (0,7%).
- El contenido de cal total libre en el cemento (óxido cálcico más hidróxido cálcico), determinado según el método de ensayo (ASTM C114), deberá ser inferior al uno con dos por ciento (1,2%) del peso total.
- El contenido de aluminio tricálcico (C3A) no excederá del seis por ciento (6%) del peso del cemento.
- El contenido de silicato tricálcico (C3S) no excederá del cincuenta por ciento (50%) del peso del cemento.
- Es admisible sustituir la condición anterior por la siguiente: la suma del contenido en el cemento de aluminato tricálcico (C3A) y de silicato tricálcico (C3S) no excederá del cincuenta y ocho por ciento (58%) del peso del cemento. Presentará un contenido en Ferroaluminato Tetracálcico FAC4 tal que la suma de los contenidos de AC3 y FAC4 sea inferior al 18%.
- El cálculo de los contenidos de C3A y C3S se hará por el concepto de la composición potencial del cemento.
- Las resistencias del mortero normal de cemento en ensayos realizados de acuerdo con el Pliego de Condiciones para recepción de Conglomerantes Hidráulicos, deberán alcanzar a los veintiocho días (28) y sobre el noventa por ciento (90%) de las probetas, una resistencia no inferior a cuatrocientos kilogramos por centímetros cuadrados (400 Kg/cm²).
- El cemento habrá de tener características homogéneas durante la ejecución de cada obra, y no deberá presentar desviaciones en sus resistencia, a la rotura por compresión a los veintiocho días (28), superiores al diez por ciento (10%) de la resistencia media del noventa por ciento (90%) de las probetas ensayadas, eliminando el cinco por ciento (5%) de los ensayos que hayan dado resistencias más elevadas, y el cinco por ciento (5%) de los ensayos correspondientes a las resistencias más bajas.
- El número mínimo de resultados de ensayos para aplicar la anterior prescripción será de treinta (30).
- La norma anterior relativa a la regularidad de la resistencia a compresión puede sustituirse por la equivalencia siguiente:

- El coeficiente de dispersión (desviación media cuadrática relativa) de los resultados de rotura a compresión a veintiocho (28) días, considerados como mínimo treinta (30) resultados, no será superior a seis centésimas (0,06).
- La temperatura del cemento a su llegada a la obra no será superior a sesenta grados centígrados (60º), ni a cincuenta grados centígrados (50º) en el momento de su empleo.

### Clasificación y Características

El cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las características que se exigen al mismo en el Artículo 31º de la EHE-08.

Podrán utilizarse aquellos cementos que cumplan las siguientes condiciones:

Ser conformes con la reglamentación especifica vigente
Cumplan las limitaciones de uso establecidas en la Tabla 26 de la EHE-08
Pertenezcan a la clase resistente 32,5 o superior

En la tabla 26, las condiciones de utilización permitida para cada tipo de hormigón, se deben considerar extendidas a los cementos blancos y a los cementos con características adicionales (de resistencia a sulfatos y al agua de mar, de resistencia al agua de mar y de bajo calor de hidratación) correspondientes al mismo tipo y clase resistente que aquellos.

Cuando el cemento se utilice como componente de productos de inyección adherente se tendrá en cuenta lo prescrito en el artículo 35.4.2 de la EHE-08.

El empleo de cemento de aluminato de calcio deberá ser objeto, en cada caso, de estudio especial, exponiendo las razones que aconsejan su uso y observándose las especificaciones contenidas en el Anejo nº 3, de la EHE

**Tabla 26**
Tipos de cemento utilizables

| Tipo de hormigón | Tipo de cemento |
|---|---|
| Hormigón en masa | Cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C<br>Cementos para usos especiales ESP VI-1 |
| Hormigón armado | Cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C y CEM V/B |
| Hormigón pretensado | Cementos comunes de los tipos CEM I y CEM II/A-D, CEM II/A-V, CEM II/A-P y CEM II/A-M(V,P) |

Se tendrá en cuenta lo expuesto en 31.1 de la EHE-08 en relación con el contenido total de ion cloruro para el caso de cualquier tipo de cemento, así como con el contenido de finos en el hormigón, para el caso de cementos con adición de filer calizo.

Se consideran cementos de endurecimiento lento los de clase resistente 32,5N, de endurecimiento normal los de clases 32,5R y 42,5N y de endurecimiento rápido los de clases 42,5R, 52,5N y 52,5R.

En la tabla A.4.3.4. se recogen los cementos recomendados para su uso en la fabricación de hormigones destinados a la construcción de estructuras para el transporte de agua que no formen parte de los cuerpos de las presas.

**TABLA A.4.3.3**

| Aplicación | Cementos recomendados |
|---|---|
| Presas de hormigón vibrado | Cementos comunes de los tipos CEM II/A, CEM III/A, CEM III/B y CEM IV/A. |
| Presas de hormigón compactado | Cementos comunes de los tipos CEM III, CEM IV y CEM V;<br>Cementos para usos especiales ESP VI-1;<br>Cementos especiales de muy bajo calor de hidratación VLH III, VLH IV y VLH V; y<br>Cementos de escoria de horno alto de baja resistencia inicial L. |

**TABLA A.4.5**

Tipos de cementos en función de las clases de exposición

| Clase de exposición | Tipo de proceso (agresividad debida a) | Cementos recomendados |
|---|---|---|
| I | Ninguno | Todos los recomendados según la aplicación prevista. |
| II | Corrosión de las armaduras de origen diferente de los cloruros | CEM I, cualquier CEM II (preferentemente CEM II/A), CEM III/A y CEM IV/A. |
| III (*) | Corrosión de las armaduras por cloruros de origen marino | Muy adecuados los cementos CEM II/S, CEM II/V (preferentemente los CEM II/B-V), CEM II/P (preferentemente los CEM II/B-P), CEM II/A-D, CEM III, CEM IV (preferentemente los CEM IV/A) y CEM V/A. |
| IV | Corrosión de las armaduras por cloruros de origen no marino | Preferentemente, los CEM I y CEM II/A y, además, los mismos que para la clase de exposición III. |
| Q (**) | Ataque al hormigón por sulfatos | Los mismos que para la clase de exposición III. |
| Q | Lixiviación del hormigón por aguas puras, ácidas, o con $CO_2$ agresivo | Los cementos comunes de los tipos CEM II/P, CEM II/V, CEM II/A-D, CEM II/S, CEM III, CEM IV y CEM V. |
| Q | Reactividad álcali-árido | Cementos de bajo contenido en alcalinos (***) (óxidos de sodio y de potasio) en los que $(Na_2O)eq = Na_2O\ (\%) + 0{,}658\ K_2O\ (\%) < 0{,}60$. |

(*) En esta clase de exposición es necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia al agua de mar (MR), tal y como establece la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

(**) En esta clase de exposición es necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia a los sulfatos (SR), en el caso de la clase específica Qb o Qc, tal y como establece el articulado de esta Instrucción. En los casos en que el elemento esté en contacto con agua de mar será necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia al agua de mar (MR).

(***) También son recomendables los cementos citados en la tabla A.4.2 para hormigones con áridos potencialmente reactivos (que necesitarían cementos con bajo contenido en alcalinos).

## Recepción y almacenamiento

El cemento para hormigón, mortero o inyecciones será suministrado por el Contratista. El cemento debe estar libre de grumos, clinker no cocido, fragmentos de metal u otro material extraño. Además no debe haber sufrido ningún daño cuando se vaya a usar en el hormigón En la recepción se comprobará que el cemento no llega excesivamente caliente. Si se trasvasa mecánicamente, se recomienda que su temperatura no exceda de 70º C. Si se descarga a mano, su temperatura no excederá de 40º C (o de la

temperatura ambiente más 5º C, si ésta resulta mayor). De no cumplirse los límites citados, deberá comprobarse mediante ensayo que el cemento no presenta tendencia a experimentar falso fraguado.

Cuando se reciba cemento ensacado, se comprobará que los sacos son los expedidos por la fábrica, cerrados y sin señales de haber sido abiertos.

El cemento ensacado se almacenará en local ventilado, defendido de la intemperie y de la humedad del suelo y paredes. El cemento a granel se almacenará en silos o recipientes que lo aíslen totalmente de la humedad.

Si el periodo de almacenamiento de un cemento es superior a un mes, antes de su empleo, se comprobará que sus características continúan siendo adecuadas, realizando el ensayo de fraguado, el de resistencia a flexotracción y a compresión a tres y siete días, sobre muestras representativas que incluyan terrones si se hubiesen formado.

### Control de calidad

Cada entrega de cemento en obra, vendrá acompañada del documento de garantía de la fábrica, en el que figurará su designación, por el que se garantiza que cumple las prescripciones relativas a las características físicas y mecánicas y a la composición química establecida.

Si la partida resulta identificable a juicio de la Dirección Facultativa, al documento de garantía se agregarán otros con los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio de la fábrica. Para comprobación de la garantía, la Dirección Facultativa ordenará la toma de muestras y realización de ensayos.

El número de muestras a tomar será:

uno por cada cien (100) toneladas, si la partida resulta identificable.
uno por cada veinticinco (25) toneladas o por cada embarque, en caso contrario.

Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:

Químicos: Pérdida al fuego, residuo insoluble, óxido magnésico y trióxido de azufre.
Físicos: Finura de molino, tiempos de fraguado, expansión y resistencia a flexotracción y compresión.

Los ensayos serán realizados por el laboratorio homologado que indique la Dirección Facultativa y el abono de los mismos corresponderá al Contratista, que no tendrá derecho a ninguna contraprestación económica, al incluir el precio del cemento en los costos de los ensayos aquí exigidos.

## 2.6.4. Agua

### Definición

En general, podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Se prohíbe expresamente el empleo de agua de mar o salina análoga para el amasado o curado del hormigón armado o pretensado, salvo estudios especiales. Si podrán utilizarse para hormigones sin armaduras. En este caso deberán utilizarse cementos MR o SR.

Será prescriptivo el Artículo 27º de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.

## Equipos

La maquinaria y los equipos empleados en el amasado de morteros u hormigones tendrán que conseguir una mezcla adecuada de todos los componentes con el agua.

## Criterios de aceptación y rechazo

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas y salvo justificación especial de que no alteran perjudicialmente las propiedades de los hormigones, deberán cumplir las condiciones siguientes:

Exponente de hidrogeno pH (UNE 7234) > 5

Sustancias disueltas (UNE 7130) < 15 gramos por litro (15.000 p.p.m.)

Sulfatos, expresado en SO4 (UNE 7131) excepto para el cemento SR en que se eleva este limite a 5 gramos por litro (5.000 p.p.m.) $\leq$ 1 gramo por litro (1.000 p.p.m.)

Ion cloruro CI (UNE 7178) $\leq$ 1 gramo por litro (1.000 p.p.m.)

Para hormigón pretensado < 1 gramo por litro (1.000 p.p.m.)

Para hormigón armado u hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración < 3 gramo por litro (3.000 p.p.m.)

Hidratos de carbono (UNE 7132) = 0

Sustancias orgánicas solubles en éter (UNE 7235) $\leq$ 15 gramo por litro (15.000 p.p.m.)

Con respecto al contenido del ión cloruro, se tendrá en cuenta lo prescrito en la EHE.

## Recepción

Cuando no se posean antecedentes de su utilización en obras de hormigón, o en caso de duda, el control de calidad de recepción del agua de amasado, se efectuará realizando los ensayos especificados en el apartado anterior.

El incumplimiento de los valores admisibles considerará al agua como no apta para amasar mortero u hormigón, salvo justificación técnica documentada de que no perjudica apreciablemente las propiedades exigibles al mismo, ni a corto ni a largo plazo.

### 2.6.5. Aditivos para morteros y hormigones

#### Definición

Los aditivos son productos que, incorporados al hormigón o el mortero en una proporción igual o menor del cinco por ciento (5 por 100) del peso del cemento, antes del amasado, durante el mismo y/o posteriormente en el transcurso de un amasado suplementario, producen las modificaciones deseadas de sus propiedades habituales, de sus características, o de su comportamiento, en estado fresco y/o endurecido.

La designación de los aditivos se hará de acuerdo con lo indicado en la UNE EN 934-2:2010.

#### Aditivos

Se consideran fundamentalmente los cinco tipos de aditivos que se recogen en la siguiente tabla.

**Tabla 29.2**
Tipos de aditivos

| Tipo de aditivo | Función principal |
|---|---|
| Reductores de agua / Plastificantes | Disminuir el contenido de agua de un hormigón para una misma trabajabilidad o aumentar la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua. |
| Reductores de agua de alta actividad / Superplastificantes | Disminuir significativamente el contenido de agua de un hormigón sin modificar la trabajabilidad o aumentar significativamente la trabajabilidad sin modificar el contenido de agua. |
| Modificadores de fraguado / Aceleradores, retardadores | Modificar el tiempo de fraguado de un hormigón. |
| Inclusores de aire | Producir en el hormigón un volumen controlado de finas burbujas de aire, uniformemente repartidas, para mejorar su comportamiento frente a las heladas. |
| Multifuncionales | Modificar más de una de las funciones principales definidas con anterioridad. |

Los aditivos de cualquiera de los cinco tipos descritos anteriormente deberán cumplir la UNE-EN 934-2

En los documentos de origen, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en la UNE-EN 934-2, así como el certificado del fabricante que garantice que el producto satisface los requisitos prescritos en la citada norma, el intervalo de eficacia (proporción a emplear) y su función principal de entre las indicadas en la tabla anterior.

Salvo indicación previa en contra de la Dirección Facultativa, el Suministrador podrá emplear cualquiera de los aditivos incluidos en la Tabla 29.2 de la EHE-08. La utilización de otros aditivos distintos a los contemplados en este artículo, requiere la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

La utilización de aditivos en el hormigón, una vez en la obra y antes de su colocación en la misma, requiere de la autorización de la Dirección Facultativa y el conocimiento del Suministrador de Hormigón.

La utilización de cualquier otro aditivo no contemplado en esta tabla, requerirá la aprobación previa de la Dirección Facultativa

## Materiales

La Dirección Facultativa fijará los tipos, las características y dosificaciones de los aditivos que sean necesarios para modificar las propiedades del mortero u hormigón, en caso de ser requerido su empleo.

No se utilizará ningún tipo de aditivo modificador de las propiedades de morteros y hormigones sin la aprobación previa y expresa de la Dirección Facultativa.

## Equipos

La maquinaria y equipos necesarios para la dosificación, mezcla y homogeneización de los aditivos en morteros y hormigones serán los adecuados para que dichas operaciones se lleven a cabo correctamente.

## Ejecución

Será de aplicación todo lo prescrito en el apartado 281.4 del artículo 281 del PG-3.

En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos el cloruro cálcico ni productos en cuya composición intervengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes químicos que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.

En los elementos pretensados mediante armaduras ancladas exclusivamente por adherencia, no podrán utilizarse aditivos que tengan carácter de aireantes.

El aditivo tendrá una consistencia tal que su mezcla sea uniforme y homogénea en la masa del mortero y hormigón.

## Condiciones de suministro

Si los aditivos poseen un distintivo reconocido o un CC-EHE, ambos en el sentido expuesto en la EHE, cada partida acreditará que está en posesión del mismo.

Si los aditivos no poseen un distintivo reconocido o un CC-EHE, cada partida irá acompañada de su correspondiente documentación, las instrucciones de uso y un certificado, realizado por un laboratorio acreditado, donde figurarán expresamente los datos especificados en el apartado 281.5.1 del artículo 281 del PG-3.

Además, en los documentos de origen, figurará la designación del aditivo de acuerdo con lo indicado en la UNE EN 934-2:2002, así como el certificado de garantía del fabricante de que las características y especialmente el comportamiento del aditivo, agregado en las proporciones y condiciones previstas, son tales que produce la función principal deseada sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón, ni representar peligro para las armaduras.

## Envasado y etiquetado

Los aditivos se transportarán y almacenarán de manera que se evite su contaminación y que sus propiedades no se vean afectadas por factores físicos o químicos. El fabricante suministrará el aditivo correctamente etiquetado según la UNE EN 934-6:2002.

## Especificaciones de la unidad terminada

Se cumplirán los requisitos contenidos en la UNE EN 934-2:2002.

## Recepción

La Dirección Facultativa exigirá la presentación del expediente donde figuren las características y valores obtenidos en los aditivos a utilizar, de acuerdo con lo especificado en el apartado 281.5 del PG-3, o bien, el documento acreditativo de su certificación.

El control de recepción de los aditivos se llevará a cabo según se especifica en el apartado 281.7 del artículo 281 del PG-3.

## Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los aditivos para morteros y hormigones para que sus características se ajusten a lo indicado en este Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en la Instrucción EHE.

Antes de comenzar la obra, se comprobará en todos los casos el efecto del aditivo sobre las características de calidad del hormigón. Tal comprobación se realizará mediante los ensayos previos del hormigón citados en el Apartado 2.7.7.14. del presente Pliego. Igualmente se comprobará mediante los oportunos ensayos de laboratorio la ausencia en la composición del aditivo de compuestos químicos que puedan favorecer la corrosión de las armaduras.

Durante la ejecución se vigilará que el tipo y la marca del aditivo utilizado sean los aceptados por la Dirección de la Obra. El Contratista tendrá en su poder el Certificado del Fabricante de cada partida que certifique el cumplimiento de los requisitos indicados en los documentos señalados en el primer párrafo del presente apartado.

### 2.6.6. Adiciones a emplear en hormigones

#### Definición

Adiciones son aquellos materiales inorgánicos, puzolánicos o con hidraulicidad latente que, finamente divididos, pueden ser añadidos al hormigón con el fin de mejorar alguna de sus propiedades o conferirle características especiales.

En hormigón pretensado podrá emplearse adición de cenizas volantes cuya cantidad no podrá exceder del 20% del peso de cemento, o humo de sílice cuyo porcentaje no podrá exceder del 10% del peso del cemento.

#### Materiales

El humo de sílice es un subproducto que se origina en la reducción de cuarzo de elevada pureza con carbón en hornos eléctricos de arco para la producción de silicio y ferrosilicio.

Las cenizas volantes son los residuos sólidos que se recogen por precipitación electrostática o por captación mecánica de los polvos que acompañan a los gases de combustión de los quemadores de centrales termoeléctricas alimentadas por carbones pulverizados.

#### Condiciones del suministro

El suministrador de la adición la identificará y garantizará documentalmente el cumplimiento de las características especificadas a continuación, según que la adición empleada sea ceniza volante o humo de sílice.

Para las cenizas volantes o el humo de sílice suministrados a granel se emplearán equipos similares a los utilizados para el cemento.

### Prescripciones y ensayos de las cenizas volantes

Las cenizas volantes no podrán contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras. Además deberán cumplir las siguientes especificaciones de acuerdo con la UNE EN-1-2:2006:

- Anhídrido sulfúrico (SO), según la UNE EN 196-2:2006 ≤3,0%
- Cloruros (CI-), según la UNE EN 196-2:2006 ≤0,10%
- Oxido de calcio libre, según la UNE EN 451-1:2006 ≤1%
- Pérdida al fuego, según la UNE EN 196-2:2006 ≤5,0%
- Finura, según la UNE EN 451-2:95
- Cantidad retenida por el tamiz 45 µ m ≤40%
- Índice de actividad, según la UNE EN 196-1:2005
- A los 28 días >75%
- A los 90 días >85%
- Expansión por método de las agujas, UNE EN 196-3:2005 <10 mm
- La especificación relativa a la expansión sólo debe tenerse en cuenta si el contenido en óxido de calcio libre supera el 1% sin sobrepasar el 2,5%.
- Los resultados de los análisis y de los ensayos previos estarán a disposición de la Dirección Facultativa.

### Prescripciones y ensayos del humo de sílice

El humo de sílice no podrá contener elementos perjudiciales en cantidades tales que puedan afectar a la durabilidad del hormigón o causar fenómenos de corrosión de las armaduras. Además, deberá cumplir las siguientes especificaciones:

- Óxido de silicio (SiO), según la UNE EN 196-2:2006 ≥85%
- Cloruros (CL) según la UNE 80217 < 0,10%
- Pérdida al fuego, según la UNE EN 196-2:2006 <5%
- Índice de actividad, según la UNE EN 13263-1 >100%

Los resultados de los análisis y de los ensayos previos estarán a disposición de la Dirección Facultativa.

### Almacenamiento

Las adiciones se almacenarán en recipientes y silos impermeables que los protejan de la humedad y de la contaminación, los cuales estarán perfectamente identificados para evitar posibles errores de dosificación.

### Condiciones de utilización

Se podrán utilizar cenizas volantes o humo de sílice como adición en el momento de la fabricación del hormigón, únicamente cuando se utilice cemento tipo CEM I.

En estructuras de edificación, en elementos no pretensados, la cantidad máxima de cenizas volantes adicionadas no excederá del 35% del peso de cemento, mientras que la cantidad máxima de humo de sílice adicionado no excederá del 10% del peso de cemento.

No se utilizará ningún tipo de adición sin la aprobación previa y expresa de la Dirección Facultativa, quien exigirá la presentación de ensayos previos favorables.

Para la utilización de las cenizas volantes y el humo de sílice además se seguirán las indicaciones de la UNE 83414:1990 EX y UNE 83460-2:2005.

Las adiciones se dosificarán en peso, empleando básculas y escalas distintas de las utilizadas en los áridos. La tolerancia en peso de adiciones será del ± 3 por 100.

### Recepción

La central de hormigonado llevará a cabo el control de recepción de los diferentes suministros para comprobar que las posibles variaciones de su composición no afectan al hormigón fabricado con las mismas.

No se utilizarán suministros de adiciones que no lleguen acompañados de un certificado firmado de garantía del suministrador.

Antes de comenzar la obra se realizarán en un laboratorio oficial u oficialmente acreditado los ensayos especificados en los apartados anteriores. La determinación del índice de actividad resistente se realizará con cemento de la misma procedencia que el previsto para la ejecución de la obra.

Al menos cada tres meses de obra se realizarán las siguientes comprobaciones sobre las adiciones: trióxido de azufre, pérdida por calcinación y finura para las cenizas volantes y pérdida por calcinación y contenido de cloruros para el humo de sílice, con el fin de comprobar la homogeneidad del suministro.

## 2.6.7. Hormigones

### Definición y generalidades

Se definen como hormigones, los materiales formados por mezcla de cemento, árido grueso, árido fino y agua, con o sin la incorporación de aditivos o adiciones, que desarrolla sus propiedades por endurecimiento de la pasta de cemento (cemento y agua).

Los hormigones cumplirán las condiciones exigidas en la "Instrucción de Hormigón Estructural EHE" y en el artículo 610 del PG-3.

## Composición y tipología de hormigones

El cemento a emplear en la fabricación de hormigones cumplirá las especificaciones del artículo 2.7.3. del presente Pliego.

El agua para amasado y curado del hormigón cumplirá lo especificado en el artículo 2.7.4. Los áridos a emplear cumplirán lo prescrito en el artículo 2.7.2.

Los aditivos y adiciones cumplirán las condiciones establecidas en los artículos 2.7.5 y 2.7.6. del presente Pliego.

Los hormigones se tipificarán de acuerdo con el siguiente formato (lo que deberá reflejarse en los planos de proyecto y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto):

T - R / C / TM / A

Donde:

T Indicativo que será HM en el caso de hormigón en masa, HA en el caso de hormigón armado y HP en el de pretensado.

R Resistencia característica especificada, en N/mm².

C Letra inicial del tipo de consistencia, tal y como se define en 31.5 de la EHE-08.

TM Tamaño máximo del árido en milímetros, definido en 28.3 de la EHE-08.

A Designación del ambiente, de acuerdo con 8.2.1 de la EHE-08.

En cuanto a la resistencia característica especificada, se recomienda utilizar la siguiente serie:

20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100

En la cual las cifras indican la resistencia característica especificada del hormigón a compresión a 28 días, expresada en N/mm².

La resistencia de 20 N/mm² se limita en su utilización a hormigones en masa.

El hormigón que se prescriba deberá ser tal que, además de la resistencia mecánica, asegure el cumplimiento de los requisitos de durabilidad (contenido mínimo de cemento y relación agua/cemento máxima) correspondientes al ambiente del elemento estructural, reseñados en la EHE.

## Hormigones reciclados

Hormigón reciclado (HR) es el hormigón fabricado con árido grueso reciclado procedente del machaqueo de residuos de hormigón.

Para su aplicación en hormigón estructural, se recomienda limitar el contenido árido grueso reciclado al 20% en peso sobre el contenido total del árido grueso. Con esta limitación, las propiedades finales del hormigón reciclado apenas se ven afectadas en relación a las que presenta un hormigón convencional, siendo necesaria, para porcentajes superiores, la realización de estudios específicos y experimentación complementaria en cada aplicación.

El árido reciclado puede emplearse tanto para hormigón en masa como hormigón armado de resistencia característica no superior a 40 $N/mm^2$, quedando excluido su empleo en hormigón pretensado.

En el caso de hormigones reciclados con un porcentaje de árido reciclado menor o igual al 20%, los valores característicos del peso propio se obtienen a partir de los mismos valores de densidades que establece la instrucción:

Hormigón en masa 2.300 Kg/ $m^2$
Hormigón armado 2.500 Kg/ $m^2$

Para porcentajes de árido grueso reciclado superiores al 20%, la densidad resultante del hormigón reciclado es inferior a la de un hormigón convencional por la menor densidad que presenta el árido reciclado, a causa del mortero que permanece adherido al árido natural. Cuanto mayor es el porcentaje de árido reciclado utilizado menor será la densidad del hormigón. Así, para sustituciones totales del árido grueso, los descensos se sitúan entre el 5-15% de la densidad de hormigón convencional.

Los tipos de cementos utilizados en la fabricación de hormigones con áridos reciclados serán los mismos que se emplean en un hormigón convencional para las mismas aplicaciones.

La combinación de árido grueso natural y reciclado ha de satisfacer las especificaciones recogidas en la Instrucción.

En general se emplearán para los áridos reciclados los métodos de ensayo incluidos en la Instrucción.

Se considera que los áridos reciclados obtenidos a partir de hormigones estructurales sanos, o bien de hormigones de resistencia elevada, son adecuados para la fabricación del hormigón reciclado estructural, aunque deberá comprobarse que cumplen las especificaciones exigidas en los siguientes apartados.

Las partidas de árido reciclado deben disponer de un documento de identificación de los escombros a origen que incluya los siguientes aspectos:

- Naturaleza del material (hormigón en masa, armado, mezcla de hormigón, etc.),
- Planta productora del árido y empresa transportista del escombro,

- Presencia de impurezas (cerámico, madera, asfalto),
- Detalles sobre su procedencia (origen o el tipo de estructura de la que procede),
- Cualquier otra información que resulte de interés (causa de la demolición, contaminación de cloruros, hormigón afectado por reacciones álcali-árido, etc.)

Los áridos reciclados se designarán con el formato que se recoge en la Instrucción EHE.

El tamaño mínimo permitido de árido reciclado es de 4 mm.

Será de aplicación todo lo recogido en la vigente EHE en el anejo de Recomendaciones para el uso de hormigones reciclados.

### Hormigón ligero

Se define como hormigón ligero estructural (HLE) aquel hormigón de estructura cerrada, cuya densidad aparente, medida en condición de seco hasta peso constante, es inferior a 2.000 kg/m3 y que contiene una cierta proporción de árido ligero, tanto natural como artificial. Se excluye a los hormigones celulares, tanto de curado estándar como curados en autoclave.

Es importante resaltar que la densidad aparente (o peso unitario) en el estado fresco es superior al del hormigón de árido normal y depende del grado de saturación del árido ligero y del contenido de agua de amasado.

Para el caso de hormigones ligeros estructurales, la resistencia mínima se establece en 15 o 20 N/mm2 en tanto que la resistencia máxima depende del tipo de árido ligero que se trate y del diseño particular de la mezcla. Si bien existen aplicaciones de hormigones ligeros de alta resistencia, la resistencia máxima del hormigón ligero estructural considerado en este Anejo se limita a 50 N/mm2.

Las características mecánicas del hormigón con árido ligero (deformación última, módulo de deformación longitudinal, resistencia a tracción), para una misma resistencia a compresión dependen en gran medida de la densidad de éste, siendo mayores conforme aumenta la densidad en seco del hormigón ligero.

En cuando a la resistencia característica indicada se empleará la misma serie que para hormigón convencional con la resistencia especificada en N/mm2:

HLE – 25, HLE – 30, HLE – 35, HLE – 40, HLE – 45 y HLE – 50

Este tipo de hormigones deben cumplir todo lo recogido en la vigente EHE.

### Características

Las características mecánicas de los hormigones empleados en estructuras cumplirán las condiciones impuestas en el artículo 39 de la Instrucción EHE.

Cada tipo de hormigón empleado deberá cumplir con la resistencia a compresión a los 28 días de edad especificada en proyecto, excepto en aquellas obras en las que el hormigón no vaya a ser sometido a solicitación los tres primeros meses desde su puesta en obra, en cuyo caso podrá referirse la resistencia a compresión a los 90 días de edad.

## Dosificación del hormigón

La dosificación se llevará a cabo respetando las limitaciones siguientes:

La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón y la máxima relación agua/cemento serán las siguientes:

Tabla 37.3.2.a
Máxima relación agua/cemento y mínimo contenido de cemento

| Parámetro de dosificación | Tipo de hormigón | Clase de exposición | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | I | IIa | IIb | IIIa | IIIb | IIIc | IV | Qa | Qb | Qc | H | F | E |
| Máxima relación a/c | Masa | 0,65 | — | — | — | — | — | — | 0,50 | 0,50 | 0,45 | 0,55 | 0,50 | 0,50 |
| | Armado | 0,65 | 0,60 | 0,55 | 0,50 | 0,50 | 0,45 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,45 | 0,55 | 0,50 | 0,50 |
| | Pretensado | 0,60 | 0,60 | 0,55 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,50 | 0,45 | 0,45 | 0,55 | 0,50 | 0,50 |
| Mínimo contenido de cemento (kg/m³) | Masa | 200 | — | — | — | — | — | — | 275 | 300 | 325 | 275 | 300 | 275 |
| | Armado | 250 | 275 | 300 | 300 | 325 | 350 | 325 | 325 | 350 | 350 | 300 | 325 | 300 |
| | Pretensado | 275 | 300 | 300 | 300 | 325 | 350 | 325 | 325 | 350 | 350 | 300 | 325 | 300 |

La cantidad máxima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 400 kg. Sólo bajo la autorización expresa del Ingeniero Director podrá superarse dicho límite.

El Contratista realizará ensayos previos en laboratorio para establecer la dosificación, con objeto de conseguir que el hormigón resultante cumpla con las condiciones que se le exigen en la Instrucción EHE, a menos que pueda acreditar documentalmente que los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos pueda conseguir un hormigón que posea las condiciones exigidas.

## Resistencia del hormigón frente al ataque por sulfatos

En el caso de existencia de sulfatos, el cemento poseerá la característica adicional de resistencia a los sulfatos, según la vigente instrucción para la recepción de cementos, siempre que su contenido sea igual o mayor que 600 mg/l en el caso de aguas, o igual o mayor que 3000 mg/kg en el caso de suelos.

En el caso de que un elemento estructural armado esté sometido a un ambiente que incluya una clase general del tipo IIIb o IIIc, o bien que un elemento de hormigón en masa se encuentre sumergido o en zona de carrera de mareas, el cemento a emplear deberá tener la característica adicional de resistencia al agua de mar, según - la vigente instrucción para la recepción de cementos

## Fabricación y transporte a obra del hormigón.

### Fabricación

En la ejecución de hormigones se atendrá el Contratista a todo lo dispuesto en la vigente Instrucción EHE y a las órdenes concretas que, para la debida aplicación de la misma dicte en cada caso el Ingeniero Director.

El hormigón se hará forzosamente con máquina. Si el hormigón ha de ser amasado a pie de obra, el Contratista instalará en el lugar de trabajo una hormigonera del tipo aprobado, equipada con dispositivo para la regularización y medición del agua, capaz de producir una mezcla de hormigón homogéneo de color uniforme. El volumen de material mezclado por amasado, no ha de exceder los tres cuartos (3/4) de la capacidad nominal de la hormigonera.

El tiempo de amasado no será inferior a un minuto en hormigonera de setecientos cincuenta (750) litros o inferior.

### Transporte

El hormigón se transportará desde la hormigonera al lugar del vertido, tan rápidamente como sea posible según métodos aprobados por el Ingeniero Director y que no acusen segregación o pérdida de ingredientes. Se depositará tan cerca como sea posible de su colocación final, para evitar manipulaciones ulteriores.

Si la fabricación de la mezcla se efectúa en una instalación central que abastezca obras próximas, el transporte del hormigón podrá efectuarse por medio de camiones, cuya capacidad no podrá ser aprovechada en más del 80% de la cifra que suministre el fabricante del equipo. El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media, salvo que se utilicen aditivos retardadores de fraguado. Dicho tiempo límite podrá disminuirse, en su caso, cuando el fabricante del hormigón considere necesario establecer en su hoja de suministro un plazo inferior para su puesta en obra. Durante todo el período de permanencia de la mezcla en el camión, debe funcionar constantemente el sistema de agitación.

El transporte del hormigón por tubería con el uso de bomba de hormigón está autorizado siempre y cuando no se produzcan segregaciones, a juicio del Ingeniero Director.

## Puesta en obra del hormigón

### Colocación

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado.

No se colocarán en obra capas o tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

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

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

Se tendrá especial cuidado en evitar el desplazamiento de armaduras, conductos de pretensado, anclajes y encofrados, así como el producir daños en la superficie de estos últimos, especialmente cuando se permita la caída libre del hormigón.

### Compactación

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas y de manera tal que se eliminen los huecos y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación. El proceso de compactación deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie y deje de salir aire.

Cuando se utilicen vibradores de superficie el espesor de la capa después de compactada no será mayor de 20 centímetros.

La utilización de vibradores de molde o encofrado deberá ser objeto de estudio, de forma que la vibración que se transmita a través del encofrado sea la adecuada para producir una correcta compactación, evitando la formación de huecos y capas de menor resistencia.

El revibrado del hormigón deberá ser objeto de aprobación por parte de la Dirección de Obra.

La utilización en obra de hormigones autocompactantes solo se podrán ejecutar tras la expresa autorización de la Dirección Facultativa.

### Juntas de hormigonado

Las juntas de hormigonado, se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas, con dicho fin, de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones. Se les dará la forma apropiada que asegure una unión lo más íntima posible entre el antiguo y el nuevo hormigón.

Cuando haya necesidad de disponer juntas de hormigonado no previstas en el proyecto se dispondrán en los lugares que apruebe la Dirección de Obra, y preferentemente sobre los puntales de la cimbra. No se reanudará el hormigonado de las mismas sin que hayan sido previamente examinadas y aprobadas, si procede, por la Dirección de Obra.

Si el plano de una junta resulta mal orientado, se demolerá la parte de hormigón necesaria para proporcionar a la superficie la dirección apropiada.

Antes de reanudar el hormigonado, se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto y se limpiará la junta con toda suciedad o árido que haya quedado suelto. En cualquier caso, el procedimiento de limpieza utilizado no deberá producir alteraciones apreciables en la adherencia entre la pasta y el árido grueso.

Expresamente se prohíbe el empleo de productos erosivos en la limpieza de juntas.

Se prohíbe hormigonar directamente sobre o contra superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas. En este caso deberán eliminarse previamente las partes dañadas por el hielo.

### Hormigonado en condiciones especiales

### Hormigonado en tiempo frío

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5ºC.

Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados.

En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados.

En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento de hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material. En el caso de que se produzca algún tipo de daño, deberán realizarse los ensayos de información necesarios para estimar la resistencia realmente alcanzada, adoptándose, en su caso, las medidas oportunas.

El empleo de aditivos aceleradores de fraguado o aceleradores de endurecimiento o, en general, de cualquier producto anticongelante específico para el hormigón requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la Dirección de Obra. Nunca podrán utilizarse productos susceptibles de atacar a las armaduras, en especial los que contienen ión cloro.

### Hormigonado en tiempo caluroso

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa. Estas medidas deberán acentuarse para hormigones de resistencias altas.

Para ello los materiales constituyentes del hormigón y los encofrados o moldes destinados a recibirlo deberán estar protegidos del soleamiento.

Una vez efectuada la colocación del hormigón se protegerá éste del sol y especialmente del viento, para evitar que se deseque.

Si la temperatura ambiente es superior a 40ºC o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten medidas especiales.

### Curado del hormigón

Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado. Este se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase del cemento, de la temperatura y grado de humedad del ambiente.

El curado podrá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón, mediante riego directo que no produzca deslavado.

El curado del hormigón se realizará con aportación de agua y, sólo en casos excepcionales y previa aprobación por escrito de la D.O., se podrá utilizar productos filmógenos.

### Acabado de superficies

Las superficies vistas de las piezas o estructuras, una vez desencofradas o desmoldeadas, no presentarán coqueras o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra o a su aspecto exterior.

Cuando se requiera un particular grado o tipo de acabado por razones prácticas o estéticas, se especificarán los requisitos directamente o bien mediante patrones de superficie.

En general, para el recubrimiento o relleno de las cabezas de anclaje, orificios, entalladuras, cajetines, etc., que deba efectuarse una vez terminadas las piezas, se utilizarán morteros fabricados con masas análogas a las empleadas en el hormigonado de dichas piezas, pero retirando de ellas los áridos de tamaño superior a 4 mm. Todas las superficies de mortero se acabarán de forma adecuada.

### Control de calidad

El control de materiales y el control de la ejecución se realizarán según lo dispuesto en los capítulos XVI y XVII de la Instrucción EHE, respectivamente.

Para los lotes correspondientes a elementos de hormigón pretensado, el control se realizará determinando la resistencia de al menos seis (6) amasadas por lote. De cada una de estas amasadas se

extraerán al menos nueve (9) probetas y se comprobará la resistencia a cuarenta y ocho (48) horas (dos (2) probetas), siete (7) días (dos (2) probetas) y veintiocho (28) días (tres (3) probetas), guardándose dos (2) probetas para estudiar la evolución de la resistencia del hormigón a mayor plazo si fuese necesario.

Se realizará la rotura de probetas necesarias de forma a asegurar una resistencia del hormigón de al menos veintiocho (28) MPa para poder realizar el tesado completo.

En los lotes correspondientes a elementos de hormigón armado, el control se realizará determinando la resistencia de al menos cuatro (4) amasadas por lote. De cada amasada se extraerá al menos siete (7) probetas y se comprobará su resistencia a siete (7) días (dos (2) probetas), veintiocho (28) días (tres (3) probetas) quedando dos (2) probetas para estudiar la evolución de la resistencia del hormigón a mayor plazo si fuese necesario.

## 2.7. Morteros y lechadas

### 2.7.1. Definición

#### Mortero

Se puede definir como el material de construcción constituido por la mezcla de un ligante y cargas mineral inertes, naturales o artificiales.

#### Mortero hidráulico

Se puede definir como el material de construcción constituido por la mezcla de un conglomerante hidráulico, agua y arenas naturales o artificiales (cargas minerales inertes).

Los conglomerantes hidráulicos más utilizados son los cementos en general, aunque también se confeccionan morteros de cal y de cal+cemento, estos últimos denominados «bastardos».

#### Lechada de cemento

Se define la lechada de cemento, como la pasta muy fluida de cemento y agua, y eventualmente adiciones, utilizada principalmente para inyecciones de terrenos, cimientos, túneles, etc.

### 2.7.2. Componentes del mortero

#### Cementos

Los cementos que se utilicen para la fabricación de morteros, deberán cumplir las prescripciones impuestas por la vigente INSTRUCCION PARA LA RECEPCION DE CEMENTOS (RC-16). La elección del tipo de cemento y su dosificación estarán determinados por las características del trabajo a realizar.

### Cales

Las cales podrán ser aéreas o hidráulicas. Existe la Norma UNE-ENV 459-1:2011.

### Arenas

Se entiende por arena o «árido fino», el árido o fracción que pasa por un tamiz de 5 mm de luz de malla (tamiz 5 UNE 7050). Son materiales inertes, naturales o artificiales, que no participan en el fraguado y endurecimiento, pero sí en las propiedades físicas y químicas del mortero endurecido.

Como arenas se pueden utilizar las naturales, rocas trituradas, escorias siderúrgicas adecuadas así como cualquier material que se adapte a lo dispuesto en la vigente INSTRUCCIÓN DE HORMIGON ESTRUCTURAL (EHE).

### Aguas

En general podrá utilizarse cualquier tipo de agua, tanto para el amasado del mortero como para su curado, siempre que cumpla con lo prescrito en la vigente EHE, en base a la Norma UNE-EN 480-1:1998.

#### 2.7.3. Otros componentes del mortero

La vigente EHE también considera como componentes del hormigón los aditivos y adiciones, siempre que su presencia esté justificada mediante ensayos. Por analogía se puede hacer extensiva esta consideración a los morteros.

### Aditivos

Son sustancias o productos, en estado sólido o líquido, que incorporadas al mortero antes de, o durante el amasado (o durante un amasado adicional), en una proporción inferior al 5% del peso del cemento, producen la modificación deseada, en estado fresco y/o endurecido, de alguna de sus características, propiedades habituales o comportamiento.

### Adiciones

Los aditivos son productos que, incorporados al hormigón o el mortero en una proporción igual o menor del cinco por ciento (5 por 100) del peso del cemento, antes del amasado, durante el mismo y/o posteriormente en el transcurso de un amasado suplementario, producen las modificaciones deseadas de sus propiedades habituales, de sus características, o de su comportamiento, en estado fresco y/o endurecido.

### Clasificación y definiciones

Los diferentes tipos de aditivos y sus aplicaciones serán los contemplados en las Normas UNE-EN 197-1:2011, UNE-EN 450, UNE-EN 934-2.

## 2.7.4. Propiedades de los morteros

### Mortero fresco

Docilidad: Facultad de ser manejado, transportado y colocado fácilmente sin que pierda homogeneidad.
Consistencia: Facilidad para deformarse, plasticidad.
Retención de agua: Es la capacidad de retención de agua suficiente para su curado.
Cohesión: Es la oposición a la segregación o separación de los componentes por gravedad.
Densidad: La densidad expresada en kg/m 3 es el cociente de la masa (m) en kg y el volumen (v) en m 3 que ocupa el mortero fresco cuando se introduce y compacta en un recipiente de una capacidad dada.
Contenido de aire: Es la cantidad de aire contenida en un volumen determinado, expresada en %.

### Mortero endurecido

Durabilidad: Es el tiempo durante el cual el mortero cumple con la función para que fue previsto, en definitiva es su «vida útil». En cualquier caso la «durabilidad» está íntimamente relacionada con la impermeabilidad.
Resistencias a flexión y compresión: Por lo general elevadas resistencias mecánicas indican una buena calidad.
Adherencia: La adherencia dependerá en gran medida del tipo y características del soporte.
Resistencia a la abrasión: Indica la dureza superficial y por tanto la resistencia al desgaste.

## 2.7.5. Clases de morteros

La Norma UNE-EN 998-2:2018 establece la siguiente clasificación en función de las resistencias a compresión:

| Clase | Resistencia a la Comprensión en N/mm2 |
|---|---|
| M1 | 1 |
| M 2,5 | 2,5 |
| M 5 | 5 |
| M 7,5 | 7,5 |
| M 10 | 10 |

| | |
|---|---|
| M 12,5 | 12,5 |
| M 15 | 15 |
| M 20 | 20 |
| M 30 | 30 |

En función del uso se prescriben las siguientes clases resistentes:

| UNIDAD DE OBRA | TIPO | PIEZAS | MORTERO |
|---|---|---|---|
| FÁBRICAS | Tabiquería, Particiones | LHS<br>LHD | M-5 |
| | Fábrica no resistente revestida. Cerramientos | Bloque cerámico<br>Bloque cerámico de arcilla aligerada<br>Ladrillo perforado o macizo<br>Bloque de hormigón<br>Piedra | M-5<br>M-7,5 |
| | Fábrica vista. Cerramientos | Ladrillos cara vista<br>Bloques cara vista<br>Piedra | M-5 M-7,5<br>absorción (2)<br>c ≤ 0,4 para Juntas tipo J1(3)<br>c ≤ 0,2 para Juntas tipo J2(3) |
| | Fábrica resistente no armada | Bloque cerámico<br>Bloque cerámico de arcilla aligerada<br>Ladrillo perforado o macizo<br>Bloque de hormigón<br>Piedra | M-7,5 |
| | Fábrica armada | Bloque cerámico<br>Bloque cerámico de arcilla aligerada<br>Ladrillo perforado o macizo<br>Bloque de hormigón | M-7,5<br>Iones cloruro < 0,1 % |
| | Fábrica de alta resistencia | Bloque de hormigón<br>Bloque cerámico<br>Ladrillo perforado o macizo | M-10 o superior |
| SOLADOS (4) (5) | Pieza a pieza | Piezas de terrazo<br>Baldosas de cemento | M-7,5<br>M-10 |

| UNIDAD DE OBRA | TIPO | PIEZAS | MORTERO |
|---|---|---|---|
| | Extensión simple | Solados de baja intensidad de tráfico con:<br>Piezas de terrazo<br>Baldosas de cemento<br>Materiales pétreos absorbentes | M-2,5 |
| | Extensión simple (6) | Solados de media y alta intensidad de tráfico con:<br>Piezas de terrazo<br>Baldosas de cemento<br>Materiales pétreos absorbentes | M-5 |
| | Extensión con adhesivos cementosos | Piezas Cerámicas<br>Materiales pétreos poco absorbentes | M-7,5 |
| | Extensión con adhesivos no cementosos | Parquet pegado<br>Linóleo<br>PVC<br>Moquetas<br>Goma | M-7,5<br>M-10 |

(1) Para evitar roturas frágiles de los muros, la resistencia a compresión del mortero no debe ser superior al 0,75 de la resistencia normalizada de las piezas.

(2) Coeficiente de absorción de agua por capilaridad según Norma UNE-EN 998-1: c (Kg./m2 · min0,5).

(3) Designación de Juntas según CTE DB HS-1 Fachadas.

(4) Las baldosas cerámicas se recibirán conforme a los materiales indicados en la Norma UNE-EN 12004:2001.

(5) En el caso de morteros retardados el tiempo máximo de retraso será de 8 h.

(6) La adherencia se confía a una interfase producida por la aplicación sobre el mortero fresco de un espolvoreado de cemento en polvo o lechada de cemento.

### 2.7.6. Ensayos sobre mortero

La dirección de Obra podrá solicitar al Contratista la ejecución de los siguientes ensayos:

#### Determinación de la consistencia

La consistencia del mortero se determinará por medio de la mesa de sacudidas, según la Norma UNE 83258:2005.

#### Determinación de la densidad aparente

La densidad del mortero fresco se determinará conforme a lo especificado en la Norma UNE-EN 1015-6:1999.

### Determinación del contenido de aire

El contenido de aire se determinará según el método de ensayo indicado en la Norma UNE-EN 1015-7:1999.

### Determinación del tiempo de fraguado

El tiempo de fraguado se determinará de acuerdo con la Norma UNE-EN 480-2:2007.

### Determinación de las resistencias a flexión y compresión

Las resistencias a flexión y compresión del mortero endurecido se determinarán de acuerdo con el método de ensayo especificado en la Norma UNE-EN 1015-11:2000.

### Determinación de la adherencia

La adherencia de un mortero endurecido, a un determinado soporte, se determinará conforme a la Norma UNE-EN 1015-12:2000.

### Determinación del coeficiente de agua por absorción capilar

Se realizará según la Norma experimental UNE 83-825.

### Resistencia a la abrasión

La resistencia a la abrasión del mortero endurecido se determinará mediante el abrasímetro TABER y el método de ensayo correspondiente.

#### 2.7.7. Fabricación de los morteros

Los morteros serán suficientemente plásticos para rellenar los espacios en que hayan de usarse, y no se retraerán de forma tal que pierdan contacto con la superficie de apoyo.

La mezcla será tal que, al apretarla, conserve su forma una vez que se le suelta, sin pegarse ni humedecer las manos.

La proporción, en peso en las lechadas, del cemento y el agua podrá variar desde el uno por ocho (1/8) al uno por uno (1/1), de acuerdo con las características de la inyección y la presión de aplicación. En todo caso, la composición de la mezcla deberá ser aprobada por el Director de Obra para cada uso.

Los aditivos y adiciones en estado sólido (polvo) se añadirán a la mezcla seca y los líquidos se incorporarán conjuntamente con el agua de amasado.

El amasado se realizará preferiblemente con amasadora o mezcladora de mortero o de hormigón hasta conseguir un producto uniforme. El tiempo de mezclado será 1 minuto como mínimo por cada m 3 de mortero. Cuando el amasado sea a mano se hará sobre una plataforma impermeable y limpia, realizándose como mínimo tres batidos. El conglomerante se mezcla en seco con la arena añadiéndose después el agua.

#### 2.7.8. Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los morteros a emplear en las obras para que sus características se ajusten a lo señalado en el presente Pliego y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La dosificación y los ensayos de los morteros de cemento deberán ser presentados por el Contratista al menos siete (7) días antes de su empleo en obra para su aprobación por la Dirección de Obra.

Al menos semanalmente se efectuarán los siguientes ensayos:

Un ensayo de determinación de resistencia a compresión según el apartado 2.8.6.5 de este Pliego.
Un ensayo de determinación de consistencia según el apartado 2.8.6.1. de este Pliego.

Al menos trimestralmente se efectuará el siguiente ensayo:

Una (1) determinación de variación volumétrica según ASTM C-827.

### 2.8. Madera

#### 2.8.1. Condiciones generales

La madera para entibaciones, apeos, andamios, encofrados, demás medios auxiliares y carpintería de armar, deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Proceder de troncos sanos apeados en sazón.
- Haber sido desecada, por medios naturales o artificiales durante el tiempo necesario hasta alcanzar el grado de humedad preciso para las condiciones de uso que se destine.
- No presentar signo alguno de putrefacción, atronaduras, carcomas o ataque de hongos.
- Estar exenta de grietas, lupias y verrugas, manchas o cualquier otro defecto que perjudique su solidez y resistencia. En particular, contendrá el menor número posible de nudos, los cuales, en todo caso, tendrán un espesor inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión de la pieza.
- Tener sus fibras rectas y no reviradas o entrelazadas y paralelas a la mayor dimensión de la pieza.
- Presentar anillos anulares de aproximada regularidad, sin excentricidad de corazón ni entrecorteza.
- Dar sonido claro por percusión.
- No se permitirá en ningún caso el empleo de madera sin descortezar ni siquiera en las entibaciones y apeos.

Las dimensiones y forma de la madera serán, en cada caso, las adecuadas para garantizar la resistencia de los elementos de la construcción en madera; cuando se trate de construcciones de carácter definitivo se ajustarán a las definidas en los Planos o a las aprobadas por el Director.

La madera de construcción escuadrada será al hilo, cortada a sierra y de aristas vivas y llenas.

### 2.8.2. Madera para entibaciones y medios auxiliares

#### Ámbito de aplicación

La madera para entibaciones y medios auxiliares será la destinada a las entibaciones en obras subterráneas en zanjas y pozos, en apeos, cimbras, andamios y en cuantos medios auxiliares para la construcción se utilicen en las obras a que se refiere este proyecto.

#### Condiciones generales

Además de los estipulado en el apartado 2.8.1 de este Pliego, la madera para entibaciones y medios auxiliares deberá tener dimensiones suficientes para la seguridad de la obra y de las personas.

La madera para entibaciones y medios auxiliares poseerá una durabilidad natural al menos igual a la que presenta el pino "sylvestris".

Se emplearán maderas sanas, con exclusión de alteraciones por pudrición aunque serán admisibles alteraciones de color, como el azulado en las coníferas.

La madera para entibaciones y medios auxiliares deberá estar exenta de fracturas por compresión.

Las tensiones de trabajo máximas admisibles paralelamente a las fibras serán las siguientes:

| MADERA | TRACCION (Kp/cm2) | COMPRESION (Kp/cm2) | TANGENCIAL (Kp/cm2) |
|---|---|---|---|
| Roble y haya | 100 | 80 | 10 |
| Pino | 100 | 60 | 10 |
| Abeto y chopo | 80 | 50 | 8 |

### 2.8.3. Madera para encofrados y cimbras

#### Ámbito de aplicación.

Madera para encofrados y cimbras será utilizada para la construcción de encofrados en obras de hormigón o de mortero.

### Condiciones generales.

Además de lo estipulado en el presente Pliego, la madera para encofrados tendrá la suficiente rigidez para soportar sin deformaciones perjudiciales las acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse en la puesta en obra y vibrado del hormigón.

La madera para encofrados será preferiblemente de especies resinosas y de fibra recta.

Según sea la calidad exigida a la superficie del hormigón las tablas para el forro o tablero de los encofrados será:

machihembrada
escuadrada con sus aristas vivas y llenas, cepillada y en bruto.

Solo se emplearán tablas de madera cuya naturaleza y calidad o cuyo tratamiento o revestimiento garantice que no se producirán ni alabeos ni hinchamiento que puedan dar lugar a fugas del material fino del hormigón fresco o a imperfecciones en los paramentos.

Las tablas para forros o tableros de encofrados estarán exentas de sustancias nocivas para el hormigón frescos y endurecido o que manchen o coloreen los paramentos

#### 2.8.4. Características.

### Características físicas.

El contenido de humedad de la madera determinado según la Norma UNE -EN 13183-1:2002 no excederá del quince por ciento (15%).

El peso específico determinado según la Norma UNE 56531:1977, estará comprendido entre 0,40 y 0,60 t/cm3.

La higroscopicidad calculada según la Norma UNE 56532:1977, será normal.

El coeficiente de contracción volumétrica, determinado según la Norma UNE 56533:1977, estará comprendido entre 0,35 y 0,55 por 100.

### Características mecánicas.

La resistencia a compresión, determinada según la Norma UNE 56535, será:

- Característica o axial fmk > 300 kg/cm2.
- Perpendicular a las fibras > 300 kg/cm2.
- La resistencia a la flexión estática, determinada según la Norma UNE 56537, será:
- Cara radial hacia arriba > 300 kg/cm2.
- Cara radial hacia el costado > 25 kg/cm2.

- Con este mismo ensayo y midiendo la fecha a rotura, se determinará el módulo de elasticidad que no será inferior a noventa mil. (90.000 kg/cm2).
- La resistencia a la tracción, determinada según la Norma UNE 56538, será:
- Paralelo a las fibras > 399 kg/cm2.
- Perpendicular a las fibras > 25 kg/cm2.
- La resistencia a la herida en dirección paralela a las fibras, determinada según la Norma UNE 56539, será superior a quince (15) kg/cm2.
- La resistencia a esfuerzo cortante en dirección perpendicular a las fibras, será superior a cincuenta (50) kg/cm2.

#### 2.8.5. Recepción.

Queda a criterio de la Dirección Facultativa la clasificación del material en lotes de control a la decisión sobre los ensayos de recepción a realizar.

#### 2.8.6. Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de la madera a emplear en la obra para que cumpla con las características señaladas en los apartados 0 y 0 del presente Pliego, así como las indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La Dirección de Obra deberá autorizar la utilización de la madera destinada a las distintas zonas de la obra.

### 2.9. Encofrados, apeos y cimbras

#### 2.9.1. Encofrados

**Definición**

Se define como encofrado el elemento destinado al moldeo "in situ" de hormigones.

**Tipos de encofrado y características**

El encofrado puede ser de madera o metálico, según el material que se emplee. Por otra parte, el encofrado puede ser fijo o deslizante. A su vez, puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por esto último el que queda embebido dentro del hormigón.

**De madera**

La madera que se utilice para encofrados deberá cumplir las características del Apartado 2.8 del presente Pliego.

## Encofrados con paneles modulares con acabado fenólico

Los aceros y materiales metálicos para encofrados deberán cumplir las características del Apartado 2.10.2 del presente Pliego.

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

El cerramiento de espacios residuales se realizará con elementos de compensación unidos mediante correas a la estructura metálica de los paneles.

La unión entre paneles se ejecutará con cerrojos que permitan la correcta alineación y estanqueidad de juntas. También, de cara a garantizar la impermeabilidad de la obra de fábrica durante la ejecución de los muros a dos caras se deberá asegurar que los anclajes utilizados para la unión de los paneles sean estancos.

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

En aquellos elementos o depósitos en los que se prevea que los paramentos de hormigón vayan a estar en contacto con agua, sea esta residual, industrial o limpia, se considera imprescindible conseguir la total estanqueidad.

Ésta sólo se consigue empleando sistemas de arriostramiento entre los paneles de encofrado que no utilicen los habituales tubos de plástico, a través de los cuales se introduce una barra diwidag y que posteriormente se fijan con placas de anclaje y tuercas de mariposa a los paneles. Una vez hormigonado el muro se retira la barra y se sella el tubo empleado tapones de corcho (interior) y de plástico (exterior) recibidos con mortero. Esta solución acarrea problemas de estanquidad, al producirse filtraciones por el interior de los tubos por la mala colocación de los tapones o la utilización de productos de sellado no adecuados o mal colocados. Así mismo, se pueden llegar a producir filtraciones por el exterior, entre el tubo y el hormigón debido a la mala adherencia entre ambos materiales.

Por lo indicado, queda terminantemente prohibida la utilización de estos sistemas de arriostramiento de encofrados, debiendo elegirse otros, que no empleen tubos de PVC y que aseguren la estanqueidad final de los elementos construidos.

El Contratista deberá proponer a la Dirección de Obra, para su aprobación, un sistema que asegure la total estanquidad de los muros una vez hormigonados y que pasará por la utilización de un sistema a base de barras Dywidag que atraviesen el muro, arriostrando los encofrados, pero que no vayan alojadas en el interior de una vaina de plástico, sino en contacto directo con el hormigón.

Estas barras quedarán perdidas en el hormigón y dispondrán además de un sistema de estanqueidad que quedará situado en el centro del muro y que ofrecerán una mayor resistencia a la filtración de agua a través de la junta entre hormigón y barra Dywidag.

El sistema de fijación de las barras a los encofrados será a base de conos de anclaje, que permitirán la correcta fijación y arriostramiento de los encofrados durante las labores previas al hormigonado del muro y que posteriormente se retirarán de éste, una vez el hormigón haya fraguado y se haya procedido al desencofrado.

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

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

### Deslizantes

El Contratista, en caso de utilizar encofrados deslizantes someterá a la Dirección de Obra, para su aprobación, la especificación técnica del sistema que se propone utilizar.

### Control de calidad

Cualquiera que sea el tipo de encofrado que se emplee, cumplirán con las consideraciones del PG-3.

Serán aplicables los Apartados 2.8 y 2.8 para los correspondientes materiales que constituyen el encofrado.

Los encofrados a utilizar en las distintas partes de la obra deberán contar con la autorización escrita de la Dirección de Obra.

## 2.9.2. Apeos y cimbras

### Características y condiciones generales

Se definen como apeos y cimbras las estructuras provisionales que tienen por objeto sustentar el peso propio de los encofrados y del hormigón fresco y las sobrecargas de construcción, ajustándose a la forma principal de la estructura, hasta que el proceso de endurecimiento del hormigón se haya desarrollado de forma tal que la estructura descimbrada sea capaz de resistir por si misma las citadas acciones. También quedan incluidas en la definición las cimbras que actúen directamente de encofrados

El proyecto de la cimbra ha de especificar la naturaleza, características, dimensiones y capacidad resistente de cada uno de sus elementos y del conjunto. La Dirección de Obra ha de aprobar el proyecto de la cimbra.

Salvo prescripción en contrario, las cimbras y apeos deberán ser capaces de resistir el peso total propio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que pueden actuar sobre ellas.

Los elementos que forman la cimbra han de ser suficientemente rígidos y resistentes para soportar, sin deformaciones superioras a las admisibles, las acciones estáticas y dinámicas que comporta el hormigonado.

Tolerancias de deformaciones para el hormigonado:

Movimientos locales de la cimbra <= 5 mm
Movimientos del conjunto (L=luz) <= L/1000

En las obras de hormigón pretensado, la disposición de la cimbra ha de permitir las deformaciones que se derivan del tesado de las armaduras activas y ha de resistir la subsiguiente redistribución del peso propio del elemento hormigonado.

Cuando la estructura de la cimbra sea metálica, sus diferentes elementos han de estar sujetos con tornillos o bien soldados. Para la utilización de estructuras desmontables, en las que la resistencia en los nudos esté confiada solamente al rozamiento de collares, se requerirá la aprobación previa de la Dirección de Obra.

Las presiones transmitidas al terreno no han de producir asentamientos perjudiciales para el sistema de hormigonado previsto.

Los arriostrados han de tener la menor rigidez posible, compatible con la estabilidad de la cimbra, y se han de retirar los que se puedan antes del tesado de las armaduras, si la estructura se ha de pretensar.

La cimbra ha de tener una carrera suficiente para poder realizar las operaciones del descimbrado.

### Cimbra autoportante

El Contratista propondrá al Director de la Obra un diseño concreto de la cimbra, (con Memoria, Anejo de Cálculo y Planos) siguiendo las orientaciones de los planos de Proyecto.

La rigidez de la cimbra será tal que la máxima flecha elástica en el centro de cada vano de ésta, bajo la totalidad del peso del hormigón fresco, no supere 1 cm o lo indicado en planos.

Las cimbras y la disposición de los apeos, se construirán según los planos de detalle preparados por el Contratista, previa aprobación de la Dirección de Obra, si procede, estando calculada y firmada por un técnico competente. La aprobación de la cimbra no supone conformidad con los cálculos resistentes de la misma, ya que la responsabilidad de estos últimos es exclusiva del Contratista.

Cuando por necesidad del tráfico viario existente no sea posible ejecutar la cimbra cuajada para permitir el paso del citado tráfico, se ejecutará cimbra diáfana mediante pórticos ejecutados con perfiles de acero laminado.

### Elementos de arriostramiento

Los elementos horizontales deberán soportar su peso propio y las acciones exteriores, (viento, etc.) y una fuerza horizontal de tracción o compresión indicada en planos.

Los elementos verticales deberán soportar su peso propio, las acciones exteriores y arriostrar convenientemente a los elementos horizontales. Se cimentará superficialmente a una tensión que no supere las tensiones admisibles del terreno sobre el que se apoya.

Los elementos de amarre de todo el sistema garantizarán su correcto funcionamiento.

### Control de calidad

El Contratista controlará la calidad de los materiales a emplear en los apeos y cimbras, de acuerdo con lo especificado en el presente Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en las Normas e Instrucciones vigentes.

Si las cimbras y apeos son de madera será vigente el Apartado 2.8.3 del presente Pliego, y si son metálicas el 2.8.

## 2.10. Acero y materiales metálicos

### 2.10.1. Acero en armaduras

El acero a emplear en armaduras pasivas para hormigón cumplirá las condiciones del artículo 32 y 33 de la "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)" y estará formado por barras corrugadas, mallas electrosoldadas o armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

### Barras corrugadas para hormigón estructural

### Definición

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

Los diámetros nominales de las barras corrugadas se ajustarán a la serie siguiente:

6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 32 y 40 mm.

La designación simbólica de estos productos se hará de acuerdo con lo indicado en la EHE-08.

### Materiales

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

Las barras no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

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

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

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

### Suministro

Si los aceros poseen un marcado CE, cada partida acreditará que está en posesión del mismo, así como del certificado específico de adherencia y del certificado de garantía del fabricante que justifiquen que el acero cumple las exigencias contenidas en la EHE. El fabricante adjuntará, si la Dirección Facultativa se lo solicita, copia de los resultados de los ensayos de producción de la partida suministrada.

Si los productos no poseen un marcado CE, cada partida irá acompañada de los resultados de los ensayos correspondientes a su composición química, características mecánicas y características geométricas, efectuados por un organismo de los citados en el Artículo 1º de la EHE-98 para otorgar el CC-EHE. Además, irán acompañadas del certificado específico de adherencia.

La garantía de calidad de las barras corrugadas será exigible en cualquier circunstancia al Contratista.

### Almacenamiento

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

### Recepción

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

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

## Mallas electrosoldadas

### Definición

Las mallas electrosoldadas estarán fabricadas con elementos de acero (barras o alambre corrugados) cruzados ortogonalmente entre sí y unidos en sus puntos de contacto con soldadura eléctrica.

La designación de las mallas electrosoldadas se hará de acuerdo al apartado 5.2 de la UNE-EN 10080:2006.

### Materiales

Los elementos que componen las mallas electrosoldadas podrán ser barras corrugadas o alambres corrugados. Las barras cumplirán las especificaciones del apartado anterior del presente Pliego. Los alambres cumplirán las especificaciones de adherencia y las características mecánicas indicadas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Los alambres y barras no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

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

### Suministro

Cada paquete llegará al punto de suministro (obra, taller de ferralla o almacén) con una etiqueta de identificación conforme a lo especificado en la UNE-EN 10080:2006. Las barras o los alambres que constituyen las mallas electrosoldadas llevarán grabadas las marcas de identificación, de acuerdo con los Informes Técnicos UNE 36811:1998 IN y UNE 36812:1996 IN para barras y alambres corrugados respectivamente, relativas al tipo de acero (geometría del corrugado), país de origen (el indicativo correspondiente a España es el número 7) y marca del fabricante (según el código indicado en los citados Informes).

Si los aceros poseen un marcado CE, cada partida acreditará que está en posesión del mismo, así como del certificado específico de adherencia y del certificado de garantía del fabricante que justifiquen que el acero cumple las exigencias contenidas en la EHE. El fabricante adjuntará, si la Dirección Facultativa se lo solicita, copia de los resultados de los ensayos de producción de la partida suministrada.

Si los productos no poseen un marcado CE, cada partida irá acompañada de los resultados de los ensayos correspondientes a su composición química, características mecánicas y características geométricas, efectuados por un organismo de los citados en el Artículo 1º de la EHE-98 para otorgar el CC-EHE. Además, irán acompañadas del certificado específico de adherencia.

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

### Almacenamiento

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

### Recepción

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

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

## Armaduras básicas electrosoldadas en celosía

### Definición

Armaduras básicas electrosoldadas en celosía, a los efectos de esta Instrucción, son aquellas que cumplen los requisitos técnicos prescritos en la UNE 36739:95 EX.

La armadura básica electrosoldada en celosía es un producto formado por un sistema de elementos (barras o alambres), con una estructura espacial y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica por un proceso automático.

Se compone de un elemento longitudinal superior, dos elementos longitudinales inferiores y dos elementos transversales de conexión que forman la celosía. Todos los elementos están constituidos por

barras o alambres, que deben ser corrugados en el caso de los elementos superior e inferiores, y pueden ser lisos o corrugados en el caso de los elementos de conexión.

### Materiales

Los elementos que conforman las armaduras básicas electrosoldadas en celosía cumplirán los requisitos indicados en el artículo 32.2 de la EHE cuando se trate de barras corrugadas y los contenidos en la tabla 32.3 cuando se trate de alambres, lisos o corrugados. Los alambres corrugados deberán cumplir, además, las condiciones de adherencia especificadas en 32.2 de la EHE.

### Suministro

Los paquetes de armaduras deben llegar al punto de suministro (obra, taller de ferralla o almacén) identificados conforme a lo que se especifica en la UNE 36739:95 EX.

Las barras o alambres que constituyen los elementos de las armaduras básicas electrosoldadas en celosía, deberán llevar grabadas las marcas de identificación de acuerdo con el apartado 5.3 de la UNE-EN 10080, como se establece en el artículo 32.2 y 32.3 de la Instrucción EHE.

### Control de calidad

Las armaduras se ajustarán a la designación y características mecánicas indicadas en los planos de Proyecto, y deben llevar grabadas las marcas de identificación definidas en la Instrucción EHE.

El Contratista deberá aportar certificado del suministrador de cada partida que llegue a obra, en los que se garanticen las características del material.

Para el transporte de barras de diámetros hasta diez (10) milímetros, podrán utilizarse rollos de un diámetro mínimo interior igual a cincuenta (50) veces el diámetro de la barra.

Las barras de diámetros superiores, se suministrarán sin curvatura alguna, o bien dobladas ya en forma precisa para su colocación.

Para la puesta en obra, la forma y dimensiones de las armaduras serán las señaladas en los Planos. Cuando en éstos no aparezcan especificados los empalmes o solapes de algunas barras, su distribución se hará de forma que el número de empalmes o solapes sea mínimo, debiendo el Contratista, en cualquier caso, realizar y entregar al Director de las obras los correspondientes esquemas de despiece.

Se almacenarán de forma que no estén expuestas a una oxidación excesiva, separados del suelo y de forma que no se manchen de grasa, ligante, aceite o cualquier otro producto que pueda perjudicar la adherencia de las barras al hormigón.

El doblado de las armaduras se realizará según lo especificado en el PG-3, así como en la Instrucción EHE.

El control de calidad se realizará a nivel normal. Se realizarán dos (2) ensayos de doblado-desdoblado cada veinte (20) t de acero colocado, verificándose así mismo la sección equivalente. Cada cincuenta (50) t se realizarán ensayos para determinar las características mecánicas (límite elástico y rotura).

### 2.10.2. Aceros laminados en estructuras metálicas

#### Características

Se consideran comprendidos dentro de esta denominación todos los laminados, aceros comunes al carbono o aceros de baja aleación fabricados por cualquiera de los procedimientos usuales: convertidos ácido o básico, conversión por soplado con oxígeno (proceso L.D., etc.), Martin-Siemens, horno eléctrico.

Los laminados de acero a utilizar en la construcción de estructuras, tanto en sus elementos estructurales como en los de unión cumplirán las condiciones exigidas en el Código Técnico de la Edificación con las limitaciones establecidas en él. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares destacará aquellos casos que exijan especiales características y proporcionará la información necesaria que determine las calidades de acero apto para tales usos.

La estructura del acero será homogénea, conseguida por un buen proceso de fabricación y por un correcto laminado, estando exenta de defectos que perjudiquen a la calidad del material.

Los productos laminados tendrán superficie lisa sin defectos superficiales de importancia que afecten a su utilización. Las irregularidades superficiales como rayados, pliegues y fisuras serán reparados mediante adecuados procedimientos previo consentimiento de la Dirección de Obra.

Serán admisibles los defectos superficiales cuando, suprimidos por esmerilado, el perfil en cuestión cumpla las tolerancias exigidas.

Los productos laminados deberán ser acopiados por el Contratista en parque adecuado, clasificados por series y clases de forma que sea cómodo el recuento, pesaje y manipulación en general. El tiempo de permanencia a intemperie quedará limitado por la condición de que una vez eliminado el óxido superficial antes de su puesta en obra, los perfiles cumplan las especificaciones de la tabla de tolerancia. El Contratista deberá evitar cualquier tipo de golpe brusco sobre los materiales y tomar las necesarias precauciones a fin de que durante la manipulación que haya de efectuarse, ningún elemento sea sometido a esfuerzos, deformaciones o trato inadecuado.

### Control de Calidad

El Contratista controlará la calidad del acero laminado para estructuras metálicas de acuerdo con lo especificado en el presente Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en el Código Técnico de la Edificación.

El Contratista presentará los resultados oficiales de análisis químicos sobre colada o productos pertenecientes al muestreo de la producción a que corresponda la partida de suministro. De no resultar posible la consecución de estos datos, la Dirección de Obra podrá exigir con cargo al Contratista la realización de análisis químicos de determinación de proporciones de carbono, fósforo y azufre.

El Contratista presentará los resultados de los ensayos oficiales de determinación de características mecánicas, pertenecientes al muestreo de la producción a que corresponda la partida de suministro. De no resultar posible la consecución de estos datos, la Dirección de Obra podrá exigir con cargo al Contratista la realización de los ensayos pertinentes que se llevarán a cabo de acuerdo con lo detallado en el Código Técnico de la Edificación.

En aquellos casos en que se solicite un acero con características de buena soldabilidad, se llevarán a cabo un número mínimo de 10 ensayos de plegado sobre soldadura depositada, por cada lote de 10 t o parte de material suministrado, de acuerdo con la Norma DIN 17.100, página 9.

De no existir prescripción al respecto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, las tolerancias en dimensiones y en peso serán las establecidas en las tablas de tolerancias del Código Técnico de la Edificación.

#### 2.10.3. Acero para embebidos

### Características

Todos los materiales serán de la mejor calidad y estarán libres de toda imperfección, picaduras, inclusión de escorias, costras de laminación, etc., que puedan dañar la resistencia, durabilidad y apariencia, y estarán de acuerdo con los Planos y Pliego General y Particular.

Previamente a su colocación, todas las piezas de acero serán galvanizadas por inmersión en caliente.

Los elementos de acero que aparecen en los diferentes embebidos serán de las siguientes calidades:

### Chapas

ASTM-A-36

ASTM-A-181, grado 7I

S275 JR/JO

S335 JR/JO

### Pernos de anclaje

ATM-A-36

ASTM-A-449

ASTM-A-193, grado 7B

ASTM-A-307, grado A

S275 JR/JO

F - 112

F - 113

F - 127

Acero clase 8.8

### Tuercas y arandelas

ASTM-A-194, grado 2H

Acero clase 4.6

Acero clase 5.6

F - 115

### Tubería de acero en muros

ASTM-A-106

ASTM-A-53

ASTM-A-211

Control de Calidad

El Contratista controlará la calidad del acero para embebidos para que se ajuste a las características indicadas en el Apartado 0 del presente Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en las Normas e Instrucciones señaladas.

El Contratista presentará los resultados oficiales del análisis químico sobre colada o productos pertenecientes al muestreo de la producción a que corresponda la partida de suministro: de no resultar posible la consecución de estos datos la Dirección de Obra, podrá exigir con cargo al Contratista la realización de análisis químicos de determinación de proporciones de carbono, fósforo y azufre.

El Contratista presentará los resultados de los ensayos oficiales de determinación de características mecánicas, pertenecientes al muestreo de la producción a que corresponda la partida de suministro: de no resultar posible la consecución de estos datos la Dirección de Obra podrá exigir con cargo al Contratista, la realización de los ensayos pertinentes que se llevarán a cabo de acuerdo con lo detallado en el Código Técnico de la Edificación.

Por otra parte la Dirección de Obra determinará los ensayos necesarios para la comprobación de las características citadas. Estos ensayos serán abonados al Contratista, salvo en el caso de que sus resultados demuestren que no cumplen las Normas anteriormente reseñadas y siendo entonces de cuenta del Contratista.

### 2.10.4. Acero forjado

Clasificación y características

Se define como acero forjado el que ha sufrido una modificación de su forma y de su estructura, mediante la acción de un trabajo mecánico de forja, realizado a temperatura superior a la de recristalización.

El acero a emplear en piezas forjadas será suave del tipo F-112, soldable únicamente con técnicas especiales.

Previa autorización del Director de Obra podrá utilizarse el acero común Siemens del tipo F-622, que es perfectamente soldable.

Los dos tipos de acero reseñados presentarán los siguientes porcentajes:

| TIPO | CARBONO | MANGANESO | SILICIO | AZUFRE | FÓSFORO | FÓSFORO MÁS AZUFRE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| F-112 | 0.20-0.30 | 0.40-0.70 | 0.15-0.30 | 0.00-0.04 | 0.00-0.04 | 0.00-0.09 |
| F-622 | 0.20±0.05 | 0.40±0.10 | 0.00-0.20 | 0.00-0.04 | 0.00-0.06 | |

Los dos tipos de acero reseñados presentarán las siguientes características:

| TIPO | RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (KGF/CM2) | LÍMITE ELÁSTICO APARENTE | ALARGAMIENTO DE ROTURA (%) | RESILIENCIA (KGF/CM2) | DUREZA BRINELL |
|---|---|---|---|---|---|
| F-112 | 4.800-5.500 | 3.000-3.500 | 24 – 18 | 18 – 13 | 135 – 160 |
| F-622 lamin. | 5.000±500 | -- | 25 | -- | 126 – 156 |
| F-662 recoc. | 4.600±500 | -- | 27 | -- | 114 – 143 |

Todas las piezas de acero forjado que se utilicen en estructuras deberán ser recocidas después de la forja.

### Control de Calidad

El Contratista controlará la calidad del acero forjado para que sus características se ajusten a lo señalado en el Apartado 0 del presente Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en la Normativa vigente.

Se prestará un especial cuidado a las dimensiones de las piezas de acero forjado, pudiendo la Dirección de Obra rechazar aquéllas, que en su opinión, no cumplan con las dimensiones requeridas.

## 2.10.5. Acero inoxidable

### Características

El acero inoxidable a emplear en obras de saneamiento en ambientes de aguas o vapores de aguas residuales, será acero austenítico del tipo F3434 (UNE EN 10088) AISI 316. En otros ambientes será válido el AISI 304 (UNE EN 10088).

Las piezas de acero inoxidable se marcarán con señales indelebles, para evitar confusiones en su empleo.

La composición química del acero reseñado se ajustará a los valores que a continuación se adjuntan, respetando las tolerancias establecidas para este tipo de material en la norma UNE EN 10088.

Carbono: 0,08 % máximo.
Silicio: 1,00 % máximo.
Manganeso: 2,00 % máximo.
Níquel: 10-14 %.
Cromo: 16-18 %.
Azufre: 0,03 % máximo.
Fósforo: 0,045 % máximo.
Molibdeno: 2,00-3,00 %.

Asimismo, presentará las siguientes características mecánicas:

F3634.

X6CrNiMo 17-12-03.
Dureza HB máxima: 193
Límite elástico para remanente 0,2 %: 210 N/mm2.
Límite elástico para remanente 1 %: 250 N/mm2.
Resistencia a rotura: 490/690 N/mm2.
Al min.
barra 5<d<160: 40
produc. planos, 0,5<a<3: 33
produc. planos, 3<a<30: 40

### Control de Calidad

El Contratista controlará la calidad del acero inoxidable para que sus características se ajusten a lo indicado en el Apartado 0 del presente Pliego, del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en la Normativa Vigente.

#### 2.10.6. Acero moldeado

### Características

Se define como acero moldeado al de cualquier clase, que recibe forma vertiéndolo en un molde adecuado cuando el metal está todavía líquido.

El acero moldeado será de constitución uniforme, de grano fino y homogéneo, sin poros, y no presentará grietas ni defecto alguno debido a impurezas.

El acero moldeado que haya de utilizarse para elementos de aparatos de apoyo, cumplirá las siguientes condiciones:

La resistencia característica será superior a cinco mil quinientos kilogramos por centímetro cuadrado (5.500 kg/cm2).

El alargamiento de rotura será igual o superior al catorce por ciento (14 %).

### Control de Calidad

El Contratista controlará la calidad del acero moldeado para que sus características se ajusten a lo indicado en el apartado 0 del presente Pliego, a las del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y a la Normativa Vigente.

Cuando el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares exija la comprobación de la ausencia de coqueras y defectos internos se utilizarán métodos magnéticos, ultrasónicos o radiográficos. La periodicidad de los ensayos será, asimismo, fijada en el P.P.T.P.

### 2.10.7. Elementos de unión de las estructuras metálicas

#### Características

Los elementos y piezas de unión a emplear en las estructuras metálicas cumplirán según su naturaleza, las condiciones especificadas en el Código Técnico de la Edificación.

La forma y dimensiones de los elementos de unión a utilizar en cada caso, estarán definidos en los Planos y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, que definirán igualmente cualquier elemento de unión no comprendido en las Normas citadas.

#### Control de Calidad

El Contratista controlará la calidad de los roblones y tornillos para que sus características se ajusten a lo señalado en el presente Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en el Código Técnico de la Edificación.

### 2.10.8. Acero en entramados metálicos

#### Características

El acero para entramados metálicos será acero laminado de la misma calidad que el acero para estructuras metálicas definido en el Apartado 0 del presente Pliego.

El acero será sometido a un tratamiento contra la oxidación. Este tratamiento, salvo indicación en otro sentido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o por la Dirección de Obra, será un galvanizado por inmersión en caliente.

#### Control de Calidad

Todas las placas llegarán a obra numeradas y etiquetadas con indicación del plano correspondiente a su posición.

El Contratista controlará la calidad del acero empleado en entramados metálicos para que sus características se ajusten a lo indicado en el presente Pliego, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en la Normativa Vigente.

El Contratista presentará los resultados oficiales de análisis químicos sobre colada de la producción a que corresponda la partida de suministro y de los ensayos de determinación de características mecánicas pertenecientes al muestreo de la producción a que corresponda la partida. De no resultar posible la consecución de estos datos, la Dirección de Obra podrá exigir, con cargo al Contratista, la realización de análisis químicos de determinación de proporciones de carbono, fósforo y azufre y de

ensayos mecánicos pertinentes que se llevará a cabo de acuerdo con lo detallado en el Código Técnico de la Edificación.

La Dirección de Obra podrá ordenar la realización de ensayos mecánicos sobre un entramado, con la distancia entre apoyos que estime oportuna. Estos ensayos podrán ser suplidos por los ensayos realizados en las mismas condiciones por el Fabricante.

### 2.10.9. Alambre para atar

#### Características

Las armaduras de atado estarán sustituidas por los atados de nudo y alambres de cosido y se realizarán con alambres de acero (no galvanizado) de 1 mm. de diámetro.

El acero tendrá una resistencia mínima a la rotura a tracción de treinta y cinco (35) kilogramos por milímetro cuadrado y un alargamiento mínimo de rotura del 4%.

#### Control de Calidad

Las características geométricas se verificarán una vez por cada lote de diez toneladas o fracción, admitiéndose tolerancias en el diámetro de 0,1 mm.

Los ensayos de tracción se realizarán según la Norma UNE-EN ISO 6892-1:2010. El número de ensayos será de uno por cada lote de 10 toneladas o fracción.

Por cada lote de diez toneladas o fracción y por cada diámetro se realizará un ensayo de doblado-desdoblado en ángulo recto, según la Norma UNE 7469:1999. Se considerará aceptable si el número de plegados obtenidos es igual o mayor que tres.

### 2.10.10. Electrodos para soldar

#### Condiciones generales

Los electrodos a emplear en soldadura manual al arco eléctrico serán de una de las calidades estructurales definidas a continuación.

Las condiciones que deben satisfacer los electrodos especiales no incluidos entre los reseñados, así como las varillas y fundentes destinados a operaciones de soldeo automático con arco sumergido, se fijarán en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares en el que, asimismo, se señalarán los procedimientos de comprobación de las uniones ejecutadas.

Los electrodos deberán preservarse de la humedad, y en especial los de revestimiento básico, los cuales deberán emplearse completamente secos.

No se emplearán electrodos de alta penetración en uniones de fuerza.

Para soldar armaduras de acero corrugado se emplearán exclusivamente electrodos básicos de bajo contenido en hidrógeno.

## Forma y dimensiones

La longitud y diámetro de los electrodos serán dados por la siguiente tabla, con una tolerancia del tres por ciento (3%) en más o menos, para el diámetro, y de dos milímetros (2 mm.) en más o menos para la longitud.

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Diámetro del alma (mm.) | 1,2 | 1,6 | 2 | 2,5 | 3,2 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 |
| Electrodo sencillo | 15 | 22,5 | 35 | 35 | 25 o 45 | | | | | |
| Electrodo con sujeción en el centro | 30 | 45 | 45 | 45 | | | | | | |

En toda la longitud revestida, que será igual a la total menos veinticinco milímetros (25 mm.) (con una tolerancia de cinco milímetros (5 mm.) en más o menos) el revestimiento deberá tener una sección uniforme y concéntrica con el alma.

La diferencia entre la suma del diámetro del alma y del espesor máximo del revestimiento y la suma del diámetro del alma y del espesor mínimo del revestimiento, no deberá ser superior al tres por ciento (3%) de la primera.

## Características del material de aportación

La resistencia a la tracción y la resistencia del material de aportación serán iguales o superiores a los valores correspondientes del metal base.

Se ajustarán a los límites mínimos que se indican en la tabla siguiente:

| CALIDAD DE ELECTRODO | RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (KGF/CM2) | ALARGAMIENTO DE ROTURA (%) | RESILIENCIA (KGF/CM2) |
|---|---|---|---|
| Intermedia estructural | 4.400 | 22 - 26 | 5 - 7 |
| Estructural ácida | 4.400 | 26 | 7 |
| Estructural básica | 4.400 | 26 | 16 |
| Estructural orgánica | 4.400 | 22 - 26 | 7 - 9 |
| Estructural rutilo | 4.400 | 22 -26 | 7 - 9 |
| Estructural titanio | 4.400 | 22 - 26 | 7 - 9 |

Para espesores de chapas superiores a 25 mm. Se emplearán electrodos de recubrimiento básico.

Igualmente se emplearán electrodos de recubrimiento básico para soldar elementos de acero S335 JR/JO.

### Control de Calidad

Se efectuarán ensayos de rotura a tracción, de alargamiento, resiliencia y químicos de acuerdo con la Norma UNE-14022:2010.

La cantidad de ensayos será de 1 por cada lote de electrodos, definiendo como tal:

El conjunto de electrodos producidos de una misma combinación de colada de metal y revestimiento

La cantidad de electrodos de un tipo y tamaño producida en un período continuo de 24 horas, sin exceder de 20 toneladas.

#### 2.10.11. Fundición dúctil

### Definición

Se define como fundición nodular o dúctil aquella en la que el carbono cristaliza en nódulos una vez de hacerlo en láminas.

### Características

La fundición dúctil a emplear en las obras de saneamiento tendrá las siguientes características:

Tensión de rotura: 43 Kg/mm2.
Deformación mínima en rotura: 10 %.

### Control de Calidad

El Contratista controlará la calidad de la fundición para que sus características se ajusten a lo indicado en el Apartado 0 del presente Pliego, del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en la Normativa Vigente.

## 2.11. Elementos metálicos auxiliares

### 2.11.1. Cerramientos

Las vallas de cerramiento con malla galvanizada de doble torsión, se instalarán para impedir el acceso no controlado de vehículos, peatones y animales, en los tramos definidos en proyecto.

La malla estará fabricada con alambres de acero de alta resistencia y galvanizado que le confiera una larga duración.

Los postes serán todos de acero galvanizado de 1,2 mm de espesor.

Las dimensiones de los postes verticales serán las que figuran en los planos del proyecto, y la base de los postes tendrá forma atrompetada para su mejor fijación.

El hormigón a utilizar en cimiento será del tipo HM-20, que cumplirá las especificaciones de ejecución y colocación para hormigones que figura en este Pliego.

La cabeza superior de los postes estará cerrada mediante un tapón de material plástico. El alambre se galvanizará en caliente mediante inmersión en baño de cinc fundido, obtenido por métodos electrolíticos, con un contenido mínimo en peso de cinc del noventa y nueve con noventa y cinco por ciento (99,95%).

El peso del recubrimiento de cinc no será inferior a ciento noventa gramos por metro cuadrado (190 gr/m2).

La adherencia y uniformidad del recubrimiento se comprobará mediante el ensayo MELC 8,06.

Las pletinas para sujetar la malla a los postes de anclaje serán de acero galvanizado, previamente perforadas y soldadas al poste. Las grapas de fijación serán galvanizadas o inoxidables.

### 2.11.2. Pates

Comprende este artículo los pates o elementos fijos de acceso fabricados en acero y protegidos por una cubierta de polipropileno.

Los pates serán de acero liso con resistencia 65 kg/mm2 y calidad S275 JR.

Los pates deberán cumplir la norma europea EN-13101.

Los pates deberán cumplir lo dispuesto en el RD 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, sobre todo en lo relativo a las dimensiones mínimas de los pates.

El revestimiento protector de los pates contra los ataques exteriores será un material polimérico termoplástico perteneciente al grupo de las Poliolefinas (polipropileno) virgen. Este material deberá cumplir las condiciones de resistencia al desgaste, inalterabilidad al medio en que se coloque, ser imputrescible y compatible con los materiales que le afectan (hormigón y acero), según especifican las Normas UNE de ensayo de materiales plásticos.

En cualquier caso deberán soportar una fuerza de doscientos cincuenta kilopondios (250 kp) sin que se aprecien fisuras o defectos en el pate o fisuras en el hormigón de la sección donde se fija, colocada en el punto en que pueda producir los máximos esfuerzos.

La distancia entre pates será igual o inferior a 30 cm.

Se prohíbe expresamente el empleo de pates de aluminio sin recubrir.

## 2.12. Elementos de fundición

### 2.12.1. Definición y características

Todos los elementos de este material a emplear en obra serán de tipo nodular o dúctil, definido en 2.10.11.

### 2.12.2. Marcos y tapas de registro

Los marcos y tapas para pozos de registro deberán tener la forma, dimensiones e inscripciones definidas en los Planos del Proyecto, con una abertura libre no menor de 710 mm para las tapas circulares.

Las tapas a colocar en viales deberán resistir una carga de tráfico de al menos 40 toneladas sin presentar fisuras.

Las tapas deberán ser estancas a la infiltración exterior. A fin de evitar el golpeteo de la tapa sobre el marco debido al peso del tráfico, el contacto entre ambos se realizará por medio de un anillo de material elastomérico que, además de garantizar la estanqueidad de la tapa, absorberá las posibles irregularidades existentes en la zona de apoyo.

Las zonas de apoyo de marcos y tapas serán mecanizadas admitiéndose como máximo una desviación de 0,2 mm.

Todos los elementos se suministrarán pintados por inmersión u otro sistema equivalente utilizando compuestos de alquitrán (Norma BS 4164), aplicados en caliente o, alternativamente, pintura bituminosa (Norma BS 3416) aplicada en frío.

Previamente a la aplicación de cualquiera de estos productos, las superficies a revestir estarán perfectamente limpias, secas y exentas de óxido.

Todas las tapas deberán llevar un marcado efectuado de forma clara y duradera, donde se indicará:

UNE-EN 124-5:2015, como indicación de la Norma Europea UNE 41-300.
Clase a la que corresponde.
Nombre del fabricante.
Referencia de marca o certificación.

Todas las tapas llevarán un dispositivo de acerrojado y el diseño será tal que la superficie sea antideslizante.

Los cercos de las tapas se fijarán, mediante tuerca y contratuerca, a los anclajes embebidos en la parte superior de la arqueta o pozo de registro. Se nivelarán cuidadosamente de modo que las tapas queden enrasadas con el pavimento, y posteriormente se rellenará el espacio bajo los cercos con un mortero sin retracción.

La reposición del pavimento alrededor de la tapa se hará de modo que quede perfectamente acabado contra el marco de la misma, sin dejar huecos.

#### 2.12.3. Control de calidad

Los ensayos de resistencia se realizarán de acuerdo a la norma UNE-EN 124-5:2015.

Asimismo, la aceptación de los elementos de fundición estará condicionada a la presentación de los correspondientes certificados de ensayos realizados por Laboratorios Oficiales.

## 2.13. Materiales para firmes y pavimentos flexibles

### 2.13.1. Materiales granulares para sub-bases

#### Definición

Se define como sub-base granular la capa de material granular situada entre la base del firme y la explanada.

#### Procedencia y características de los materiales

La procedencia de los materiales empleados para sub-bases será la indicada en los correspondientes artículos del PG-3.

La composición granulométrica, coeficiente de desgaste de Los Ángeles, capacidad portante y plasticidad serán los descritos en los correspondientes artículos del PG-3.

#### Control de Calidad

Salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el control de calidad se llevará a cabo de la siguiente manera:

Para cada fuente de procedencia del material se establecerán lotes, cuyo tamaño, en función del parámetro a ensayar, se define más adelante, a los que se asignarán los resultados de los ensayos realizados. Las muestras se tomarán en los puntos en que señale el Director de Obra.

Si los resultados son positivos se aceptará el lote. En caso de que no alcancen los mínimos exigidos se rechazará el lote y no se abonará. Como alternativas se podrán realizar ensayos contradictorios en número igual o superior a dos, para cada parámetro afectado, aceptándose el material si ambos ensayos dan resultados satisfactorios y rechazándose en caso contrario. Los citados ensayos contradictorios serán por cuenta del Contratista si implican la no aceptación del material.

El Director de Obra podrá admitir un material que no haya superado el control anteriormente citado si se toman las medidas precisas para corregir los defectos detectados y si mediante ensayos, definidos

en número y forma por el Director de Obra, se demuestra que los parámetros afectados alcanzan los valores exigidos. Estos ensayos, así como los trabajos de corrección, serán por cuenta del Contratista.

El tamaño de los lotes será el siguiente:

| | |
|---|---|
| Granulometría: | 1.000 m3 o fracción. |
| Coeficiente de desgaste de Los Ángeles: | 5.000 m3 o fracción. |
| Índice CBR: | 500 m3 o fracción. |
| Plasticidad: | 1.000 m3 o fracción. |
| Equivalente de arena: | 1.000 m3 o fracción. |

### 2.13.2. Materiales para bases de macadam

#### Definición

Se define como macadam la capa del firme constituida por un conjunto de áridos de granulometría discontinua, que se obtiene extendiendo y compactando un árido grueso cuyos huecos se rellenan con un árido fino, llamado recebo.

#### Materiales

Los materiales empleados en las bases de macadam deberán ajustarse a las condiciones establecidas en los correspondientes artículos del PG-3.

#### Control de Calidad

Salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el control de calidad se llevará a cabo de la siguiente manera:

Para cada fuente de procedencia del material se establecerán lotes, cuyo tamaño, en función del parámetro a ensayar, se define más adelante, a los que se asignarán los resultados de los ensayos realizados. Las muestras se tomarán en los puntos en que señale el Director de Obra.

Si los resultados son positivos se aceptará el lote. En caso de que no alcancen los mínimos exigidos se rechazará el lote y no se abonará. Como alternativas se podrán realizar ensayos contradictorios en número igual o superior a dos, para cada parámetro afectado, aceptándose el material si ambos ensayos dan resultados satisfactorios y rechazándose en caso contrario. Los citados ensayos contradictorios serán por cuenta del Contratista si implican la no aceptación del material.

El Director de Obra podrá admitir un material que no haya superado el control anteriormente citado si se toman las medidas precisas para corregir los defectos detectados y si mediante ensayos, definidos

en número y forma por el Director de Obra, se demuestra que los parámetros afectados alcanzan los valores exigidos. Estos ensayos, así como los trabajos de corrección, serán por cuenta del Contratista.

El tamaño de los lotes, referidos a obra de macadam terminado, será el siguiente:

| | |
|---|---|
| Granulometría y número de caras de fractura de árido grueso: | 1.000 m3 o fracción. |
| Coeficiente de desgaste de Los Ángeles: | 500 m3 o fracción. |
| Granulometría del recebo: | 1.000 m3 o fracción. |
| Plasticidad del recebo: | 1.000 m3 o fracción. |
| Equivalente de arena de recebo: | 1.000 m3 o fracción. |

### 2.13.3. Materiales para simples o dobles tratamientos superficiales

#### Ligante bituminoso

El ligante bituminoso a emplear estará incluido entre los betunes asfálticos fluidificados que a continuación se indican:

RC2, RC3, RC4, RC5, MC3, MC4 y MC5.

Se definen los betunes asfálticos fluidificados como los productos resultantes de la incorporación a un betún asfáltico de fracciones líquidas, más o menos volátiles, procedentes de la destilación del petróleo.

Los betunes asfálticos fluidificados deberán presentar un aspecto homogéneo, estar prácticamente exentos de agua de modo que no formen espuma cuando se calienten a la temperatura de empleo y no presentar signos de coagulación antes de su utilización.

Además, y de acuerdo con su designación, cumplirán las exigencias que se señalan en las especificaciones del Pliego PG-3.

#### Áridos

Los áridos utilizados cumplirán las condiciones generales establecidas en los correspondientes artículos del PG-3.

En cuanto a su granulometría, será uniforme y normal, de los tipos A 20/10 y A 10/15 descritos en los correspondientes artículos del PG-3.

Las restantes características de los áridos, resistencia al desgaste, índice de forma, coeficiente de pulido y adhesividad se ajustarán a los límites establecidos en los correspondientes artículos del PG-3.

Control de Calidad

Salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el control de calidad se llevará a cabo de la siguiente manera:

Para cada fuente de procedencia del material se establecerán lotes, cuyo tamaño, en función del parámetro a ensayar, se define más adelante, a los que se asignarán los resultados de los ensayos realizados. Las muestras se tomarán en los puntos en que señale el Director de Obra.

Si los resultados son positivos se aceptará el lote. En caso de que no alcancen los mínimos exigidos se rechazará el lote y no se abonará. Como alternativas se podrán realizar ensayos contradictorios en número igual o superior a dos, para cada parámetro afectado, aceptándose el material si ambos ensayos dan resultados satisfactorios y rechazándose en caso contrario. Los citados ensayos contradictorios serán por cuenta del Contratista si implican la no aceptación del material.

El Director de Obra podrá admitir un material que no haya superado el control anteriormente citado si se toman las medidas precisas para corregir los defectos detectados y si mediante ensayos, definidos en número y forma por el Director de Obra, se demuestra que los parámetros afectados alcanzan los valores exigidos. Estos ensayos, así como los trabajos de corrección, serán por cuenta del Contratista.

El tamaño de los lotes, referido a superficie individual de tratamiento, será el siguiente:

| | |
|---|---|
| Granulometría y número de caras de fractura del árido: | 10.000 m2 o fracción. |
| Humedad del árido: | 10.000 m2 o fracción. |
| Índice de lajas del árido: | 10.000 m2 o fracción. |
| Coeficiente de desgaste de Los Ángeles: | 20.000 m2 o fracción. |
| Coeficiente de pulido acelerado: | 20.000 m2 o fracción. |
| Adhesividad: | 20.000 m2 o fracción. |

El Control de Calidad aplicable al ligante será el definido en el Pliego PG-3 del MOPU salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

### 2.13.4. Materiales para riegos de imprimación

Ligante bituminoso

El ligante bituminoso a emplear estará incluido en los betunes asfálticos fluidificados que a continuación se indican:

MC0, MC1 y MC2.

La definición y las condiciones generales de estos betunes serán los que se han expresado en el apartado 2.27.4.1.

### Áridos

El árido empleado para riegos de imprimación deberá ajustarse a las condiciones establecidas en los correspondientes artículos del PG-3.

### Control de Calidad

El Control de Calidad se regirá por los criterios recogidos en el apartado 0 en la medida en que sean aplicables.

## 2.13.5. Materiales para mezclas bituminosas en caliente

### Ligantes bituminosos

El ligante bituminoso a emplear estará incluido entre los betunes asfálticos que a continuación se indican:

B 20/30, B 40/50, B 60/70 Y B 80/100.

Cuya definición y condiciones generales se describen en los correspondientes artículos del PG-3.

### Control de Calidad

Salvo indicación en contrario del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el control de calidad se llevará a cabo de la siguiente manera:

Para cada fuente de procedencia del material se establecerán lotes, cuyo tamaño, en función del parámetro a ensayar, se define más adelante, a los que se asignarán los resultados de los ensayos realizados. Las muestras se tomarán en los puntos en que señale el Director de Obra.

Si los resultados son positivos se aceptará el lote. En caso de que no alcancen los mínimos exigidos se rechazará el lote y no se abonará. Como alternativas se podrán realizar ensayos contradictorios en número igual o superior a dos, para cada parámetro afectado, aceptándose el material si ambos ensayos dan resultados satisfactorios y rechazándose en caso contrario. Los citados ensayos contradictorios serán por cuenta del Contratista si implican la no aceptación del material.

El Director de Obra podrá admitir un material que no haya superado el control anteriormente citado si se toman las medidas precisas para corregir los defectos detectados y si mediante ensayos, definidos en número y forma por el Director de Obra, se demuestra que los parámetros afectados alcanzan los valores exigidos. Estos ensayos, así como los trabajos de corrección, serán por cuenta del Contratista.

El tamaño de los lotes, será el siguiente:

Peso específico neto: 3.000 Tn. o fracción.

Resistencia a compresión: 3.000 Tn. o fracción.

Coeficiente de desgaste: 3.000 Tn. o fracción.

Resistencia a la intemperie: 3.000 Tn. o fracción.

## 2.14. Tuberias de PVC-U

### 2.14.1. Definición y Características generales materiales

Los tubos de PVC-U son de aplicación en instalaciones aéreas y enterradas tanto para saneamientos en lámina libre como bajo presión hidráulica interior.

Se componen de una resina de poli (cloruro de vinilo) no plastificado. El procedimiento usual de fabricación de los tubos es la extrusión.

Las características físicas del material de policloruro de vinilo rígido en tuberías y accesorios para conducciones de fluidos con o sin presión serán los siguientes:

Peso específico de uno con treinta y siete a uno con cuarenta y dos (1,37 a 1,42) kg/dm3 (UNE 53.020).

Coeficiente de dilatación lineal de sesenta a ochenta (60 a 80) millonésimas por grado º C.

Temperatura de reblandecimiento no menor de noventa grados centígrados (90º C), siendo la carga del ensayo de un (1) kilogramo (UNE-EN ISO 306/97).

Módulo de elasticidad a veinte grados (20º C) (28.000) kg/cm2. UNE-EN ISO 6721-3/96.

Valor mínimo de la tensión máxima del material a tracción: quinientos (500) kilogramos por centímetro cuadrado, realizando el ensayo a veinte más menos un grado centígrado, (20 + 1 º C) y una velocidad de separación de mordazas de seis milímetros por minuto (6 mm/min) con probeta mecanizada. El alargamiento a la rotura deberá ser como mínimo el ochenta por ciento (80%) (UNE 53112/88).
Absorción máxima de agua cuatro miligramos por centímetro cuadrado (4 mg/cm2) (UNE 53112/88).
Opacidad tal que no pase más de dos décimas por ciento (0,2%) de la luz incidente (UNE 53.039/55).

Las tuberías de PVC-U a emplear en obras según si su aplicación es con o sin presión se regirá por la normativa

UNE-EN 1.401:2009: Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U)

UNE-EN 1.452:2009. Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U)

Las tuberías de PVC-U estructuradas sin presión a usar en obras además de lo establecido en la norma UNE-EN 1401 regirá lo establecido en la norma UNE 13.476 Sistemas de canalización de pared estructurada.

En la utilización de tuberías de pared estructurada se utilizará preferentemente la tipo B que se compone de una superficie interna lisa y una superficie externa anular perforada o helicoidal hueca o sólida.

Para la definición de las materiales a emplear en las uniones e regirá por la norma UNE-EN EN- 681-Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para las juntas de estanqueidad en canalizaciones de agua y en drenaje.

Parte 1. Caucho vulcanizado.
Parte 2. Juntas elastoméricas

### 2.14.2. Clasificación y Resistencia

Los parámetros de clasificación de los tubos de PVC-U de pared compacta a emplear en las redes de saneamiento son diferentes en función de que la conducción vaya a estar o no sometida a presión hidráulica interior.

Tubos para saneamientos en lámina libre. Los tubos de PVC-U para saneamiento se clasifican por su DN y su SN, tal como se define en la UNE- EN 1.401. No obstante, también se admite su clasificación por el DN y la serie SDR.

Para los tubos de saneamiento de PVC-U sin presión no se permitirá la colocación con rigidez inferior a SN4.

Tubos para saneamiento bajo presión hidráulica interior. Los tubos de PVC-U para saneamientos o agua potable se clasifican por su DN, PN y a su S, tal como se define en la norma UNE-EN 1.452.

Los parámetros de clasificación de pared estructurada se definirán por su DN y su SN.

Las uniones serán flexibles de encaje de embocadura y macho mediante junta elastomérica, no se permite la unión de tubos, elementos y piezas especiales mediante pegamento o encolado.

### 2.14.3. Geometría

El diámetro nominal (DN) se refiere al diámetro exterior (OD), por lo tanto, para un mismo valor de DN los tubos admiten ser fabricados con diferentes espesores, manteniendo fijo el diámetro exterior.

Para los tubos de PVC-U estructurados se clasifican en función de su diámetro exterior (serie DN/OD) y/o en función de su diámetro interno (DN/ID).

## Tuberías de PVC sin presión UNE 1.401

Las dimensiones de los tubos de saneamiento sin presión están normalizadas según UNE- EN 1.401.

## Diámetro Exterior

El diámetro exterior medio se ajustará a los valores de la siguiente tabla:

Medidas en milímetros

| Dimensión nominal DN/OD[a] | Diámetro exterior nominal | Diámetro exterior medio | |
|---|---|---|---|
| | $d_n$ | $d_{em,\,mín.}$ | $d_{em,máx.}$ |
| 110 | 110 | 110,0 | 110,3 |
| 125 | 125 | 125,0 | 125,3 |
| 160 | 160 | 160,0 | 160,4 |
| 200 | 200 | 200,0 | 200,5 |
| 250 | 250 | 250,0 | 250,5 |
| 315 | 315 | 315,0 | 315,6 |
| (355) | 355 | 355,0 | 355,7 |
| 400 | 400 | 400,0 | 400,7 |
| (450) | 450 | 450,0 | 450,8 |
| 500 | 500 | 500,0 | 500,9 |
| 630 | 630 | 630,0 | 631,1 |
| (710) | 710 | 710,0 | 711,2 |
| 800 | 800 | 800,0 | 801,3 |
| (900) | 900 | 900,0 | 901,5 |
| 1000 | 1 000 | 1 000,0 | 1 001,6 |

[a] Las dimensiones no preferentes se indican entre paréntesis.

## Ovalación media

La ovalación debe ser inferior o igual a 0,024 x DN

## Longitud de los tubos

La longitud estándar de los tubos será de 6 m.

## Espesor de la pared

Los espesores admisibles máximos y mínimos deben ajustarse a los valores siguientes:

Medidas en milímetros

| Dimensión nominal DN/OD[a] | Diámetro exterior nominal | SN 2 SDR 51[b] | | SN 4 SDR 41 | | SN 8 SDR 34 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $d_n$ | $e_{mín.}$ | $e_{m,máx.}$ | $e_{mín.}$ | $e_{m,máx.}$ | $e_{mín.}$ | $e_{m,máx.}$ |
| 110 | 110 | – | – | 3,2 | 3,8 | 3,2 | 3,8 |
| 125 | 125 | – | – | 3,2 | 3,8 | 3,7 | 4,3 |
| 160 | 160 | 3,2 | 3,8 | 4,0 | 4,6 | 4,7 | 5,4 |
| 200 | 200 | 3,9 | 4,5 | 4,9 | 5,6 | 5,9 | 6,7 |
| 250 | 250 | 4,9 | 5,6 | 6,2 | 7,1 | 7,3 | 8,3 |
| 315 | 315 | 6,2 | 7,1 | 7,7 | 8,7 | 9,2 | 10,4 |
| (355) | 355 | 7,0 | 7,9 | 8,7 | 9,8 | 10,4 | 11,7 |
| 400 | 400 | 7,9 | 8,9 | 9,8 | 11,0 | 11,7 | 13,1 |
| (450) | 450 | 8,8 | 9,9 | 11,0 | 12,3 | 13,2 | 14,8 |
| 500 | 500 | 9,8 | 11,0 | 12,3 | 13,8 | 14,6 | 16,3 |
| 630 | 630 | 12,3 | 13,8 | 15,4 | 17,2 | 18,4 | 20,5 |
| (710) | 710 | 13,9 | 15,5 | 17,4 | 19,4 | 20,8 | 23,2 |
| 800 | 800 | 15,7 | 17,5 | 19,6 | 21,8 | 23,4 | 26,8 |
| (900) | 900 | 17,6 | 19,6 | 22,0 | 24,4 | — | — |
| 1 000 | 1 000 | 19,6 | 21,8 | 24,5 | 27,2 | — | — |

[a] Las dimensiones no preferentes se indican entre paréntesis.
[b] SDR 51 sólo es aplicable para el código del área de aplicación "U".

## Tuberías de PVC con presión UNE 1.452

Las dimensiones de los tubos de saneamiento con presión están normalizadas según UNE- EN 1.452

## Diámetro Exterior y ovalación

El diámetro exterior nominal y la ovalación permitida deben ajustarse a la siguiente tabla:

Medidas en milímetros

| Diámetro exterior nominal $d_n$ | Tolerancia para el diámetro exterior medio, $d_{em}$ [a] $x$ | Tolerancia para la ovalación [b] | |
|---|---|---|---|
| | | S 20 a S 16 [c] | S 12,5 a S 5 [d] |
| 12 | 0,2 | — | 0,5 |
| 16 | 0,2 | — | 0,5 |
| 20 | 0,2 | — | 0,5 |
| 25 | 0,2 | — | 0,5 |
| 32 | 0,2 | — | 0,5 |
| 40 | 0,2 | 1,4 | 0,5 |
| 50 | 0,2 | 1,4 | 0,6 |
| 63 | 0,3 | 1,5 | 0,8 |
| 75 | 0,3 | 1,6 | 0,9 |
| 90 | 0,3 | 1,8 | 1,1 |
| 110 | 0,4 | 2,2 | 1,4 |
| 125 | 0,4 | 2,5 | 1,5 |
| 140 | 0,5 | 2,8 | 1,7 |
| 160 | 0,5 | 3,2 | 2,0 |
| 180 | 0,6 | 3,6 | 2,2 |
| 200 | 0,6 | 4,0 | 2,4 |
| 225 | 0,7 | 4,5 | 2,7 |
| 250 | 0,8 | 5,0 | 3,0 |
| 280 | 0,9 | 6,8 | 3,4 |
| 315 | 1,0 | 7,6 | 3,8 |
| 355 | 1,1 | 8,6 | 4,3 |
| 400 | 1,2 | 9,6 | 4,8 |
| 450 | 1,4 | 10,8 | 5,4 |
| 500 | 1,5 | 12,0 | 6,0 |
| 560 | 1,7 | 13,5 | 6,8 |
| 630 | 1,9 | 15,2 | 7,6 |
| 710 | 2,0 | 17,1 | 8,6 |
| 800 | 2,0 | 19,2 | 9,6 |
| 900 | 2,0 | 21,6 | — |
| 1 000 | 2,0 | 24,0 | — |

[a] La tolerancia se ajusta al grado D de la Norma ISO 11922-1[3] para $d_n \leq 50$ y al grado C para $d_n > 50$. La tolerancia se expresa en forma $^{+x}_{0}$ mm, donde $x$ es el valor de la tolerancia.

[b] La tolerancia se expresa como la diferencia entre el valor mayor y el valor menor del diámetro exterior en una sección transversal del tubo (es decir, $d_{e,máx} - d_{e,mín}$).

[c] Para $d_n \leq 250$, la tolerancia se ajusta al grado N de la Norma ISO 11922-1[3].
Para $d_n > 250$, la tolerancia se ajusta al grado M de la Norma ISO 11922-1[3]. El requisito de ovalación sólo es aplicable antes del almacenamiento.

[d] Para $d_n$ de 12 a 1 000, la tolerancia se ajusta a 0,5 grado M de la Norma ISO 11922-1[3]. El requisito de la ovalación sólo es aplicable antes de que el tubo abandone las instalaciones del fabricante.

Espesor de pared y tolerancia

El espesor de la pared se define en función de la serie S de los tubos. El espesor nominal corresponde al espesor mínimo admisible. Se debe de ajustar a la tabla siguiente:

| Diámetro exterior nominal $d_n$ | Series de tubos S | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Espesor nominal de pared (mínimo) | | | | | | |
| | S 20 (SDR 41) | S 16 (SDR 33) | S 12,5 (SDR 26) | S 10 (SDR 21) | S 8 (SDR 17) | S 6,3 (SDR 13,6) | S 5 (SDR 11) |
| | Presión nominal PN basada en el coeficiente de diseño $C = 2{,}5$ | | | | | | |
| | | PN 6 | PN 8 | PN 10 | PN 12,5 | PN 16 | PN 20 |
| 12 | | — | — | — | — | — | 1,5 |
| 16 | | — | — | — | — | — | 1,5 |
| 20 | | — | — | — | — | 1,5 | 1,9 |
| 25 | | — | — | — | 1,5 | 1,9 | 2,3 |
| 32 | | — | 1,5 | 1,6 | 1,9 | 2,4 | 2,9 |
| 40 | | 1,5 | 1,6 | 1,9 | 2,4 | 3,0 | 3,7 |
| 50 | | 1,6 | 2,0 | 2,4 | 3,0 | 3,7 | 4,6 |
| 63 | | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,8 | 4,7 | 5,8 |
| 75 | | 2,3 | 2,9 | 3,6 | 4,5 | 5,6 | 6,8 |
| 90 | | 2,8 | 3,5 | 4,3 | 5,4 | 6,7 | 8,2 |
| | Presión nominal PN basada en el coeficiente de diseño $C = 2{,}0$[a] | | | | | | |
| | PN 6 | PN 8 | PN 10 | PN 12,5 | PN 16 | PN 20 | PN 25 |
| 110 | 2,7 | 3,4 | 4,2 | 5,3 | 6,6 | 8,1 | 10,0 |
| 125 | 3,1 | 3,9 | 4,8 | 6,0 | 7,4 | 9,2 | 11,4 |
| 140 | 3,5 | 4,3 | 5,4 | 6,7 | 8,3 | 10,3 | 12,7 |
| 160 | 4,0 | 4,9 | 6,2 | 7,7 | 9,5 | 11,8 | 14,6 |
| 180 | 4,4 | 5,5 | 6,9 | 8,6 | 10,7 | 13,3 | 16,4 |
| 200 | 4,9 | 6,2 | 7,7 | 9,6 | 11,9 | 14,7 | 18,2 |
| 225 | 5,5 | 6,9 | 8,6 | 10,8 | 13,4 | 16,6 | — |
| 250 | 6,2 | 7,7 | 9,6 | 11,9 | 14,8 | 18,4 | — |
| 280 | 6,9 | 8,6 | 10,7 | 13,4 | 16,6 | 20,6 | — |
| 315 | 7,7 | 9,7 | 12,1 | 15,0 | 18,7 | 23,2 | — |
| 355 | 8,7 | 10,9 | 13,6 | 16,9 | 21,1 | 26,1 | — |
| 400 | 9,8 | 12,3 | 15,3 | 19,1 | 23,7 | 29,4 | — |
| 450 | 11,0 | 13,8 | 17,2 | 21,5 | 26,7 | 33,1 | — |
| 500 | 12,3 | 15,3 | 19,1 | 23,9 | 29,7 | 36,8 | — |
| 560 | 13,7 | 17,2 | 21,4 | 26,7 | — | — | — |
| 630 | 15,4 | 19,3 | 24,1 | 30,0 | — | — | — |
| 710 | 17,4 | 21,8 | 27,2 | — | — | — | — |
| 800 | 19,6 | 24,5 | 30,6 | — | — | — | — |
| 900 | 22,0 | 27,6 | — | — | — | — | — |
| 1 000 | 24,5 | 30,6 | — | — | — | — | — |

[a] Para aplicar un coeficiente de diseño de 2,5 (en vez de 2,0) para tubos con diámetros nominales superiores a 90 mm, se debe seleccionar la serie de presiones, PN, inmediatamente superior.

NOTA 1 Los espesores nominales de pared se ajustan a la Norma ISO 4065[4].
NOTA 2 Los valores de PN 6 para S 20 y S 16 se calculan con el número normal 6,3.

## 2.14.4. Control de calidad

El material de los tubos estará exento de grietas, granulaciones, burbujas o faltas de homogeneidad de cualquier tipo. Las paredes serán suficientemente opacas para impedir el crecimiento de algas o bacterias, cuando las tuberías queden expuestas a la luz solar.

No se utilizarán cuando la temperatura permanente del agua sea superior a 40 ºC.

Se exigirá el Marca Aenor, o el Certificado de Conformidad para su recepción en obra.

Todos los tubos y piezas deben ir marcados de forma legible y durable en intervalos no mayores de 1 metro, con las siguientes identificaciones como mínimo:

Nombre del suministrador, fabricante o nombre comercial.

Fecha de fabricación (año).

Diámetro nominal (DN) coincide con el OD.

Rigidez nominal (funcionamiento en lámina libre) o presión nominal (funcionamiento con presión hidráulica interior), según aplicaciones.

Espesor nominal, e (no necesariamente en las piezas especiales)

Referencia a la norma UNE- EN 1.452 (funcionamiento con presión hidráulica interior) o la UNE- EN 1.401 (funcionamiento en lámina libre), según aplicaciones.

Marca de calidad de producto, en su caso.

La Dirección de Obra podrá exigir certificados que acrediten el control de calidad de todos los lotes correspondientes a los tubos suministrados de al menos los siguientes elementos, según lo indicado en la normativa de aplicación UNE-EN 1.401 y UNE- EN 1.452 para conducciones en lámina libre y con presión hidráulica interna según el caso.

Ensayos de control de características geométricas.

Diámetro espesor.

Espesor

Ovalación

Características mecánicas.

Resistencia mecánica

Resistencia al impacto

Control de la estanqueidad.

Estanqueidad al agua (UNE 1.401)

Resistencia a la presión interna. (UNE 1.452)

Estanqueidad de las uniones con junta elastomérica. (UNE 1.401)

Estanqueidad de las uniones a corto y largo plazo con presión interior (UNE 1.452)

## 2.15. Tuberías de polietileno

### 2.15.1. Características Generales. Materiales

El polietileno puro empleado deberá ser fabricado a baja presión, llamado polietileno de alta densidad.

Los tubos se compondrán de resina de polietileno, con las siguientes características:

Resina de polietileno, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN ISO 17855, y UNE 12201.

Negro de carbono o pigmentos. su contenido en peso en los tubos y piezas especiales debe ser de 2 a 2,50% y su dispersión menor de grado 3, conforme a lo especificado por la norma ISO 18553

Aditivos, tales como antioxidantes, estabilizadores o colorantes. Sólo podrán emplearse aquellos aditivos necesarios para la fabricación y utilización de los productos, de acuerdo con los requerimientos de las partes aplicables de UNE-EN 12201. Su proporción no será mayor de tres décimas por ciento (0,3%), y siempre que su empleo sea aceptable según el Código Alimentario Español.

Los materiales que constituyan el tubo o la tubería no deben ser solubles en el agua, ni pueden darle sabor u olor o modificar sus características. A este respecto es de aplicación lo especificado por la vigente RTSAP en el caso de agua potable.

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

Dichas tuberías están fabricadas a baja presión (alta densidad) y deberán ser del tipo mínimo PE 100 según Norma UNE 12201, cumpliendo con las siguientes características.

Peso específico mayor de novecientas treinta milésimas de gramo por mililitro (0,930 gr/ml) (UNE-EN ISO 1183)

Contenido de agua < 300 mg/kg

Contenido de materias volátiles < 350 mg/kg

Tiempo de inducción a la oxidación > 20 min

Coeficiente de dilatación lineal entre doscientas (200) y doscientas treinta (230) millonésimas por grado centígrado para PE100. En este tipo de materiales los movimientos producidos por la dilatación dan lugar, en las coacciones, a incrementos tensionales de poca consideración (UNE 53126).

Índice de fluidez se fija como máximo en 20% del calor obtenido con la materia prima utilizada. para PE 100 (UNE EN ISO 1133).

Módulo de elasticidad a veinte grados centígrados (20ºC) a corto plazo E0 igual o mayor que mil (1000) Mpa; módulo de elasticidad a veinte grados centígrados (20ºC) a largo plazo (50 años) E50 igual o mayor a ciento cincuenta (150) Mpa para PE 100 (UNE 53331)

La resistencia mínima a flexotracción a corto o largo plazo (50 años) será, respectivamente 30 ó 14,4 N/mm2 (UNE 53331).

En el caso de uso del material para saneamiento sin presión se respetará adicionalmente todo lo establecido en la UNE-EN 12.666 *Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado.*

En el caso de uso del material para saneamiento sin presión se respetará adicionalmente todo lo establecido en la UNE-EN 12.666 *Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado.*

En el caso de uso de tubería de pared estructurada en polietileno se respetará adicionalmente todo lo establecido en la UNE-EN 13.476 *Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento enterrado sin presión. Sistemas de canalización de pared estructurada de polietileno (PE).*

Los tubos de polietileno se fabricarán en instalaciones especialmente preparadas con todos los dispositivos necesarios para obtener una producción sistematizada y con un laboratorio mínimo necesario para comprobar por muestreo al menos las condiciones de resistencia y absorción exigidas al material.

Los tubos se marcarán exteriormente y de manera visible con los datos mínimos exigidos en el presente pliego así como en la normativa de aplicación.

### 2.15.2. Clasificación. Resistencia

Los tubos de polietileno para abastecimiento se clasificarán por su MRS (tensión mínima requerida a tracción para el material), DN y PN. No obstante, al estar directamente relacionada la PN con la serie S y con la relación SDR, podría utilizarse alguno de estos dos parámetros alternativamente a la PN.

En el caso de tubería para saneamiento en lámina libre, los tubos se clasifican por su DN y su SN. No obstante, al estar directamente relacionada la SN con la serie S y, también por lo tanto, con la relación SDR, podría utilizarse alguno de estos dos parámetros alternativamente a la SN.

Para canalización en presión los diámetros nominales que se utilicen serán los de la siguiente serie (mm): 16, 20,25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1.000, 1.200, 1.400, 1.600

En canalizaciones para saneamiento en lámina libre la serie disponible en diámetros es la siguiente (para rigideces SN4 y SN8): 110, 125, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 450, 500, 630, 800, 1.000, 1.200, 1.400, 1.600.

Uniones

Los tipos de uniones habituales en los tubos de PE son las siguientes:

Unión soldada térmicamente a tope

Unión por electrofusión
Unión mediante accesorios mecánicos

En el caso de tubos de polietileno de pared estructurada helicoidal para saneamiento en lámina libre, podrán ser unidos mediante electrofusión, bien mediante unión mecánica desmontable.

No se admitirán d ningún modo piezas especiales fabricadas por la unión mediante pegamento de diversos elementos.

En tuberías de pequeño diámetro (ramales, acometidas, etc.) se cuidará especialmente el tipo de junta adoptada.

En el caso de tramos de conducción que no han sido proyectados, el Contratista someterá obligatoriamente a su aprobación los datos siguientes: sección de los tubos, espesor de sus paredes y tipo de junta empleada, acompañado todo ello de los cálculos hidráulicos y mecánicos justificativos de la solución que se propone.

### 2.15.3. Geometría

Se respetarán las dimensiones normalizadas y tolerancias (diámetros, espesores, ovalación y longitudes) indicados en la norma UNE-EN 12201.

En el caso de uso del material para saneamiento sin presión se respetará todo lo establecido en cuanto a geometría en la UNE-EN 12.666

En el caso de uso de tubería de pared estructurada en polietileno se respetará adicionalmente todo lo establecido en la UNE-EN 13.476

### 2.15.4. Control de calidad

Se exigirá el Marca Aenor, o el Certificado de Conformidad Aenor, para su recepción en obra.

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

Nombre del suministrador, fabricante o nombre comercial.

Fecha de fabricación (mes y año).

Tipo de material.

Diámetro nominal, DN.

Presión nominal, PN (excepto en saneamiento en lámina libre)

Espesor nominal, e (no necesariamente en las piezas especiales) o rigidez nominal en el caso de saneamiento en lámina libre

Referencia a la norma UNE correspondiente en cada aplicación.

Marca de calidad en su caso.

La Dirección de Obra podrá exigir certificados que acrediten el control de calidad de todos los lotes correspondientes a los tubos suministrados de al menos los siguientes elementos, según lo indicado en la normativa de aplicación (UNE-EN 12201 principalmente)

Control del material

Características mecánicas: MRS y alargamiento en rotura

Características físicas

Control de tubos.

Resistencia a presión hidráulica interior a 80º

Propagación de fisuras

En el caso de uso de tubería de pared estructurada en polietileno se respetará adicionalmente todo lo establecido en la UNE-EN 13.476

El material de los tubos estará exento de grietas, granulaciones, burbujas o faltas de homogeneidad de cualquier tipo. Las paredes serán suficientemente opacas para impedir el crecimiento de algas o bacterias, cuando las tuberías queden expuestas a la luz solar.

Las condiciones de funcionamiento de las juntas y uniones deberán ser justificadas con los ensayos realizados en un laboratorio oficial, y no serán inferiores a las correspondientes al propio tubo.

El fabricante comunicará a la Dirección de Obra las fechas de la realización de las pruebas de la partida correspondiente.

## 2.16. Reposición de infraestructuras

### 2.16.1. Tuberías de agua

La reposición de las tuberías de agua existentes se realizará o bien con tubería de fundición cuando el diámetro de la tubería original sea igual o superior a 100 mm., o bien con tubería de polietileno cuando el diámetro original sea inferior a 100 mm.

#### 2.11.1.1 Tuberías de fundición

Condiciones generales

Las tubería y piezas empleadas en la obra procederán de fábrica, con experiencia acreditada. Previamente a la puesta en obra de cualquier tubería, el Contratista, propondrá a la Dirección de Obra los siguientes puntos:

- Fabricante de tuberías.

- Descripción exhaustiva del sistema de fabricación para cada tubo.
- Sección tipo de cada diámetro con indicación de las dimensiones y espesores.
- Características del revestimiento interior y exterior de la tubería.
- Experiencia en obras similares.
- Tipo de señalización del tubo.

La tubería deberá cumplir la norma ISO 2531 en todos sus apartados:

- Espesor de los tubos.
- Marcaje.
- Elaboración de la fundición.
- Calidad de los tubos.
- Tolerancia de juntas (s/Norma francesa NF A 48-802).
- Tolerancias de espesor.
- Longitudes de fabricación y tolerancias de longitud.
- Tolerancias de rectitud.
- Tolerancias sobre masas.
- Ensayos de tracción-probetas, método y resultado.
- Ensayo de dureza Brinell.

La boca o enchufe de los tubos tendrá las dimensiones y formas que permita la utilización de la junta exprés completa (elastómero, tornillos y contrabrida) y la junta automática flexible.

En las superficies de contacto con la junta, tanto en el asiento para ella como en el extremo liso, no se tolerará ninguno de los siguientes defectos:

a) Excentridad del diámetro del asiento de junta.

b) Ovalidad del diámetro del asiento de junta.

c) Poros o huecos mayores de 2 mm. de diámetro.

d) Falta de material en el filete de la parte interior del asiento de junta.

e) Poros de diámetro menor de 2 mm., cuya separación entre ellos sea menor de 3 cm. o que estos estén en número mayor de 3.

Características Constructivas

1) Características de la tubería

La tubería deberá reunir las siguientes características principales:

- Tubería de fundición dúctil.
- Un revestimiento interior de cemento centrifugado rico en silico-aluminatos.
- Un revestimiento exterior con un zincado previo y un posterior barniz para cualquier diámetro de tubo.
- Una junta de enchufe flexible que asegure la estanqueidad completa bajo todas las condiciones de servicio. Se utilizarán dos tipos de juntas, la automática flexible y la exprés.

2) Dimensiones

El espesor (e) y su tolerancia (T) normal de los tubos será calculado, en función de su diámetro nominal, por la fórmula:

e =K (0,5 + 0,001 . DN)T =-(1,3 + 0,001 . DN)

e =espesor normal de la pared en mm.

DN =diámetro nominal en mm.

K =coeficiente que toma el valor 7 en este caso por ser tubería de presión para baja presión de saneamiento.

T =tolerancia en menos.

La flecha máxima en mm. será, según ISO-2531, de 1,25 veces la longitud en metros.

3) Cargas de cálculo y tensiones admisibles

Las tuberías deberán ser calculadas de acuerdo con la Orden del 22 de Agosto de 1963 del Ministerio de Obras Públicas.

En todos los casos, la resistencia mínima a la tracción en el tubo de fundición dúctil será de 42 kg/mm2 y el alargamiento mínimo a la rotura será del 10%.

En el cálculo de los tubos se considerarán todas las solicitaciones que puedan tener lugar tanto en la fabricación como en el transporte, puesta en obra y en las pruebas y posterior funcionamiento en servicio.

4) Datos a suministrar por el Contratista

El Contratista facilitará los planos y datos necesarios con detalles completos de las características y dimensiones de fundición, recubrimiento interior de cemento centrifugado, juntas flexibles, piezas rectas, especiales y de conexión. Una vez aprobados, se devolverá una copia al Contratista, no pudiendo ser fabricado ningún tubo antes de dicha aprobación.

Los datos a suministrar por el Contratista incluirán: diámetro de las tuberías, presión del Proyecto, espesor de los tubos y secciones de fundición (por metro lineal de tubo) y revestimiento interior y exterior para cada porción de tubería cuya presión de Proyecto está en el presente Proyecto definida.

5) Marcado

Todos los elementos de la tubería llevarán las marcas distintivas siguientes, realizadas por cualquier procedimiento que asegure su duración permanente:

- Marca de fábrica.
- Diámetro interior en mm.
- Presión de Proyecto en atmósferas.
- Marca de identificación de orden, edad o serie que permita encontrar la fecha de fabricación y modalidades de las pruebas de recepción y entrega.
- Marca de localización que permita identificar la situación de los tubos en el terreno en relación con los planos y datos facilitados por el Contratista.

6) Pruebas en fábrica y control de fabricación

El suministro de los tubos, piezas especiales y demás elementos de la tubería, será controlado por la Dirección de las Obras durante el período de su fabricación, por lo que se nombrará un agente delegado que podrá asistir durante este periodo a las pruebas preceptivas a que deben ser sometidos dichos elementos de acuerdo con sus características normalizadas, comprobándose también dimensiones y pesos.

Independientemente de dichas pruebas, la Dirección de las Obras se reserva el derecho de realizar en fábrica por intermedio de sus representantes cuantas verificaciones de fabricación y ensayos de materiales estime precisas para el control perfecto de las diversas etapas de fabricación, según las prescripciones de este pliego.

El Contratista avisará a la Dirección de las Obras con quince días de antelación, como mínimo, del comienzo de la fabricación del suministro y de la fecha en que se propone efectuar las pruebas.

Del resultado de los ensayos se levantará un acta firmada por el representante de la Dirección de las Obras y Contratista.

El representante de la Dirección de las Obras, en caso de no asistir a las pruebas obligatorias en fábrica, podrá exigir al Contratista certificado de garantía de que se efectuarán, en forma satisfactoria, dichos ensayos.

Serán obligatorias las siguientes verificaciones y pruebas:

a) En el proceso de fabricación propiamente dicho:

A la salida del horno de tratamiento:

- Control de la toma de anillos de muestra y su contrastado.

- Control del estado de la superficie y aspecto general del tubo, rectitud, no ovalidad, etc.

Pruebas de presión:

• Verificación constante de los tiempos, presiones y resultados de las pruebas de resistencia y estanqueidad.

Al salir a la mesilla del fin de proceso:

• Verificación de enchufes, superficies de junta, colas de tubo e interior de los mismos.

• Nueva inspección del espesor de la superficie.

• Una verificación del espesor y diámetro exterior máximo en uno de cada cinco tubos.

• Referenciado de cada tubo aceptado, con la referencia tubo y orden pintados sobre el frente del enchufe.

• Marcado, con contraseñado imborrable, de los rechazados.

a.1) Control mecánico y análisis metalográfico

Del último tubo y de la contrabrida de cada lote de 50 fabricados, se extraerá un anillo para la obtención de probetas de tracción.

Las probetas para ensayos mecánicos tendrán una parte cilíndrica, cuyo diámetro será de 3,56 mm. y la longitud de 17,8 mm. y sacada de la generatriz del tubo. De dicha probeta se comprobará la resistencia a tracción, alargamiento, límite elástico, dureza y análisis metalográfico, que de no cumplir los valores indicados en la Norma ISO 2531 se extraerán otras dos probetas del mismo anillo. Si alguna de estas dos probetas no cumpliera con los valores indicados, quedará rechazado el lote de 50 tubos.

a.2) Control dimensional

Sobre cada tubo y en las contrabridas se realizará un control de dimensiones del enchufe del extremo del tubo y de toda la parte lisa, aceptándose los que cumplen las tolerancias de la Norma NF-A-48802, así como su rectitud; y las máximas tolerancias admisibles serán las que indica la Norma ISO 2531, siendo rechazado el tubo que no la cumpla.

a.3) Inspección visual

Se comprobará sobre cada tubo y en las contrabridas la ausencia de poros, huecos u otras imperfecciones que dificulten el uso para el que ha sido solicitado, especialmente en el enchufe, una vez realizado el mecanizado del asiento para la junta, y en el extremo liso después del esmerilado del mismo, por lo que se rechazará el tubo que tenga alguno de los defectos señalados en el apartado de Características Técnicas.

a.4) Prueba hidráulica

Todos los tubos deberán soportar, sin fugas ni roturas, una prueba hidráulica, según lo señalado en Características Técnicas por el Contratista.

b) En el laboratorio

- Control de la preparación de probetas y verificación del contrastado. Control dimensional de las mismas.

- Pruebas de rotura, límite elástico, alargamiento y dureza.

- Contraste de los resultados de los análisis metalográficos. Estos se efectúan intercalados en el control de la fabricación para evitar el dar por buenos tubos con estructuras matrices y nodulización no aceptable, aunque superen el resto de pruebas y controles.

- Comprobación esporádica de los análisis químicos de colada C, Si, S, Mn.

c) En el proceso de pintado

- Comprobación del referenciado de los tubos del lado de carga de la máquina antes del pintado.

- Comprobación del acabado de pintura.

- Pintado del anagrama de inspección.

d) En taller de pruebas

Una vez comenzada la producción de los tubos, se ensayará hidrostáticamente a una presión de 2.0 veces la Presión de Proyecto una unidad de cada producción semanal y, como mínimo, uno de cada lote de cien tubos. La elección de estos tubos en ensayo será realizada por la Dirección de las Obras, manteniéndose la presión de prueba tres minutos como mínimo. Si el tubo mostrara fisuración a una pérdida de agua, será rechazado y todos los tubos producidos durante esa semana o en ese lote serán probados hidrostáticamente. Todos los tubos que hayan sufrido la prueba hidrostática serán marcados con la marca de ensayo del Contratista o fabricante.

Serán a cargo del Contratista todos los ensayos y pruebas obligatorios y los exigibles que se indiquen en este Pliego dentro de la partida de control de calidad existente.

7) Generalidades sobre los materiales

Todos los elementos que entran en la composición de los suministros y obras procederán de talleres notoriamente conocidos, aceptados por la Dirección de las Obras.

8) Generalidades sobre la fabricación de tubos

Los tubos deben fabricarse en instalaciones especialmente preparadas, con los procedimientos que se estimen más convenientes por el Contratista. Sin embargo, deberá informarse a la Dirección de las Obras sobre utillaje y procedimientos a emplear, así como de las principales modificaciones que se pretenden introducir en el curso de los trabajos.

La Dirección de las Obras podrá rechazar el procedimiento de fabricación que a su juicio no es adecuado para cumplir las condiciones que se exigen a los tubos dentro de las tolerancias que se fijen, pero la aceptación del procedimiento no exime de reponsabilidad al Contratista en los resultados de los tubos fabricados.

Los tubos se fabricarán por centrifugación, por vertido en moldes verticales y vibración por combinación de ambos métodos, o por cualquier otro adecuado que sea aceptable a juicio de la Dirección de las Obras.

Cuando la fundición de los tubos vierta en moldes verticales u horizontales, debe efectuarse el vertido en forma relativamente continua para evitar interrupciones largas o frecuentes.

Cuando se use el método de centrifugación, debe colocarse la suficiente cantidad de colada en los moldes durante la operación de carga, de forma que asegure en la tubería el espesor de pared previsto y un mínimo de variaciones en el espesor y en los diámetros en toda la longitud de la tubería; de todas formas, las variaciones no excederán de las tolerancias permitidas. La duración y velocidad de la centrifugación debe ser la suficiente para permitir una completa distribución de la colada y producir una superficie interior lisa y compacta. Se dispondrán elementos de control suficientes para poder comprobar ambos importantes factores.

9) Tolerancias

- El diámetro interior no se apartará en ninguna sección en más del 0,75%. El promedio de los diámetros mínimos tomados en las cinco secciones transversales resultantes de dividir un tubo en cuatro partes iguales no debe ser inferior al diámetro nominal del tubo.

- En el espesor de la pared de los tubos no se admitirán, en ningún punto, variaciones superiores al 5% respecto del espesor nominal; al promedio de los espesores mínimos en las cinco secciones resultantes de dividir un tubo en cuatro partes iguales no debe ser inferior definido como teórico.

- Las juntas deben ser construidas de tal forma que el máximo resalto interior, en cualquier punto, sea mayor de 3,5 mm.

- La longitud máxima de los tubos será aquélla que permita un fácil transporte y montaje de las tuberías y que permita la alineación y perfil dado en los planos; la longitud de los tubos será uniforme, y no se admitirán variaciones superiores a ± 5% sobre la longitud nominal.

Tubería de Polietileno

Las tuberías de polietileno utilizadas para abastecimiento de agua serán fabricadas a partir de polietileno de alta densidad y cumplirá los establecido en el artículo 2-23 y 8 del "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimientos de agua".

Además, cumplirá las siguientes condiciones:

- Peso específico mayor de 0,940 Tn./m3.
- Coeficiente de dilatación lineal de 200 a 230 E-6.
- Temperatura de reblandecimiento superior a 100ºC.
- Indice de fluidez de 0,3 g.
- Módulo de elasticidad superior a 9.000 kg/cm2.
- Resistencia a la tracción  200 kg/cm2.
- Alargamiento a la rotura superior a 350%.
- Cumplirán obligatoriamente las normas UNE 53.131 y 53.133.

### 2.16.2. Tubería de saneamiento de agua pluvial

Estas tuberías serán de PVC según norma UNE-EN 1401-1 o de hormigón en masa, con junta machihembrada. En el caso de ser de hormigón cumplirán las especificaciones del Pliego General de Condiciones Facultativas para la fabricación, transportes y montaje de las tuberías de hormigón de la Asociación Técnica de Derivados del Cemento y las especificaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones.

Las tuberías procederán de fábrica con experiencia acreditada. La resistencia característica mínima del hormigón será de 300 kg/m2.

El espesor del tubo será establecido por el fabricante y variará entre los límites fijados en el cuadro adjunto.

| DIÁMETRO (mm) | ESPESOR MÍMINO (mm) | ESPESOR MÁXIMO (mm) |
|---|---|---|
| 0,10 | 20 | 26 |
| 0,15 | 20 | 35 |
| 0,20 | 22 | 40 |
| 0,30 | 26 | 50 |

| | | |
|---|---|---|
| 0,40 | 30 | 55 |
| 0,50 | 35 | 60 |
| 0,60 | 36 | 75 |
| 0,70 | 38 | 75 |
| 0,80 | 40 | 80 |
| 0,90 | 55 | 80 |

El diámetro interior real del tubo no debe ser inferior al diámetro nominal en menos de 2 mm + 1% del diámetro nominal.

La medida de dicho diámetro se efectuará a 20 cm. de la extremidad del tubo. El valor será la media de las medidas efectuadas en dos diámetros que forman un ángulo de 45º en relación con el plano de junta del tubo.

El peso específico del hormigón empleado en la fabricación del tubo será:

Tubo comprimido: superior a 2.300 kg/m3.

Tubo vibrado o centrifugado: superior a 2.400 kg/m3.

De todas formas, el peso de los tubos deberá estar comprendido entre los pesos del cuadro que se adjunta.

| Diámetro (cm) | Peso por metro en Kg | |
|---|---|---|
| | Mínimo | Máximo |
| 10 | 12 | 33 |
| 15 | 20 | 59 |
| 20 | 27 | 81 |
| 25 | 56 | 106 |
| 30 | 64 | 133 |
| 40 | 96 | 186 |
| 50 | 140 | 270 |
| 60 | 205 | 360 |

| | | |
|---|---|---|
| 70 | 270 | 385 |
| 80 | 335 | 470 |
| 90 | 415 | 550 |
| 100 | 430 | 670 |
| 110 | 600 | 790 |
| 120 | 710 | 920 |

La longitud máxima del tubo será de 2,50 mts. y la longitud mínima será de 1 m.

2.16.3. Tubería para canalización de alumbrado y semáforos

La tubería para reposición de las posibles canalizaciones de alumbrado y de instalaciones de semáforos será de polietileno en aceras y jardines y de hormigón en calzada.

La tubería de polietileno será del tipo liso y rígido de 80 mm. de diámetro mínimo y de 4 mm. de espesor.

La unión de los tubos se realizará por el sistema de abocardado por machihembrado, convenientemente encolado.

Los tubos de hormigón serán de hormigón en masa, con junta machihembrada. Procederán de fábrica con experiencia acreditada y la resistencia característica mínima del hormigón será de 300 kg/cm2. El diámetro del tubo será de 100 mm. y el espesor mínimo de pared será de 20 mm.

En cualquier caso, se instalará una sirga de acero en el interior del conducto.

2.16.4. Tubería para canalización telefónica y telégrafos

La tubería para reposición de los posibles daños causados a la canalización telefónica será de PVC, de acuerdo con las marcas y características indicadas por la Compañía Telefónica y por Correos y Telégrafos.

2.16.5. Tubería para canalización eléctrica

Las tuberías para las posibles reposiciones de esta infraestructura seguirán las marcas, materiales y características señaladas por la compañía Iberdrola, S.A.

2.16.6. Arquetas

Las arquetas para emplear en los elementos de reposición serán prefabricadas o in situ y de hormigón, y cumplirán lo especificado en este Pliego para hormigones.

Todas las arquetas deberán ser obligatoriamente de hormigón armado tal y como se indican en los planos y señalan las compañías explotadoras de cada servicio.

### 2.16.7. Tapas y marcos de fundición em servicios afectados

Las tapas serán de 600 mm. de diámetro o superior para saneamiento pluvial, abastecimiento o distribución de agua, canalización eléctrica, telefónica y alumbrado.

Las tapas y marcos que colocar en aceras o viales para las redes de distribución de agua y saneamiento de aguas pluviales tendrán un peso total del conjunto tapa y marco de 63 kg mínimo y serán de fundición nodular o dúctil.

Las tapas y marcos que colocar para las redes de energía eléctrica y telefonía serán las indicadas por las empresas explotadoras de dichos servicios.

Las tapas y marcos que colocar para la red de alumbrado serán de fundición nodular según normas del Ayuntamiento correspondiente.

Las tapas de distribución de agua y saneamiento de aguas pluviales deberán resistir una carga de 40 Tm. con una flecha inferior a 1/500 de la abertura, realizándose el ensayo según lo establecido en la norma AFNOR P 98-311.

Además:

- Las tapas no tendrán agujeros de ventilación.
- El apoyo de la tapa deberá realizarse en una sección mecanizada que asegure el correcto asiento.
- Deberá tener un sistema de sujeción que evite la rotación de la tapa o la apertura no deseada. Este sistema deberá estar protegido con una pieza de bloque que requiera un dispositivo de apertura.
- Deberá de ser de un modelo aprobado por el Ayuntamiento correspondiente, incluyendo las inscripciones que el Ayuntamiento estime oportunas.

## 2.17. Control general de calidad

Todos los materiales llegarán a obra debidamente marcados y con el certificado de composición química y características mecánicas realizado por el laboratorio del fabricante.

El Director de Obra podrá indicar la realización de otro tipo de ensayos de contraste si así lo aconseja la importancia de la obra.

# 3. CAPÍTULO III - EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS UNIDADES DE OBRA

## 3.1. Condiciones generales

### 3.1.1. Introducción

#### Inspección del emplazamiento

Se considera que antes de presentar su oferta, el Contratista ha comprobado el emplazamiento de la Obra y sus alrededores, las eventuales destrucciones, la naturaleza del terreno, y cualquier otra circunstancia susceptible de incidir en el desarrollo de la obra.

Por ello, el Contratista no tendrá derecho alguno a reclamar pagos en relación con los gastos ocasionados por la falta de observancia del presente artículo.

#### Ocupación de Terrenos y su Vigilancia.

Aprobado el proyecto y, previamente a la tramitación del expediente de contratación de la obra, se procederá a efectuar el replanteo del mismo, el cual consistirá en comprobar la realidad geométrica de la misma y la disponibilidad de los terrenos precisos para su normal ejecución, que será requisito indispensable para la adjudicación en todos los procedimientos. Asimismo, se deberán comprobar cuantos supuestos figuren en el proyecto elaborado y sean básicos para el contrato a celebrar.

En la tramitación de los expedientes de contratación referentes a obras de infraestructuras hidráulicas, de transporte y de carreteras, se dispensará del requisito previo de disponibilidad de los terrenos, si bien la ocupación efectiva de aquellos deberá ir precedida de la formalización del acta de ocupación.

En los casos de cesión de terrenos o locales por Entidades públicas, será suficiente para acreditar la disponibilidad de los terrenos, la aportación de los acuerdos de cesión y aceptación por los órganos competentes.

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

Será de su cuenta y responsabilidad la reposición de estos terrenos a su estado original y la reparación de los deterioros que hubiera podido ocasionar.

Será también de cuenta del Contratista la provisión de aquellos espacios y accesos provisionales que, no estando expresamente recogidos en el proyecto, decidiera utilizar para la ejecución de las obras.

### Fuentes de Energía

Cuando el Contrato de Obra no indique lo contrario, el suministro de energía eléctrica, agua y otras fuentes precisas para la ejecución de la obra, correrá por cuenta del Contratista. Del mismo modo, correrán por su cuenta, las tasas de abonar a Compañías suministradoras los gastos de mantenimiento de las instalaciones y consumos.

### Uso Temporal de Bienes de la Propiedad

Para la utilización de bienes o fuentes de energía de la Propiedad, en su caso, el Contratista viene obligado a obtener la aprobación explícita de la misma. En este supuesto el Contratista queda obligado a su mantenimiento y reparación, siendo de su cuenta los gastos que se originen por este concepto, si no procede de esta forma, la Propiedad reparará a su costa, pasándole los cargos correspondientes, que deberá abonar.

### Reclamaciones de terceros.

El Contratista tomará las precauciones necesarias para evitar cualquier clase de daños a terceros, atenderá a la mayor brevedad, las reclamaciones de propietarios y afectados, y lo notificará por escrito y sin demora a la Dirección de Obra.

En el caso de que se produjesen daños a terceros, el Contratista informará de ello al Director de Obra y a los afectados. El Contratista repondrá el bien a su situación original con la máxima rapidez, especialmente si se trata de un servicio público fundamental o si hay riesgos importantes.

## 3.1.2. Inicio de las obras

### Comprobación del Replanteo

Antes de dar comienzo a las obras se procederá a la comprobación del replanteo de las mismas, teniendo en cuenta lo expuesto en el presente artículo.

El replanteo de las diferentes partes de la obra corresponde al Contratista, quien deberá realizar estas operaciones a su cargo y responsabilidad, recurriendo en caso preciso a la colaboración de la DO.

La DO se reserva el derecho de controlar los replanteos y nivelaciones realizadas por el Contratista, sin que esta vigilancia disminuya en nada la responsabilidad del Contratista.

El Contratista deberá poner gratuitamente a disposición de la DO los aparatos, objetos y mano de obra necesarios para efectuar este control.

En el Acta que se ha de levantar del mismo, el Contratista ha de hacer constar expresamente que se ha comprobado a plena satisfacción suya la completa correspondencia, en planta y cotas relativas, entre

la situación de las señales fijas que se han construido en el terreno y homólogas indicadas en los planos, donde están referidas a la obra proyectada así como también que dichas señales son suficientes para poder determinar perfectamente cualquier parte de la obra proyectada, de acuerdo con los planos que figuran en el Proyecto.

En el caso de que las señales construidas en el terreno no sean suficientes para poder determinar perfectamente alguna parte de la obra, se construirán las que se precisen para que pueda darse aprobación al Acta.

Para verificar lo expuesto, se levantará la correspondiente Acta de Comprobación de Replanteo que refleje la conformidad o disconformidad del mismo con referencia al Proyecto, con especial y expresa referencia a las características geométricas de la obra. Caso que el Contratista, sin formular reservas sobre la viabilidad del Proyecto, hubiera formulado otras observaciones, la DO, en consideración de las mismas, decidirá iniciar o suspender las obras, justificando la decisión en la propia Acta de Replanteo.

Una vez firmada el Acta por ambas partes, el Contratista quedará obligado a replantear por sí las partes de obra según precise para su construcción, de acuerdo con los datos de los planos o los que le proporcione la DO en caso de modificaciones aprobadas o dispuestas por la Propiedad. Para ello fijará en el terreno, además de las ya existentes, las señales y dispositivos necesarios para que quede perfectamente marcado el replanteo de la obra a efectuar.

La DO, puede realizar las comprobaciones que estime conveniente, replantear directamente la parte de la obra que desee, así como introducir las modificaciones precisas en los datos de replanteo del Proyecto. Si alguna de las partes lo estima necesario, también se levantará Acta de estos replanteos parciales, debiendo quedar indicado en la misma los datos que se consideren necesarios para la construcción y posterior medición de la obra ejecutada.

Todos los gastos de replanteo general y su comprobación, así como los que se ocasionen al verificar los replanteos parciales y comprobación de replanteos, serán de cuenta del Contratista, por encontrarse repercutidos en los correspondientes precios unitarios de adjudicación.

El Contratista responderá de la conservación de las señales fijas comprobadas en el replanteo general y las que indique la DO de los replanteos parciales, no pudiéndose inutilizar ninguna sin su autorización por escrito. En el caso de que sin dicha conformidad se inutilice alguna señal, la DO dispondrá que se efectúen los trabajos necesarios para reconstruirla o sustituirla por otra siendo por cuenta del Contratista los gastos que se originen. También podrá la DO suspender la ejecución de las partes de obra que queden indeterminadas a cuenta de la inutilización de una o varias señales, hasta que dichas señales sean sustituidas por otras.

### Modificaciones al Proyecto como Consecuencia del Replanteo.

Si como consecuencia del replanteo se deduce la necesidad de introducir modificaciones al Proyecto, la DO redactará, sin perjuicio de la remisión inmediata al acta, una valoración razonada del importe de las modificaciones.

Si la Propiedad decide la modificación del Proyecto, se procederá a redactar la documentación necesaria para su viabilidad, pudiendo acordarse la suspensión total o parcial de las obras. Una vez aprobada la documentación confeccionada, esta constituirá parte del Proyecto, y se considerará vigente a efectos del Contrato.

### Orden del Inicio de la Obra y de cada uno de los Tajos.

La DO comunicará al Contratista la fecha de iniciación de las obras, que normalmente se fijará en el día siguiente del de la firma del Acta de Comprobación de Replanteo.

Hasta la aprobación del programa de trabajos, la DO establecerá las directrices para comenzar los trabajos por aquellos tajos de más perentoria necesidad.

El Contratista notificará al Director de Obra, para cada tajo de obra, su intención de iniciar los trabajos, con quince (15) días de anticipación, siempre y cuando ello requiera la ocupación de terreno y se ajuste al programa de trabajos en vigor. Si la ocupación supone una modificación del programa de trabajos vigente, la notificación se realizará con una anticipación de 45 días y quedará condicionada a la aceptación por el Director de Obra.

### Plazo de Ejecución.

El Contratista ejecutará las obras comprendidas en el presente proyecto en el plazo estipulado en el Contrato. Lo anteriormente indicado es así mismo aplicable para los plazos parciales, si así se hubieran hecho constar.

Cuando el plazo se fija en días, estos serán naturales, y el último se computará por entero. Cuando el plazo se fija en meses, se contará de fecha a fecha. Si no existe fecha correspondiente, en el que se ha finalizado el plazo, éste termina el último día de ese mes.

### Programa de Trabajos.

Al término de treinta (30) días contados a partir de la firma del Acta de Replanteo, o en el plazo y forma que se indique en los Pliegos de Licitación, el Contratista remitirá a la DO, para su aprobación o reparo, un programa de trabajos valorado mensualmente, ampliamente razonado y justificado, teniéndose en cuenta los plazos de llegada a obra de materiales y medios auxiliares y la interdependencia de las distintas operaciones, así como la información necesaria para gestionar todos los desvíos o retiradas de servicios previstos en Proyecto que sean de competencia del Director de Obra, también reflejará la incidencia que sobre su desarrollo hayan de tener las circunstancias climatológicas, estacionales, de movimiento de personal y cuantas de carácter general sean estimables, según cálculos estadísticos de probabilidades, siendo de obligado ajuste con el plazo fijado en la licitación o con el menor ofertado por el Contratista, si fuese éste el caso, aún en la línea de apreciación más pesimista.

Dicho programa se reflejará en dos diagramas. Uno de ellos especificará los espacios-tiempos de la obra a realizar, y el otro será de barras, donde se ordenarán las diferentes partes de obra que integran el proyecto, estimando en día-calendario los plazos de ejecución de la misma, con indicación de la valoración mensual y acumulada.

El Programa de Trabajos se revisará conjuntamente con la DO con una frecuencia mínima mensual, con el objetivo de detectar cualquier desviación en dicho Programa de Trabajos. Dicha desviación observada conllevará la necesidad de un nuevo Plan de Obra que se ajuste a la nueva realidad.

En cualquier momento, a requerimiento de la DO, el Contratista informará por escrito de todos los detalles, preparativos y equipos a emplear para la ejecución de la obra.

La remisión y aprobación de este Programa por parte de la DO, no exime al Contratista de sus responsabilidades contractuales.

### Variaciones en el Plazo de Ejecución, Consecuencia de Modificaciones al Proyecto.

En caso de introducirse modificaciones al Proyecto como consecuencia de variaciones introducidas durante la ejecución, el Contratista presentará a la DO, para su aprobación, un nuevo Programa de Trabajos, donde estén recogidas, indicándose la ampliación o reducción del plazo de ejecución que figura en el contrato de adjudicación de Obra.

### Examen de las Propiedades Afectadas por las Obras.

El Director de Obra podrá exigir al Contratista la recopilación de información adecuada sobre el estado de las propiedades antes del comienzo de las obras, si estas pueden ser afectadas por las mismas o si pueden ser causa de posibles reclamaciones de daños.

El Contratista informará al Director de Obra de la incidencia de los sistemas constructivos en las propiedades próximas.

El Director de Obra establecerá el método de recopilación de información sobre el estado de las propiedades y las necesidades del empleo de actas notariales o similares.

Antes del comienzo de los trabajos, el Contratista confirmará por escrito al Director de la Obra, que existe un informe adecuado sobre el estado actual de las propiedades y terrenos, de acuerdo con los apartados anteriores.

### Localización de servicios, estructuras e instalaciones.

La situación de los servicios y propiedades que se indica en los planos, ha sido definida con la información disponible pero no hay garantía ni se responsabiliza el Consorcio de la total exactitud de estos datos. Tampoco se puede garantizar que no existan otros servicios o instalaciones no reflejados en el Proyecto.

El Contratista consultará, antes del comienzo de los trabajos, a los afectados sobre la situación exacta de los servicios existentes y adoptará sistemas de construcción que eviten daños. Asimismo, con la suficiente antelación al avance de cada tajo de obra, deberá efectuar las catas convenientes para la localización exacta de los servicios afectados. Estas catas se abonarán a los precios correspondientes del Cuadro nº 1.

Si se encontrase algún servicio no señalado en el Proyecto, el Contratista lo notificará inmediatamente, por escrito, al Director de la Obra, no otorgando, esta circunstancia, derecho de compensación alguno.

El Programa de Trabajos aprobado y en vigor, ha de suministrar al Director de Obra la información necesaria para gestionar todos los desvíos o retiradas de servicios previstos en el Proyecto, que sean de su competencia en el momento adecuado para la realización de las obras.

#### 3.1.3. De la ejecución normal de las obras

### Medidas de Protección y Seguridad.

Será obligación del Contratista adoptar las precauciones y medidas necesarias para garantizar la seguridad del personal que trabaje en las obras y personal que pueda entrar a inspeccionarla, cumpliendo en todo momento las especificaciones del Plan de Seguridad y Salud, que el contratista está obligado a presentar antes del inicio de las obras, para su aprobación previa por el CABB y su tramitación ante el Organismo competente de la Administración, en el cual se deberá realizar un análisis de las distintas operaciones a realizar durante la ejecución de las obras, así como un estudio detallado de los riesgos generales, ajenos y específicos derivados de aquéllas, definiéndose, en consecuencia, las medidas de prevención y/o protección que se deberán adoptar en cada caso.

En general, el Contratista viene obligado por su cuenta y riesgo, a cumplir cuantas disposiciones legales estén vigentes en materia de seguridad y salud en el trabajo y prestará especial cuidado en su caso en el cumplimiento de las prescripciones reglamentarias del Ministerio de Industria, relativas a todo tipo de instalaciones eléctricas, particularmente las referentes a puestas a tierra y protecciones.

Durante el período de ejecución de la obra el Contratista será responsable de cualquier accidente de personas ajenas a la obra que se produjese por negligencia, falta de señalización, vigilancia o de no haber establecido las precauciones necesarias para evitar la entrada a la misma.

Como elemento primordial de seguridad se establecerá toda la señalización necesaria tanto durante el desarrollo de las obras como durante su explotación, haciendo referencia a los peligros existentes. Para ello se utilizarán, cuando existan, las correspondientes señales vigentes establecidas por el Organismo competente.

En su caso, se cumplirán todas las directrices incluidas en la normativa vigente.

## Libre Acceso a la Obra.

La DO y cualquier persona autorizada por la misma tendrá en cualquier momento acceso a la Obra, y a todas las instalaciones auxiliares y talleres donde se desarrollen trabajos relacionados con la Obra; el Contratista proporcionará toda la asistencia necesaria para facilitar este acceso.

## Inspección y Vigilancia.

La DO ejercerá de una manera continuada la inspección, vigilancia y supervisión de la obra durante su ejecución, acompañando el Contratista a la DO durante las visitas que al respecto realice.

El Contratista proporcionará todos los medios para poder realizar esta labor, así como para realizar ensayos de los materiales a utilizar.

La no desaprobación de algún trabajo o materiales durante una visita de obra, no va en detrimento de la facultad de la DO de desaprobar posteriormente dicho trabajo o materiales y ordenar su remoción y reejecución.

Ninguna parte de la obra deberá cubrirse o hacerse invisible sin la aprobación de la DO, para lo cual el Contratista proporcionará todas las facilidades para examinar los trabajos.

## Oficina de Obra para la Dirección de Obra.

Antes de iniciarse las obras, el Contratista instalará una oficina de obra a disposición de la DO, o quien ella considere, con una superficie útil mínima de 80 m2, en el lugar que considere más oportuno, previa conformidad de la DO, y la mantendrá hasta la total finalización de las mismas, no pudiendo ser retiradas sin previo consentimiento de la DO, dicha oficina se dotará con las siguientes instalaciones:

Serán amuebladas y equipadas con los servicios de agua, luz, teléfono e internet, conectados de forma que estén disponibles para su ocupación y uso a los 30 días de la fecha de comienzo de los trabajos.

El Contratista suministrará calefacción, agua, luz y limpieza hasta la terminación de los trabajos.

El teléfono de estas oficinas será totalmente independiente, de forma que asegure totalmente su privacidad.

En esta oficina se conservará copia autorizada del Proyecto de la obra a realizar, de los documentos contractuales y del Libro de Órdenes.

Los gastos derivados de dicha instalación serán por cuenta del Contratista y se entenderán repercutidos en los precios del contrato.

## Protección, Vallado y Vigilancia de Obra

Para la protección de las obras y la seguridad y conveniencia del personal de obra y de terceros, el Contratista proporcionará y mantendrá a su costa la iluminación, guardas, cercas, y vigilancia, cuando y donde se requiera, o por escrito ordene la DO.

En el caso de que se produzcan daños o desperfectos por incumplimiento de lo anteriormente expuesto, el Contratista deberá repararlos a su costa.

Tan pronto como el Contratista tome posesión de los terrenos, procederá a su vallado, si así estuviese previsto en el Proyecto, fuese necesario por razones de seguridad o así lo requiriesen las ordenanzas o reglamentación de aplicación, además archivará la documentación sobre las fechas de entrada y salida de cada propiedad, pública o privada, así como los datos de montaje y desmontaje del vallado que pondrá a disposición de la D.O.

Antes de cortar el acceso a una propiedad, el Contratista, previa aprobación del Director de Obra, informará con quince días de anticipación a los afectados, y proveerá un acceso alternativo. Los trabajos que se realicen para la ejecución de estos accesos provisionales serán de abono a los precios unitarios del contrato, siempre que tanto los trabajos como los precios hayan sido previamente acordados y aprobados con la Dirección de Obra.

El vallado de zanjas y pozos se realizará mediante barreras metálicas portátiles enganchables o similar, de acuerdo con el Plan de Seguridad y Salud aprobado.

El cierre provisional de puntos singulares de la obra mediante vallas opacas de altura superior a 1,80 metros será de abono a los precios correspondientes del cuadro nº 1 únicamente cuando así se establezca en el proyecto o lo ordene el Director de Obra, pero no cuando sea exigencia de las ordenanzas o reglamentación de aplicación.

El Contratista inspeccionará y mantendrá el estado del vallado y corregirá los defectos y deterioros a su costa y con la máxima rapidez. Se mantendrá el vallado de los terrenos hasta que sea sustituido por un cierre permanente o hasta que se terminen los trabajos de la zona afectada.

## Accesos a la Obra

## Construcción, conservación y uso de los caminos de acceso

Los caminos y accesos provisionales a los diferentes tajos serán construidos, o reforzado su firme y estructura (en el caso de caminos y accesos ya existentes), por el Contratista, siendo de abono los trabajos realizados, previa aprobación de la Dirección de Obra, a los precios del cuadro Nº1 del contrato y con los condicionantes definidos en el apartado correspondiente del PPTG. La Dirección de Obra podrá pedir que todos o parte de ellos sean construidos antes de la iniciación de las obras.

El Contratista quedará obligado a reconstruir todas aquellas obras, construcciones e instalaciones de servicio público o privado, tales como cables, aceras, cunetas, alcantarillado, etc., que se vean afectados por la construcción de los caminos, aceras y obras provisionales. Igualmente deberá colocar la señalización necesaria y todos los medios razonables para evitar daños en los cruces o desvíos con carreteras nacionales o locales, en edificaciones colindantes, así como retirar de la obra a su cuenta y riesgo, todos los materiales y medios de construcción sobrantes, una vez terminada aquélla, dejando la zona perfectamente limpia.

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

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

En el caso de caminos que han de ser utilizados por varios Contratistas, éstos deberán ponerse de acuerdo entre sí sobre el reparto de los gastos de su construcción y conservación.

Los caminos particulares o públicos usados por el Contratista para el acceso a las obras y que hayan sido dañados por dicho uso, deberán ser reparados por su cuenta, si así lo exigieran los propietarios o las administraciones encargadas de su conservación.

El Consorcio se reserva para sí y para los Contratistas a quienes encomiende trabajos de reconocimientos, sondeos e inyecciones, suministros y montajes especiales, el uso de todos los caminos de acceso construidos por el Contratista sin colaborar en los gastos de conservación.

El Contratista ejecutará la obra manteniendo el tráfico habitual de las vías que utilice durante la construcción de la Obra.

### Ocupación temporal de terrenos para la ejecución de las obras y los caminos de acceso a las mismas

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

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

Será de su cuenta y responsabilidad de reposición de estos terrenos a su estado original y la reparación de los deterioros que hubiera podido ocasionar.

## Señalización de la obra

El Contratista será responsable del estricto cumplimiento de las posibles disposiciones vigentes en la materia, y de aquellos que particularmente ordene la DO. Los gastos originados por este concepto serán por cuenta del Contratista.

## Inscripciones en las Obras

El texto y lugar de colocación de cualquier inscripción que el Contratista realice en la obra deberá contar con la aprobación explícita de la DO. Podrá situar aquellas que acrediten ser el ejecutor de las obras. El Contratista no podrá poner, ni en la obra ni en los terrenos ocupados o expropiados por el Consorcio para la ejecución de las mismas, inscripción alguna que tenga carácter de publicidad comercial.

El contratista colocará carteles informativos de la obra a realizar, en los lugares indicados por la Dirección de Obra, de acuerdo con las siguientes características:

- TIPO I

- Nº de carteles: 2 unidades
- Dimensiones: 3.200 x 2.450 mm.
- Material: Perfiles extorsionados de aluminio modulable esmaltados, y rotulados en Euskera y Castellano.
- Soportes: IPN-140 de 13,50 ml. de longitud, placas base y anclajes galvanizados.

- TIPO II

- Nº de carteles: 10 unidades
- Dimensiones: 2.000 x 1.500 mm.
- Material: Chapa de acero laminado en frio de 1,8 mm. de espesor, esmaltados y rotulados en Euskera y Castellano.
- Soportes: Tubo rectangular galvanizado de 100 x 50 x 3 de 3.00 ml. de longitud. Tornillería de acero inoxidable.

El texto y diseño de los carteles será el que se defina en el Proyecto o en su defecto de acuerdo a las instrucciones del Director de Obra.

El coste de los carteles y accesorios, así como las instalaciones de los mismos, será por cuenta del Contratista.

## Equipos e Instalaciones Auxiliares de Obra.

Excepto donde el contrato especifique lo contrario, el Contratista instalará y mantendrá a sus expensas, todos los almacenes, talleres, vestuarios, comedores, y edificaciones auxiliares en general, requeridos para la ejecución de los trabajos. Del mismo modo, una vez finalizados los tajos correspondientes y la obra en su totalidad, el contratista deberá anunciar al Director de obra, la retirada de las edificaciones provisionales, así como la demolición de las obras auxiliares para su aprobación.

Los gastos provocados por esa retirada de instalaciones y demolición de obras auxiliares y acondicionamiento y limpieza de las superficies ocupadas, para que puedan recuperar su aspecto original, serán de cuenta del Contratista, debiendo obtener la conformidad del Director de Obra para que pueda considerarse terminado el conjunto de la obra.

Transcurridos 10 días de la terminación de las obras y si el Contratista no hubiese cumplido lo preceptuado en los párrafos anteriores, la Dirección de Obra podrá realizar por terceros la limpieza del terreno y retirada de elementos sobrantes, pasándole al Contratista el correspondiente cargo.

También será de cuenta del Contratista el enganche y suministro de energía eléctrica y agua para la ejecución de las obras, los cuales deberán quedar realizadas de acuerdo con los Reglamentos vigentes, y las Normas de la Compañía Suministradora.

El Contratista queda obligado a aportar a las obras la maquinaria, equipo y medios auxiliares precisos para la correcta ejecución de la obra dentro de los plazos establecidos.

Todos los equipos de construcción, maquinaria e instalaciones auxiliares de obra que aporte el Contratista deberán considerarse, una vez instaladas en el emplazamiento de la obra, exclusivamente destinadas a la ejecución de las mismas, debiendo abstenerse el Contratista de retirarlas sin el consentimiento escrito de la DO.

El Contratista asumirá todas las responsabilidades por pérdidas o daños causados a alguno de los equipos mencionados, salvo en los casos de fuerza mayor.

El Contratista no podrá efectuar reclamación en base a la insuficiencia del equipo que se haya podido prever en Proyecto para la ejecución de la obra, aun cuando este estuviera detallado en algún documento del Proyecto.

### Cruces de Carreteras y Ferrocarriles

Antes del comienzo de los trabajos que afecten al uso de carreteras, viales, o vías ferroviarias, el Contratista propondrá el sistema constructivo que deberá ser aprobado por escrito por el Director de Obra, y el Organismo responsable de la vía de tráfico afectada.

Durante la ejecución de los trabajos el Contratista seguirá las instrucciones, previa notificación y aceptación del Director de Obra, hechas por el Organismo competente.

Las instrucciones que los Organismos competentes pudieran dar al Contratista, deberán ser notificadas al Director de Obra para su aprobación por escrito.

Serán objeto de abono, a los precios unitarios ordinarios del cuadro nº1 para excavación, relleno, etc., las obras de desvío provisional expresamente recogidas en el Proyecto u ordenadas por el Director de Obra, al objeto de posibilitar la realización de los cruces.

No serán objeto de abono los desvíos provisionales promovidos o realizados por el Contratista, al objeto de facilitar, en interés propio, la ejecución de los trabajos de cruce.

La ejecución de trabajos nocturnos, en días festivo o conforme a un determinado programa de trabajos, ya sea en cumplimiento de las condiciones exigidas por el Organismo competente o por interés del propio Contratista, o la adopción de cualesquiera precauciones especiales que fuera necesario adoptar, no dará derecho a abono adicional alguno ni tampoco lo dará la disminución de los ritmos de ejecución que pudiera producirse en estos puntos singulares de la obra.

### Obras que Afectan a Cauces de Ríos o Arroyos

Serán de aplicación los mismos criterios indicados en el apartado anterior para cruces de carreteras y/o ferrocarriles, debiendo además el Contratista adoptar las medidas adecuadas para garantizar la conservación medioambiental del ecosistema de ríos, arroyos, etc., durante los trabajos.

### Reposición de Servicios, Estructuras e Instalaciones Afectadas

Todos los árboles, torres de tendido eléctrico, vallas, pavimentos, conducciones de agua, gas o alcantarillado, cables eléctricos o telefónicos, cunetas, drenajes, túneles, edificios y otras estructuras, servicios o Propiedades existentes a lo largo del trazado de las obras a realizar y fuera de los perfiles transversales de excavación, serán sostenidos y protegidos de todo daño o desperfecto por el Contratista por su cuenta y riesgo, estén o no estén reflejados en el Proyecto, hasta que las obras queden finalizadas y recibidas.

Si se encontrase algún servicio no señalado en el Proyecto, el contratista lo notificara inmediatamente por escrito al Director de Obra.

Será pues de su competencia la localización exacta de los servicios con la suficiente antelación al avance de cada tajo de obra, así como el gestionar con los organismos, entidades o particulares afectados, la protección, desvío, reubicación o derribo y posterior reposición, de aquellos servicios o Propiedades afectados, según convenga más a su forma de trabajo, y serán a su cargo los gastos ocasionados, aun cuando los mencionados servicios o Propiedades estén dentro de los terrenos disponibles para la ejecución de las obras (sean estos proporcionados por la Administración u obtenidos por el Contratista), siempre que queden fuera de los perfiles transversales de excavación.

La reposición de servicios, estructuras o Propiedades afectadas se hará a medida que se vayan completando las obras en los distintos tramos. Si transcurridos 30 días desde la terminación de las obras correspondientes el Contratista no ha iniciado la reposición de los servicios o Propiedades afectadas, la Dirección de Obra podrá realizarlo por terceros, pasándole al Contratista el cargo correspondiente.

En construcciones a cielo abierto, en las que cualquier conducción de agua, gas, cables, etc., cruce la zanja sin cortar la sección del colector o interceptor, el Contratista soportará tales conducciones sin daño alguno ni interrumpir el servicio correspondiente. Tales operaciones no serán objeto de abono alguno y correrán de cuanta del Contratista. Por ello éste deberá tomar las debidas precauciones, tanto en ejecución de las obras objeto del Contrato como en la localización previa de los servicios afectados.

Únicamente, y por sus características peculiares, serán de abono los trabajos de sostenimiento y/o reposición de los alcantarillados que crucen el colector o interceptor en construcción, de acuerdo con los criterios siguientes:

- Cuando las características de la alcantarilla (materiales, sección, estado de conservación, etc.) lo permita, se procederá a su sostenimiento mediante vigas y abrazaderas de sustentación que serán retiradas una vez colocado el colector o interceptor y ejecutado el relleno del mismo hasta la base de la alcantarilla apeada. Si son de temer daños posteriores en ésta, debido a asientos, se reforzará adicionalmente con anterioridad a la retirada de los elementos de sustentación. Estas obras se abonarán por ml. de soportes y refuerzo, en su caso, del colector existente de acuerdo con los precios del Cuadro nº 1.

- Cuando el estado del colector existente afectado por las obras no permita la ejecución de las operaciones anteriormente descritas, se procederá a su reposición sustituyéndolo por un nuevo conducto que se conectará al anterior una vez demolido éste último en la longitud necesaria y tras haber interrumpido el flujo de caudales mediante su retención aguas arriba del tramo a sustituir incluyendo un eventual bombeo temporal de dichos caudales. Estas obras se abonarán por ml. de colector sustituido y ml. de soporte de colector existente (si adicionalmente fuera necesario) de acuerdo con el Cuadro de Precios nº 1 del Proyecto.

- En el caso que, a juicio de la Dirección de Obra, las características de la alcantarilla (profundidad, sección, caudal, etc.), impidan el soporte, refuerzo o reposición "in situ" de dicha alcantarilla, se ejecutará un desvío de ésta última, según un plan que requerirá la aprobación previa de la Dirección de Obra.

- Cuando el desvío tuviera carácter provisional y una vez que las obras del interceptor o colector rebasen la posición original de la alcantarilla desviada, se repondrá ésta sobre su antiguo trazado reintegrándola a su función tras cegar y abandonar el desvío provisional.

Estas obras serán de abono según medición real y a los precios unitarios (rotura y reposición de pavimento, excavación, hormigones, tuberías, rellenos, demolición de colector existente, etc.), del Cuadro de Precios nº1 que le fueran aplicables.

En todos los casos donde las conducciones, alcantarillas, tuberías o servicios corten la sección del colector, el Contratista lo notificará a sus propietarios (compañía de servicios, municipios, particulares, etc.) estableciendo conjuntamente con ellos el desvío y reposiciones de los mencionados servicios, que deberá constar con la autorización previa de la Dirección de Obra. Estos trabajos de desvío y reposición sí serán objeto de abono, de acuerdo a los precios unitarios de proyecto (materiales, excavación, relleno, etc.).

También serán de abono aquellas reposiciones de servicios, estructuras, instalaciones, etc., expresamente recogidas en el Proyecto, siempre y cuando queden dentro de los perfiles transversales de excavación.

En ningún caso el Contratista tendrá derecho a reclamar cantidad alguna en concepto de indemnización por bajo rendimiento en la ejecución de los trabajos, especialmente en lo que se refiere a operaciones de apertura, sostenimiento, colocación de tubería y cierre de zanja, como consecuencia de la existencia de Propiedades y servicios que afecten al desarrollo de las obras, bien sea por las dificultades físicas añadidas, por los tiempos muertos a que den lugar (gestiones, autorizaciones y permisos, refuerzos, desvíos, etc.) o por la inmovilización temporal de los medios constructivos implicados.

### Evitación de Contaminaciones

El Contratista está obligado a cumplir las órdenes de la DO cuyo objeto sea evitar la contaminación del aire, cursos de agua, lagos, mares, cosechas, y en general cualquier clase de bien público o privado afectado por las obras, instalaciones, o talleres anejos, aunque hayan sido instalados en terrenos Propiedad del Contratista.

El Contratista respetará en todo momento los límites impuestos por las disposiciones vigentes sobre conservación de la naturaleza.

### Utilización de Materiales que Aparezcan durante la Ejecución de la Obra.

Si durante la excavación de las obras se encontraran materiales que pudieran emplearse con ventaja técnica o económica sobre los previstos en proyecto, éstos podrán utilizarse con el consentimiento de la DO únicamente para la ejecución de las obras.

### Objetos hallados en las Obras.

El Contratista no podrá apropiarse de los fósiles, monedas, objetos de valor geológico o interés arqueológico descubiertos en la obra. En este caso el Contratista tomará todas las precauciones para que la extracción y custodia de los mencionados objetos se realice con las necesarias garantías, siendo responsable subsidiario de las substracciones o deterioros que pudieran originarse.

### Conservación durante la Ejecución.

Durante la ejecución de la Obra el Contratista deberá mantener el emplazamiento de la obra debidamente libre de obstrucciones en relación con los almacenamientos de equipos y materiales sobrantes, eliminación de escombros y basuras, y obras provisionales no necesarias.

A la finalización de las obras, el Contratista deberá retirar las construcciones auxiliares, instalaciones de obra y equipo de construcción, dejando la totalidad de las obras en el estado de limpieza requerido por la DO.

Todos los gastos ocasionados por estos trabajos correrán a cargo del Contratista.

### Trabajos Ocultos.

El Contratista no cubrirá ni hará invisible ninguna parte de la obra que haya de quedar oculta sin la aprobación de la DO, y proporcionará todas las facilidades para examinar, inspeccionar y medir estos trabajos antes de ser cubiertos. Para ello, cuando tales obras estén a punto de ser cubiertas, el Contratista pasará aviso a la DO para que ésta las inspeccione.

No obstante a lo anterior, si en alguna de las partes de la obra cubiertas, la DO requiriese descubrirla, el Contratista se verá obligado a realizarlo, así como a reponer y reparar las partes descubiertas. En este caso, los gastos originados corren por cuenta del Contratista.

## 3.1.4. Incidencias en la ejecución de las obras

### Reparaciones u Obras de Urgente Ejecución.

Si por cualquier causa bien durante el período de ejecución de obra, o durante el plazo de garantía, la DO considera que por razones de seguridad es necesario realizar trabajos de consolidación, refuerzo o reparación, el Contratista deberá efectuarlos en forma inmediata. Si no se encontrase en condiciones de realizar dichos trabajos, la Propiedad podrá ejecutar por sí misma u ordenar su ejecución por terceros.

En el caso de que estos trabajos fuesen motivados por causas imputables al Contratista, no serán de abono, si resultara necesario acudir a terceros, los gastos originados serán repercutidos al Contratista.

### Modificación del Contrato de Obras

En lo que respecta a las modificaciones del contrato de obras será de obligado cumpliento por el Contratista, lo establecido, al respecto, en los distintos supuestos, en la Ley de Contratos del Sector Público Vigente o sus sucesivas modificaciones.

Serán obligatorias para el contratista las modificaciones del contrato de obras que se acuerden de conformidad con lo establecido en el artículo 206 de la Ley de Contratos del Sector Público. En caso de que la modificación suponga supresión o reducción de unidades de obra, el contratista no tendrá derecho a reclamar indemnización alguna.

Cuando las modificaciones supongan la introducción de unidades de obra no previstas en el proyecto o cuyas características difieran de las fijadas en este, y no sea necesario realizar una nueva licitación, los precios aplicables a las mismas serán fijados por la Administración, previa audiencia del contratista por plazo mínimo de tres días hábiles. Cuando el contratista no aceptase los precios fijados, el órgano de contratación podrá contratarlas con otro empresario en los mismos precios que hubiese fijado, ejecutarlas directamente u optar por la resolución del contrato conforme al artículo 211 de esta Ley.

Cuando el Director facultativo de la obra considere necesaria una modificación del proyecto y se cumplan los requisitos que a tal efecto regula esta Ley, recabará del órgano de contratación autorización para iniciar el correspondiente expediente, que se sustanciará con las siguientes actuaciones:

- Redacción de la modificación del proyecto y aprobación técnica de la misma.
- Audiencia del contratista y del redactor del proyecto, por plazo mínimo de tres días.
- Aprobación del expediente por el órgano de contratación, así como de los gastos complementarios precisos.

No obstante, no tendrán la consideración de modificaciones:

- El exceso de mediciones, entendiendo por tal, la variación que durante la correcta ejecución de la obra se produzca exclusivamente en el número de unidades realmente ejecutadas sobre las previstas en las mediciones del proyecto, siempre que en global no representen un incremento del gasto superior al 10 por ciento del precio del contrato inicial. Dicho exceso de mediciones será recogido en la certificación final de la obra.
- La inclusión de precios nuevos, fijados contradictoriamente por los procedimientos establecidos en esta Ley y en sus normas de desarrollo, siempre que no supongan incremento del precio global del contrato ni afecten a unidades de obra que en su conjunto exceda del 3 por ciento del presupuesto primitivo del mismo.

Cuando la tramitación de un modificado exija la suspensión temporal parcial o total de la ejecución de las obras y ello ocasione graves perjuicios para el interés público, el órgano de contratación podrá acordar que continúen provisionalmente las mismas tal y como esté previsto en la propuesta técnica que elabore la dirección facultativa, siempre que el importe máximo previsto no supere el 20 por 100 del precio primitivo del contrato y exista crédito adecuado y suficiente para su financiación.

El expediente de continuación provisional a tramitar al efecto exigirá exclusivamente la incorporación de las siguientes actuaciones:

- Propuesta técnica motivada efectuada por el director facultativo de la obra, donde figure el importe aproximado de la modificación, la descripción básica de las obras a realizar y la justificación de que la modificación se encuentra en uno de los supuestos previstos en el apartado 2 del artículo 203.
- Audiencia del contratista.
- Conformidad del órgano de contratación.
- Certificado de existencia de crédito.
- Informe de la Oficina de Supervisión de Proyectos, en el caso de que en la propuesta técnica motivada se introdujeran precios nuevos. El informe deberá motivar la adecuación de los nuevos

precios a los precios generales del mercado, de conformidad con lo establecido en el apartado 3 del artículo 102.

En el plazo de seis meses contados desde el acuerdo de autorización provisional deberá estar aprobado técnicamente el proyecto, y en el de ocho meses el expediente de la modificación del contrato.

Dentro del citado plazo de ocho meses se ejecutarán preferentemente, de las unidades de obra previstas, aquellas partes que no hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas.

### Incumplimiento del Programa de Trabajos.

El contratista deberá atenerse al plazo de ejecución que figura en el correspondiente Artículo del Presente Pliego de Prescripciones Técnicas, o en el correspondiente Contrato de Obra, salvo que por circunstancias justificadas la DO haya ampliado o reducido el mismo.

Si a juicio de la DO la marcha de los trabajos o cualquier parte de los mismos no presenta el ritmo necesario para asegurar la finalización de las obras en el correspondiente plazo de ejecución, la DO lo comunicará por escrito al Contratista, que adoptará cualquier medida necesaria y sea aprobada por la DO para acelerar los trabajos.

El Contratista no podrá reclamar pagos relacionados con estas unidades. Las penalidades en que incurra el Contratista por demora en los plazos parciales o totales en la ejecución de las obras serán las que se estipulen en el correspondiente Contrato de Obra.

Cuando el contratista, por causas imputables al mismo, hubiere incurrido en demora respecto al cumplimiento del plazo total, la Administración podrá optar indistintamente por la resolución del contrato o por la imposición de las penalidades indicadas en el Pliego de Bases de la Licitación.

La Administración tendrá la misma facultad a que se refiere el apartado anterior respecto al incumplimiento por parte del contratista de los plazos parciales, cuando se hubiese previsto en el pliego de cláusulas administrativas particulares o cuando la demora en el cumplimiento de aquellos haga presumir razonablemente la imposibilidad del cumplimiento del plazo total.

### Suspensión Temporal de las Obras.

Siempre que la Propiedad acuerde una suspensión de toda o parte de la Obra, se comunicará por escrito al Contratista para que no continúe la ejecución de los trabajos afectados. Cuando la suspensión afecte temporalmente a una o varias partes de la Obra se denominará suspensión temporal parcial, si afecta a la totalidad de la Obra, suspensión temporal total.

Cuando esto ocurra, se levantará la correspondiente acta de suspensión, que deberá ir firmada por la DO y el Contratista, y en la que se hará constar el acuerdo de la Propiedad que originó la misma. Al acta se acompañará un anejo en el cual se reflejarán la parte o partes suspendidas, así como la medición

tanto de la obra ejecutada como de los materiales acopiados que se vayan a ejecutar exclusivamente en las mismas.

Es deber del Contratista proteger los trabajos durante la suspensión temporal, atendiendo las instrucciones de la DO.

El costo suplementario a que se vea obligado el Contratista al cumplimentar las instrucciones de la DO en relación con la suspensión temporal correrá a cargo de la Propiedad, a menos que la causa sea debida a faltas del Contratista, necesaria en virtud de las condiciones climatológicas necesarias para la ejecución de la Obra con la debida garantía y seguridad de la misma.

### Mejoras Propuestas por el Contratista

El Contratista podrá proponer por escrito a la DO la sustitución de una unidad de obra por otra, siempre que cumpla la misma función, pero reúna mejores condiciones, el empleo de materiales de mejor calidad a los previstos en Proyecto, la ejecución de partes de la obra con mayores dimensiones, y en general cualquier otra mejora que juzgue beneficiosa para la obra.

Si la DO lo estima conveniente, aun cuando no sea necesario, podrá autorizarlo por escrito, el Contratista sólo tendrá derecho a que se le abone lo correspondiente a la estricta ejecución del Proyecto.

### Variaciones no Autorizadas

En ningún caso el Contratista podrá introducir o ejecutar modificaciones en la obra sin la debida aprobación de las mismas por la DO. Para que una modificación aprobada por ésta pueda incluirse en el contrato, necesariamente deberá ser aprobada por la Propiedad, incluyendo la valoración de la misma.

Las únicas modificaciones que podrán ser autorizadas durante la ejecución de las obras directamente por la DO serán aquellas relativas a las variaciones en las cantidades realmente ejecutadas de las unidades de obra constituyentes del presupuesto del Proyecto.

En caso de emergencia la DO podrá ordenar la realización de unidades de obra no previstas en el Proyecto, si son indispensables para garantizar la seguridad de la obra ya ejecutada o evita daños a terceros.

Las variaciones de obra no aprobadas por la DO son responsabilidad del Contratista, quien en ningún caso podrá reclamar abono del sobrecosto de las mismas. Caso de que las modificaciones supongan reducción del volumen de obra ejecutada, se efectuará valoración real de lo construido.

### Obras Defectuosas

Hasta la recepción, el Contratista responderá de la correcta ejecución de la obra. Si aparecen defectos, el Contratista viene obligado a repararlos a satisfacción de la DO, sin que sea eximente la circunstancia de su reconocimiento previo por parte de la misma.

Los gastos de remoción y reposición, así como la responsabilidad y garantía de la correcta reparación de los mismos, incumben al Contratista, excepto cuando la obra defectuosa sea motivada por vicios de Proyecto.

### Obras Incompletas

Cuando por rescisión justificada del Contrato de Obra, algunas unidades de Obra no hayan quedado terminadas, el Contratista tendrá derecho a que se le abone la parte ejecutada de las mismas, de acuerdo a la descomposición que figure en el Cuadro de Precios nº 2 del Proyecto, quedando los materiales no utilizados a libre disposición de la Propiedad.

### Trabajos Nocturnos y Emergencias

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por el Director de obra y realizados solamente en las unidades de obra que él indique. El Contratista deberá instalar los equipos de iluminación del tipo e intensidad que el Director de Obra apruebe, y mantenerlos en perfecto estado mientras duren los trabajos nocturnos.

Dichos trabajos se abonarán según unidades de obra a los precios que correspondan del Cuadro de Precios nº1 y no serán objeto de abono los sobrecostes debido a la naturaleza de estos trabajos.

El Contratista dispondrá de la organización necesaria para solucionar emergencias relacionadas con las obras del Contrato, aun cuando aquellas se produzcan fuera de las horas de trabajo. El abono de los trabajos de emergencia quedará a la decisión que estime más oportuna en cada caso la DO.

El Director de Obra dispondrá en todo momento de una lista actualizada de direcciones y número de teléfono del personal del Contratista responsable de la organización de estos trabajos de emergencia.

## 3.1.5. Medición y abono de las obras

### Valoración de las obras ejecutadas

A los efectos del pago, la Administración expedirá mensualmente, en los primeros diez días siguientes al mes al que correspondan, certificaciones que comprendan la obra ejecutada durante dicho período de tiempo, salvo prevención en contrario en el pliego de cláusulas administrativas particulares, cuyos abonos tienen el concepto de pagos a cuenta sujetos a las rectificaciones y variaciones que se produzcan

en la medición final y sin suponer en forma alguna, aprobación y recepción de las obras que comprenden.

El contratista tendrá también derecho a percibir abonos a cuenta sobre su importe por las operaciones preparatorias realizadas como instalaciones y acopio de materiales o equipos de maquinaria pesada adscritos a la obra, en las condiciones que se señalen en los respectivos pliegos de cláusulas administrativas particulares y conforme al régimen y los límites que con carácter general se determinen reglamentariamente, debiendo asegurar los referidos pagos mediante la prestación de garantía.

### Mediciones

Las mediciones son los datos recogidos de los elementos cualitativos y cuantitativos que caracterizan las obras ejecutadas, los acopios realizados, o los suministros efectuados, y se realizarán de acuerdo con lo estipulado en el PPTP del Proyecto y en el presente PPTG.

Será de aplicación lo dispuesto en la Cláusula correspondiente del PCAG.

### Certificaciones

En la expedición de certificaciones regirá lo dispuesto en la LCSP y las Cláusulas correspondientes del PCAG.

### Precios Unitarios

Es de aplicación lo dispuesto en la Cláusula correspondiente del PCAG.

De acuerdo con lo dispuesto en dicha cláusula, los precios unitarios de "ejecución material", comprenden, sin excepción ni reserva, la totalidad de los gastos y cargas ocasionados por la ejecución de los trabajos correspondientes a cada uno de ellos, los que resulten de las obligaciones impuestas al Contratista por los diferentes documentos del Contrato y por el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

Estos precios de ejecución material comprenderán todos los gastos necesarios para la ejecución de los trabajos correspondientes hasta su completa terminación y puesta a punto, a fin de que sirvan para el objeto que fueron proyectados, y en particular, sin pretender una relación exhaustiva, los siguientes:

- Los gastos de mano de obra, de materiales de consumo y de suministros diversos, incluidas terminaciones y acabados que sean necesarios aun cuando no se hayan descrito expresamente en la petición de precios unitarios.
- Los seguros de toda clase.
- Los gastos de planificación y organización de obra.

- Los gastos de realización de cálculos, planos o croquis de construcción y archivo actualizado de planos de obra.
- Los gastos de construcción, mantenimiento, remoción y retirada de toda clase de construcciones auxiliares.
- Los gastos de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales.
- Los gastos de protección y acopios de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes.
- Los gastos de construcción y conservación de los caminos auxiliares de acceso y de obra provisional.
- Los gastos derivados del cumplimiento de los apartados Oficinas de Obra e Inscripciones en las obras del presente PPTG.
- Los gastos derivados de la Garantía y Control de Calidad de la obra, conforme se especifica en el presente PPTG.
- Los costes relacionados con la disposición y correcta utilización de los medios auxiliares a utilizar para la correcta ejecución de los trabajos (andamios, escaleras, cimbras, etc.).

En los precios de "ejecución por contrata" obtenidos según los criterios de los Pliegos de Bases para la Licitación o Contrato de Adjudicación, están incluidos, además:

- Los gastos generales y el beneficio
- Los impuestos y tasas de toda clase

### Abono de unidades

Las unidades de obra ejecutadas se abonarán, con carácter general, de acuerdo a los criterios fijados, para cada una de ellas, en sus correspondientes capítulos del PPTG o del PPTP.

Para aquellas unidades, principalmente equipos, cuya fabricación se realice de manera específica y particularizada para la obra, se contemplará un régimen de pagos especial, que comprenderá, el abono del 50 % de la unidad, una vez que el equipo sea acopiado en la obra, el abono de un 20% adicional, una vez que el equipo se coloque en la instalación, otro 20 % en el momento en el que quede conexionado mecánica y eléctricamente, y el 10% final, tras la comprobación de su adecuado funcionamiento, de acuerdo a los criterios fijados en el proyecto.

### Partidas Alzadas

Es de aplicación lo dispuesto en  PCAG.

Son partidas del presupuesto correspondiente a la ejecución de una obra o de una de sus partes en cualquiera de los siguientes supuestos:

- Por un precio fijo definido con anterioridad a la realización de los trabajos y sin descomposición en los precios unitarios (Partida alzada de abono íntegro).

- Justificándose la facturación a su cargo mediante la aplicación de precios unitarios elementales o alzados, en base a mediciones reales (Partida Alzada a Justificar).

En el primer caso la partida se abonará completa tras la realización de la obra en ella definida y en las condiciones especificadas mientras que en el segundo supuesto sólo se certificará el importe resultante de la medición real.

Las partidas alzadas tienen el mismo tratamiento en cuanto a su clasificación (ejecución material y por contrata), conceptos que comprenden, repercusión del coeficiente de baja de adjudicación respecto del tipo de licitación y fórmulas de previsión de los precios unitarios.

### Abonos a Cuenta de Materiales Acopiados, Equipos e Instalaciones

Son de aplicación la LCSP y lo establecido, al respecto, en el PCAG.

### Gastos de Seguridad y Salud

Los gastos derivados del cumplimiento de la Normativa vigente relativa a la Seguridad y Salud y Señalización de la Obra, se consideran incluidos directa o indirectamente en el Presupuesto de la obra.

### Precios Contradictorios

Para la realización de todas las unidades de obra cuyos precios unitarios no figuran en el presupuesto de la obra, se establecerá el correspondiente precio contradictorio.

Los materiales, mano de obra, y maquinaria que intervengan en este nuevo precio, y que figuren en las respectivas relaciones de precios elementales presentadas por el contratista en la oferta económica de la licitación, según se exige en el PCAP, o, en su otro caso, del anejo "Justificación de precios" serán valorados según esos documentos.

Caso de precisar la unidad la utilización de materiales distintos de mano de obra especializada, o maquinaria no prevista en proyecto, se justificará debidamente el coste de cada uno de estos conceptos, pero retrotrayéndose su coste a la fecha de la licitación, y manteniéndose los coeficientes que en la justificación de precios figuran como gastos indirectos.

### Revisión de Precios

La revisión de precios se efectuará conforme a lo estipulado en la Ley de Contratos del Sector Público y en el Pliego de Cláusulas Administrativas.

#### 3.1.6. Terminación de la obra

### Notificación de Terminación de Obra

El Contratista comunicará por escrito a la Dirección de Obra la fecha prevista para la finalización de las obras con una antelación de al menos 45 días debidamente justificada.

El DO, en caso de conformidad con la citada comunicación del Contratista, la elevará con su informe, con una antelación de un (1) mes respecto a la fecha de terminación de la obra, a la Propiedad, a los efectos de que ésta proceda al nombramiento de un representante para la recepción.

### Recepción de las Obras

Al término de la ejecución de las obras objeto de este pliego se hará, si procede, la recepción de las mismas.

En el acta de recepción, se harán constar las deficiencias que a juicio de la Dirección de Obra deben ser subsanadas por el Contratista estipulándose igualmente el plazo máximo (inferior al plazo de garantía), en que deberán ser ejecutadas.

### Proyecto de Obras Ejecutadas

Dentro del plazo de dos meses contados a partir de la recepción, el órgano de Contratación deberá aprobar la certificación final de las obras ejecutadas, que será abonada al contratista a cuenta de la liquidación del contrato.

El Contratista deberá presentar una colección completa de planos de la obra realmente construida o planos "as built" y toda la documentación necesaria relativa a la obra ejecutada que la Dirección de Obra requiera para la elaboración del Proyecto de Obras Ejecutadas. Los planos formarán parte del Proyecto de Obras ejecutadas.

### Período de Garantía. Responsabilidad del Contratista

El plazo de garantía, a contar desde la recepción de las obras, será el señalado en el Contrato, de acuerdo con la oferta presentada por el Contratista en la Licitación, y no podrá ser inferior a un año ni al plazo fijado en el PCAP de la Licitación

Durante el mismo el Contratista tendrá a su cargo la conservación ordinaria de aquellas cualquiera que fuera la naturaleza de los trabajos a realizar, siempre que no fueran motivados por causas de fuerza mayor. Igualmente deberá subsanar aquellos extremos que se reflejaron en el acta de recepción de las obras.

Serán de cuenta del Contratista los gastos correspondientes a las pruebas generales complementarias que durante el período de garantía hubieran de hacerse, siempre que hubiese quedado así indicado en el acta de recepción de las obras.

Los gastos de explotación o los daños que por uso inadecuado se produjeran durante el período de garantía, no serán imputables al Contratista, teniendo éste en todo momento derecho a vigilar dicha explotación y exponer cuantas circunstancias de ella pudieran afectarle.

Dentro del plazo de quince días anteriores al cumplimiento del plazo de garantía, el director facultativo de la obra, de oficio o a instancia del contratista, redactará un informe sobre el estado de las obras. Si éste fuera favorable, el contratista quedará relevado de toda responsabilidad, salvo lo dispuesto en el artículo 244 de la LCSP, 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 y no al uso de lo construido, durante el plazo de garantía, el director facultativo procederá a dictar las oportunas instrucciones al contratista para la debida reparación de lo construido, concediéndole un plazo para ello durante el cual continuará encargado de la conservación de las obras, sin derecho a percibir cantidad alguna por ampliación del plazo de garantía.

Siempre que por razones excepcionales de interés público debidamente motivadas en el expediente el órgano de contratación acuerde la ocupación efectiva de las obras o su puesta en servicio para el uso público, aún sin el cumplimiento del acto formal de recepción, desde que concurran dichas circunstancias se producirán los efectos y consecuencias propios del acto de recepción de las obras y en los términos en que reglamentariamente se establezcan.

## Liquidación de las Obras

Terminado el plazo de garantía se hará, si procede, la liquidación de las obras. La liquidación de las obras no exime al Contratista de las responsabilidades que le puedan corresponder, de acuerdo con la legislación vigente, referidas a posibles defectos por vicios ocultos que surjan en la vida útil de la obra.

## 3.2. Acondicionamiento del terreno

### 3.2.1. Despeje del terreno

#### Definición

Consistirá en extraer y retirar de las zonas afectadas por las obras los escombros, basura o cualquier otro material indeseable que exista previo al comienzo de los trabajos.

#### Ejecución de las obras

Las operaciones de despeje se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficiente y evitar daños en las construcciones existentes. La Dirección de Obra designará y marcará los elementos que hayan de conservarse intactos.

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

Las labores de despeje incluirán la selección, carga, transporte a punto limpio de la obra de los materiales citados y la clasificación, para su posterior gestión.

Todos los subproductos del despeje no susceptibles de aprovechamiento deberán ser retirados a vertedero o gestor autorizado. Los restantes materiales, podrán ser utilizados por el Contratista, previa aceptación por la Dirección de Obra de la forma y en los lugares que aquél proponga.

#### Medición y abono

Esta unidad se abonará por aplicación del precio, según el Cuadro de Precios nº 1, correspondiente a los metros cuadrados (m2) de terreno realmente despejado e incluirá todas aquellas operaciones de detalle manuales o mecánicas para su total realización.

La aplicación de precios correspondientes a unidades distintas de metros cuadrados requerirá la aprobación expresa del Director de Obra.

### 3.2.2. Desbroce del terreno

#### Definición

Consistirá en retirar de las zonas afectadas por las obras la broza existente en la superficie del terreno, entendiendo como tal, los restos vegetales, tocones, vegetación herbácea, arbustos y árboles de pequeño porte no comprendidos en la unidad de tala.

#### Ejecución de las obras

Las operaciones de desbroce se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficiente y evitar daños en las construcciones existentes. La Dirección de Obra, designará y marcará los elementos que hayan de conservarse intactos.

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

El desbroce será una actividad independiente y previa a la retirada de la tierra vegetal que comprenderá la corta de la broza, la carga, su transporte al punto limpio de la obra y su clasificación para la posterior gestión.

Todos los subproductos que resulten de esta actividad no susceptibles de aprovechamiento serán retirados a vertedero. Los restantes materiales, podrán ser utilizados por el Contratista, previa aceptación por la Dirección de Obra de la forma, y en los lugares que aquél proponga.

### Medición y abono

Esta unidad se abonará por aplicación del precio, según el Cuadro de Precios nº 1, correspondiente a los metros cuadrados (m2) de terreno realmente desbrozado e incluirá todas aquellas operaciones de detalle manuales o mecánicas para su total realización.

La aplicación de precios correspondientes a unidades distintas de metros cuadrados requerirá la aprobación expresa del Director de Obra.

## 3.2.3.Tala

### Definición

Consistirá en cortar, trocear y retirar de las zonas afectadas por las obras todos los árboles, considerando como tales, a efectos de esta unidad, aquellos elementos vegetales leñosos ramificados que tengan un perímetro igual o superior a 40 cm. medido a una altura de un metro (1,00 m) sobre el suelo. La eliminación de aquellos ejemplares que no reúnan las características indicadas se considerará comprendida, en su caso, en la unidad relativa al desbroce del terreno.

### Ejecución de las obras

Las labores de tala se desarrollarán de acuerdo a un procedimiento específico a presentar por el contratista y previo a su ejecución, éste deberá recabar de la Dirección Técnica y del organismo competente en esta materia la confirmación de los ejemplares que van a ser talados.

Las labores de tala incluirán todas las actividades necesarias para posibilitar la retirada del ejemplar fuera de la obra, como son: el corte del árbol, la retirada de las ramas, el despiece del tronco y ramaje, destoconado, la carga en medio de transporte adecuado y trasporte a punto limpio de obra y clasificación para su posterior gestión.

### Medición y abono

El abono se realizará por aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1 a las unidades (Ud) realmente taladas e incluirá todas las actuaciones descritas en el apartado anterior.

## 3.2.4. Conexión a los Colectores Existentes

### Operaciones preliminares

Antes de iniciar las obras de conexión de los colectores existentes y en servicio, a la nueva red construida, el Contratista comprobará la alineación real de dichos colectores y verificará conjuntamente con la Dirección de Obra, la idoneidad de los puntos de acometida previstos en proyecto una vez fijada la exacta ubicación de los mismos sobre el terreno.

Estos puntos de conexión o acometida, desde un punto de vista funcional, responden a dos tipos básicos: uno de trasvase de caudales a la nueva red (puntos de derivación) y un segundo de incorporación de caudales excedentes de aliviadero al colector interceptado (punto de reenvío).

En el aspecto constructivo ambos puntos de conexión se materializan en sendos pozos de registro, de similares características y ubicados sobre la directriz del colector existente, denominados pozos de derivación y reenvío respectivamente.

Decidida la posición de los pozos de conexión el Contratista confeccionará planos de detalle de los mismos, conforme a la tipología y criterios que para dichos pozos figura en los diseños-tipo del Proyecto.

El Contratista requerirá a la Dirección de Obra la aprobación de los citados planos de detalle, así como del sistema constructivo que prevé utilizar en su ejecución, sistema que deberá asegurar en todo momento la continuidad del servicio que presta el colector existente.

### Ejecución

Por lo que respecta a la ejecución se consideran como adecuados, en función de las características del colector en servicio, los dos métodos siguientes:

Ejecución manteniendo el paso del caudal

En este caso, apropiado para grandes conductos (galerías y tubulares con diámetros mayores de 600 mm) se demolerá la mitad superior del colector existente, ubicando en su interior una vaina provisional construida en chapa de acero conformada o lámina de PVC, destinada a mantener el flujo del caudal, tras cuyo rejuntado se termina de demoler el conducto original en toda su sección y en la longitud necesaria para ejecutar la base del pozo de conexión en torno al conducto sustitutivo.

En los canales de la base del pozo se dejan previstas guías para la colocación de tajaderas provisionales que permitan desviar los caudales en uno u otro sentido durante la fase de puesta en marcha y/o explotación de la nueva red.

Construida la base del pozo de conexión se coloca la tajadera provisional, extrayendo la vaina sustitutiva y se continúa la construcción en alzado del pozo hasta su total terminación.

Ejecución con desvío previo

En este caso, adecuado para colectores de pequeño diámetro, se deja en seco el colector existente, en el tramo en que se situarán los pozos de conexión, desviando el caudal en un punto aguas arriba del mismo mediante la ejecución previa de un desvío provisional o bien mediante bombeo.

En este caso para construir los pozos de conexión se efectúa la demolición del colector, ahora fuera de servicio, en la zona requerida. Una vez ejecutada la base de los pozos de conexión se colocan las compuertas provisionales y se reintegra el paso del caudal, por anulación del desvío provisional y/o bombeo, continuando la construcción de los pozos.

El Contratista será especialmente cuidadoso en la ejecución de las obras que afecten a colectores existentes, extremando la seguridad de su personal frente al posible desprendimiento de emanaciones nocivas. Dispondrá del equipo de seguridad necesario para acceder con garantías a colectores y pozos de registro, y en particular de tres equipos de detección de gas, uno de los cuales estará a disposición del personal del Director de la Obra.

## Medición y abono

Los pozos de conexión a la red existente se abonarán por las unidades de obra que lo integren (excavación, entibación, hormigones, encofrado, etc.), deducidas de los planos de detalle aprobados por la Dirección de Obra, a los precios que correspondan del Cuadro de Precios nº 1.

Adicionalmente serán de abono los siguientes conceptos:

El desvío provisional, en su caso, sobre medición real y a los precios unitarios del Proyecto que le sean aplicables.

La conexión de dicho desvío a pozos de registro del colector existente mediante la unidad de obra del Cuadro de precios correspondiente, estando incluido en la misma las obras de taponado del conducto existente y su posterior limpieza y restitución, así como el cierre de los puntos por los que se efectuó el desvío.

La preparación del punto de conexión, derivación o reenvío, cuando el pozo se ejecuta sobre el colector existente sin desviar el caudal, mediante partida alzada de abono íntegro por Ud. de pozo, estando incluida en la misma todas las operaciones necesarias (demolición de conducto en dos fases, ejecución y montaje de vaina, retirada de ésta, etc.), para su correcta ejecución.

No serán de abono los sobrecostes debido a posibles dificultades derivadas de la propia naturaleza de estas obras, tales como: escaso volumen de medición, dificultades geométricas, condiciones rigurosas de trabajo (insalubridad, trabajos en espacios reducidos, bajos rendimientos…etc.).

## 3.3. Demoliciones

### 3.3.1. Demoliciones de obras de fábrica de cualquier tipo

#### Definición

Consistirá en demoler y retirar de las zonas afectadas por las obras todas las obras de hormigón en masa o armado, empedrados, adoquinados, aceras, obras de fábrica, elementos prefabricados y edificaciones en general.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

Derribo o demolición de las construcciones, carga y transporte hasta el punto limpio de la obra y clasificación del material.

#### Ejecución de las obras

Derribo o demolición

Las operaciones de derribo se efectuarán, con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones existentes, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director de Obra, quién designará y marcará los elementos que haya que conservar intactos y las precauciones a adoptar en los casos en que debían desmontarse los elementos constructivos para su posterior utilización.

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

Retirada de los materiales de derribo

Los materiales que resulten de los derribos y que no hayan de ser utilizados en obras serán retirados a un lado, cargados y transportados al punto limpio de la obra para su clasificación.

Para la reutilización en obra de los materiales de demolición se estará a lo dispuesto por el artículo de Gestión de Residuos del presente Pliego y por el Director de Obra.

#### Medición y abono

Estas unidades se abonarán por aplicación de los precios del cuadro de precios a los metros cúbicos (m3), metros cuadrados (m2) o metros lineales (ml.), correspondientes a la unidad de obra realmente ejecutada e incluye todas las operaciones necesarias para su total realización y para evitar daños en las construcciones existentes.

#### 3.3.2. Demolición de firmes de carreteras y caminos

### Definición

Consistirá en demoler y retirar de las zonas afectadas por las obras los firmes de carreteras y caminos existentes.

### Ejecución de las obras

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

Con anterioridad a la realización de tales operaciones se realizará un precorte de la superficie de pavimento a demoler, utilizando los medios adecuados a fin de que quede una línea de fractura rectilínea y uniforme.

Las labores de demolición se podrán realizar con medios manuales o mecánicos e incluirán la carga, el transporte al punto limpio de la obra del material resultante y su clasificación.

### Medición y abono

Esta unidad se abonará por aplicación del precio correspondiente del cuadro de precios nº1 a los metros cuadrados (m2) de firme de carretera o camino deducidos de las secciones tipo de los planos del Proyecto, e incluye todas las operaciones necesarias para su total realización, incluso precorte, demolición, carga, transporte al punto limpio del material resultante y su clasificación.

## 3.4. Excavaciones

#### 3.4.1. Excavación de tierra vegetal

### Definición

Consiste en la excavación y transporte hasta la zona de acopio de las obras para su apilado, de la capa o manto de terreno vegetal o de cultivo, que se encuentra en el área de construcción.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

Excavación y carga del material.
Transporte, descarga y apilado en la zona de acopio

Todo ello realizado conforme a las presentes especificaciones y a las instrucciones complementarias dadas por el Director de Obra.

## Ejecución de las Obras

Antes del comienzo de los trabajos, el Contratista someterá a la aprobación del Director de Obra, un plan de trabajo en el que figuren las zonas en que se va a extraer la tierra vegetal y las zonas elegidas para su acopio provisional en obra. Una vez aprobado dicho plan, se empezarán los trabajos.

El espesor a excavar será el fijado en el P.P.T.P. o el ordenado por el Director de Obra.

Al excavar la tierra vegetal se pondrá cuidado en no convertirla en barro, para lo cual se utilizará maquinaria ligera e incluso si la tierra está seca, se podrán emplear motoniveladoras para su remoción. La tierra vegetal que haya de ser acopiada en caballones para ulterior empleo se mantendrá separada de piedras, escombros, basuras o restos de troncos y ramas.

El espesor de la capa de tierra vegetal será el indicado en los planos del proyecto o, en caso de no indicarse, se adoptará 0,50 metros, como máximo, salvo indicación expresa del Director de Obra.

El acopio de la tierra vegetal se hará en lugares apropiados y de tal forma que no interfiera al tráfico ni a la ejecución de las obras o perturbe los desagües y drenajes provisionales o definitivos y en lugares de fácil acceso para su conservación y posterior transporte a lugar de empleo.

El acopio de tierra vegetal se hará en caballones de un metro y medio (1,5 m.) de altura, con la superficie ligeramente ahondada y sus taludes laterales lisos e inclinados para evitar la erosión.

Será responsabilidad del contratista el mantener la trazabilidad de la tierra vegetal excavada de tal forma que se pueda garantizar que se emplea para la reposición, de las zonas de las que fue retirada.

La tierra vegetal que no haya de utilizarse posteriormente o que fuese rechazada, se transportará a gestor autorizado, abonándose esta operación mediante los correspondientes precios del cuadro de precios nº 1.

## Medición y Abono

Esta unidad se abonará mediante la aplicación del precio correspondiente del cuadro de precios nº 1 a los metros cúbicos (m3) de excavación deducidos de las secciones tipo que figuran en los Planos del Proyecto, incluyendo todas las operaciones necesarias para tal fin como son excavación, selección, carga, transporte a lugar de acopio, descarga y apilado. Su reposición se abonará como relleno en una unidad aparte.

### 3.4.2. Excavación a cielo abierto

#### Definición

Comprenderá el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas de emplazamiento de obras de fábrica y asentamiento de caminos, hasta la cota de explanación general, así como la excavación previa en desmonte con taludes necesaria hasta la plataforma de trabajo definida en los planos de Proyecto (prezanjas).

Dichas operaciones incluyen la remoción, extracción, carga, transporte y depósito de los productos resultantes de la excavación en la zona destinada a acopios dentro de la obra.

#### Clasificación

En cuanto al tipo de excavaciones en función de la geometría del recinto se diferencian las siguientes:

Excavación en desmonte: se define como aquella que se realiza a media ladera.
Vaciado de grandes superficies: se define como aquellas cuyas dimensiones permiten disponer de una rampa de acceso en su interior, para vehículos, por la que se puede realizar la extracción del material de la excavación.

En cuanto al material a excavar las excavaciones a cielo abierto se clasifican en:

Excavación en tierras
Excavación en roca

A continuación, se describen los distintos tipos de terrenos:

#### Excavación en tierras

Comprenderá la correspondiente a todos los materiales no incluidos en el apartado posterior.

#### Excavación en roca

Comprenderá las excavaciones de materiales que cumplan al menos una de las condiciones siguientes:

Masa de roca y materiales que presenten las características de roca maciza cimentados tan sólidamente, que no son ripables, siendo necesario el uso de explosivos o de martillos rompe-rocas para su extracción.
Materiales sueltos que posean en su masa bolos, cantos o tortas de escorias de tamaños comprendidos entre 30 y 75 cm. de Dm. en proporciones superiores al 90%.
Materiales sueltos que posean en su masa bolos, cantos o tortas de escorias de tamaños superiores a 75 cm. de Dm. en proporciones superiores al 50%.
Materiales que sometidos a un ensayo de compresión simple den una resistencia superior a 10 kg/cm2.

A efectos de abono los precios de excavación a cielo abierto en roca no ripable se aplicarán exclusivamente a aquel terreno en que un tractor de orugas de 350 C.V. de potencia, como mínimo, trabajando con un ripper mono diente angulable en paralelogramos con un uso inferior a 4.000 horas y dando el motor su máxima potencia, obtenga una producción inferior a 150 m3/hora.

A efectos del sistema de ejecución y precio de abono se distinguen las siguientes subclasificaciones de las excavaciones en roca:

Excavación con medios mecánicos (Martillos neumáticos, romperrocas, etc.).
Excavación mediante explosivos con barrenos de destroza, sin exigencias especiales para los paramentos de la excavación.
Excavación mediante explosivos con precorte, utilizando la distribución adecuada de taladros no cargados, cargas de explosivos y retardos coordinados para que se marque una superficie preferente de rotura y se obtengan unas calidades adecuadas en los paramentos de excavación.

### Sobre excavación a cielo abierto

Se entiende como tales, aquellos sobre anchos de la excavación inevitables para la ejecución de la obra, con respecto al perfil teórico, y que no hayan sido originados por causa y culpa del Contratista al realizar la obra con métodos inadecuados y sin adoptar las debidas precauciones.

Las sobre excavaciones deberán ser aprobadas en cada caso por el Director de Obra.

## Ejecución de las Obras

### Condiciones generales

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes y dimensiones, según Planos y/o Replanteo o que se indiquen por la Dirección de Obra.

El Contratista notificará a la Dirección de Obra, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación para poder realizar las mediciones necesarias sobre el terreno.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos:

Inestabilidad de taludes en roca debido a excavaciones inadecuadas.
Deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación.
Erosiones locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras, etc.

Durante las diversas etapas de la realización de la explanación de las obras, éstas se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje.

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá y acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables u otros usos. En cualquier caso la tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación podrán ser utilizados, si cumplen las condiciones requeridas en este Pliego, en la formación de rellenos y demás usos fijados en los planos.

El Contratista está obligado a la retirada y transporte a gestor autorizado del material que se obtenga de la excavación y que no esté prevista su utilización en rellenos u otros usos, siendo su abono de la forma que se expresa en el apartado 3.4.7.

Los taludes del desmonte serán los que, según la naturaleza del terreno permitan la excavación, y posterior continuidad de las obras con la máxima facilidad para el trabajo, seguridad para el personal y evitación de daños a terceros, estando obligado el Contratista a adoptar todas las precauciones que correspondan en este sentido, incluyendo el empleo de entibaciones y protecciones frente a excavaciones, en especial en núcleos habitados, siempre de acuerdo con la legislación vigente y las ordenanzas municipales en su caso, aun cuando no fuese expresamente requerido para ello por el personal encargado de la inspección o vigilancia de las obras de la Dirección de Obra.

En cualquier caso, los límites máximos de estos taludes a efectos de abono serán los que se expresan en los planos.

Todo exceso de excavación que el Contratista realice, salvo autorización escrita de la Dirección de la Obra, ya sea por error, abuso de explosivos o defecto en la técnica de ejecución, deberá rellenarse con terraplén o tipo de fábrica que considere conveniente la Dirección de Obra y en la forma que ésta prescriba, no siendo de abono el exceso de excavación ni el relleno prescrito.

En el caso de que los taludes de las excavaciones en explanación realizados de acuerdo con los datos de los planos fuesen inestables en una longitud superior a quince (15) metros el Contratista deberá solicitar de la Dirección de Obra, la aprobación del nuevo talud, sin que por ello resulte eximido de cuantas obligaciones y responsabilidades se expresan en el párrafo anterior, tanto previamente como posteriormente a la aprobación.

En el caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción definitiva de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias necesarias. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o a incumplimiento de las instrucciones de la Dirección de Obra, el Contratista será responsable de los daños ocasionados.

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Cuando las excavaciones presenten cavidades que puedan retener el agua, el Contratista adoptará las medidas de corrección necesarias.

## Utilización de explosivos

Si fuera precisa la utilización de explosivos el Contratista propondrá a la Dirección de la Obra el programa de ejecución de voladuras, justificado con los correspondientes ensayos, para su aprobación.

En la propuesta de programa se deberá, como mínimo, especificar:

Maquinaria y método de perforación a utilizar.
Longitud máxima de perforación.
Diámetros de los barrenos de precorte y disposición de los mismos.
Diámetros de los barrenos de destroza y disposición de los mismos.
Explosivos, dimensiones de los cartuchos y esquema de carga de los distintos tipos de barrenos.
Métodos para fijar la posición de las cargas en el interior de los barrenos.
Esquema de detonación de las voladuras.
Exposición detallada de los resultados obtenidos con el método de excavación propuesto en terrenos análogos a los de la obra.

El Contratista justificará en el programa con medidas del campo eléctrico del terreno, la adecuación del tipo de explosivos y detonadores.

Así mismo, el Contratista medirá las constantes del terreno para la programación de las cargas de voladura, de forma que los límites de velocidad y aceleraciones que se establezcan para las vibraciones en estructuras y edificios próximos, o la propia obra, no sean sobrepasados.

Todos los gastos ocasionados para la realización del estudio y control de voladuras serán a cargo del Contratista.

Una vez realizados los ensayos se presentará a la Dirección de Obra el proyecto de voladura para cada una de ellas en el que se deberán justificar y especificar los siguientes puntos:

Tipo de explosivo y detonadores.
Determinación de las cargas, y esquemas detallados de tiro por frentes y dirección de salida, justificando que no se sobrepasarán los niveles máximos de vibración en lo que respecta a velocidad.
Estudio de Control de Proyecciones, de nivel de fragmentación así como las secuencias de encendido.

El Contratista adoptará todas las medidas necesarias para evitar que se produzcan daños por efecto de las proyecciones de la voladura.

La aprobación del programa por el Director de Obra no eximirá al Contratista de la obligación de los permisos adecuados y adopción de las medidas de seguridad necesarias para evitar daños al resto de la obra o a terceros.

Cuando las voladuras se vayan a efectuar en la proximidad de los edificios de viviendas, plantas industriales, o cualquier otro tipo de instalación se procederá a efectuar voladuras "Controladas" para lo cual los planes de tiras deberán contar con la aprobación expresa de la Dirección de Obra.

En ningún caso se sobrepasarán, con las voladuras los límites máximos de vibración acordados con la Dirección de Obra para cada edificio o instalación.

Es responsabilidad del Contratista cualquier tipo de daño y/o indemnización que se produzca como consecuencia de sobrepasar los límites establecidos.

La medición de las vibraciones, en las juntas que se acuerden entre la Dirección de Obra y el Contratista será efectuada por personal especializado dependiente de este último en presencia y previa comprobación de la Dirección de Obra.

El Plan de tiro deberá cumplir una fragmentación idónea para la carga de modo que no se produzcan rocas de un volumen superior a la media de extracción existente en la obra. En caso necesario se procederá a su troceo por medios mecánicos quedando totalmente prohibido el fogueo con ayuda de explosivos.

### Precorte en roca.

En las excavaciones en roca en que así lo especifiquen los planos, o lo ordene el Director de Obra, el Contratista podrá ser obligado a practicar el precorte en roca para el mejor acabado de los taludes y evitar daños al terreno inmediato al que ha de ser excavado. El precorte consiste en ejecutar una pantalla de taladros paralelos coincidente con el talud proyectado, lo suficientemente próximos entre sí para que, cargados con explosivos, su voladura produzca una grieta coincidente con el talud, previamente a realizar la voladura de la masa a excavar. Para conseguir tal efecto el Contratista realizará los estudios y ensayos pertinentes de los que dará conocimiento al Director de Obra.

En el estudio del precorte se deberán determinar los siguientes parámetros a fin de lograr un buen terminado del mismo: diámetro de los taladros, espaciado, carga de cada uno, forma de ejecución, alineación, paralelismo, etc.

El error máximo admisible en el replanteo será de 10 mm.

El pie de los taludes no quedará en ningún caso dentro de la excavación teórica.

Dentro del plano de talud se admitirán como máximo desviaciones de la dirección de los taladros del veinticinco por ciento (25%) de la distancia entre los mismos.

El precorte horizontal cumplirá las mismas normas que el vertical, admitiéndole, además, redientes para el alojamiento del martillo picador no inferiores a treinta centímetros (30 cm) y siempre dentro de la excavación teórica.

### Tolerancias

Las tolerancias de ejecución de las **excavaciones a cielo abierto** serán las siguientes:

En las explanaciones excavadas en roca se admitirá una diferencia máxima de veinticinco (25) centímetros entre cotas extremas de la explanación resultante y en cuyo intervalo ha de estar comprendida la correspondiente cota del proyecto o Replanteo. En las excavaciones en tierra la

diferencia anterior será de diez (10) centímetros. En cualquier caso, la superficie resultante debe ser tal que no haya posibilidades de formación de charcos de agua, debiendo, para evitarlo, el Contratista realizar a su costa el arreglo de la superficie, bien terminando la excavación correspondiente de manera que las aguas queden conducidas a la cuneta.

En las superficies de los taludes de excavación se admitirán salientes de hasta diez (10) centímetros y entrantes de hasta veinticinco (25), para las excavaciones en roca. Para las excavaciones realizadas en tierra se admitirá una tolerancia de diez (10) centímetros en más o menos.

En las explanaciones excavadas para la implantación de caminos se tolerarán diferencias en cota de hasta diez (10) centímetros en más y quince (15) en menos para excavaciones realizadas en roca y de cinco (5) centímetros en más o menos para las realizadas en tierra, debiendo en ambos casos quedar la superficie perfectamente saneada.

## Medición y Abono

Las excavaciones a cielo abierto y sobreexcavaciones inevitables autorizadas por la Dirección de Obra se abonarán por (m3) aplicándose el precio correspondiente del cuadro de precios nº1 según el tipo de material a extraer.

El volumen de abono se determinará por la ubicación sobre perfiles transversales tomados antes y después de la explanación cada quince (15) metros como máximo, entendiéndose como de abono entre cada dos perfiles consecutivos el producto de la semisuma de las áreas excavadas por la distancia entre ellos, con las tolerancias que en este Pliego se expresan.

Las sobreexcavaciones inevitables autorizadas se abonarán mediante la aplicación del precio correspondiente a los m3 resultantes de la diferencia de secciones de perfil tipo que figura en los planos de Proyecto y el del perfil resultante en el tajo estando incluidas todas las operaciones como excavación, extracción al borde o apilado, excepto su reposición o relleno, que será por cuenta del Contratista, no siendo de abono esta última operación.

No se aceptarán suplementos en los precios de excavación por la presencia de servicios existentes que ocasionen un menor rendimiento.

Así mismo, se encuentra incluido en el precio de esta unidad de obra, el refino de taludes y soleras de la excavación.

En el caso de las excavaciones de vaciado en grandes superficies, la disposición de una rampa que permita la retirada del material excavado por medios rodados hace que no se haga distinción entre las alturas de excavación. Asimismo, los trabajos asociados a la planificación, preparación, modificación y retirada de la rampa de acceso se encuentran repercutidos en el precio del m3 de la excavación del recinto, no siendo de abono independiente.

### 3.4.3. Excavación en zanjas y pozos

#### Definición

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y prezanjas, para instalación de tuberías o canalizaciones, y pozos, para emplazamiento de obras de fábrica o instalaciones auxiliares, tales como pozos de registro, aliviaderos, macizos de anclaje, instalaciones de equipos de hinca, etc.

Dichas operaciones incluyen la remoción, extracción, carga, transporte y depósito de los productos resultantes de la excavación en la zona destinada a acopios.

#### Clasificación

En cuanto al tipo de excavaciones, en función de la geometría del recinto, se diferencian las siguientes:

Prezanjas

Zanjas y pozos

Grandes pozos: se incluyen en este apartado las excavaciones de los pozos de grandes dimensiones, en los que no es posible extraer el material de excavación por una rampa, cuya profundidad y dimensiones pueden requerir la introducción de una maquina al interior del recinto y medios auxiliares para el izado del material al exterior.

En cuanto al material a excavar, las excavaciones se clasifican en:

Excavación en tierras

Excavación en roca

Las definiciones, alcance y limitaciones de estos tipos son iguales a las indicadas al comienzo de este artículo y en el 3.4.2 para las excavaciones a cielo abierto.

#### Ejecución de las Obras

En general, en la ejecución de estas obras se seguirá la Norma NTE ADZ, o cualquiera de sus posteriores modificaciones.

El Contratista notificará a la Dirección de Obra, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, en pozo o zanja, a fin de que ésta pueda efectuar las mediciones necesarias sobre terreno.

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, la excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos o Replanteo y obtenerse una superficie uniforme. No obstante, la Dirección de Obra podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario, a fin de asegurar un apoyo o cimentación satisfactorio.

También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, y a la retirada y transporte a gestor autorizado del material que se obtenga de la excavación y que no tiene prevista su utilización en otros usos.

Cuando aparezca agua en las zanjas o pozos que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarios para agotarla, estando esta operación incluida en el precio de la excavación, salvo que por su intensidad, corresponda, según el artículo ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., la aplicación de un suplemento.

Los fondos de las excavaciones se limpiarán de todo material suelto o flojo y sus grietas y hendiduras se rellenarán adecuadamente. Asimismo, se eliminarán todas las rocas sueltas o desintegradas y los estratos excesivamente delgados. Cuando los cimientos se apoyen sobre material meteorizable, la excavación de los últimos treinta (30) centímetros, no se efectuará hasta momentos antes de construir aquellos, no siendo esto motivo de abono extra.

Las zanjas terminadas tendrán la rasante y anchura exigida en los planos o Replanteo, y únicamente se aceptarán modificaciones si previamente han sido aprobadas por la Dirección de Obra. Si el Contratista desea por su conveniencia aumentar la anchura de las zanjas, sin la aprobación previa de la Dirección de Obra, no serán de abono ni la sobreexcavación ni el exceso de relleno con respecto a la sección tipo resultante.

Si es posible, se procurará instalar la tubería en una zanja más estrecha situada en el fondo de la zanja cuya anchura se haya aumentado. De esta forma se corta el incremento de la carga debida al relleno. Esta subzanja debe superar la arista superior de la tubería en 0,30 m.

Si fuera previsible la aparición de roca en la fase de apertura de la zanja, bien porque hubiera sido previamente detectada, bien porque se produjera este hecho en fase de excavación, el Contratista someterá a la aprobación del Director de Obra los procedimientos constructivos que tuviera intención de poner en práctica (martillos picones o neumáticos, etc.). La aparición de la roca permitirá al Contratista, de acuerdo con lo indicado en los Planos de Proyecto y con la aprobación del Director de Obra, modificar las anchuras de zanjas.

A efectos del sistema de ejecución sólo se permitirá realizar excavaciones en roca mediante medios mecánicos (martillos neumáticos, hidráulicos, etc.). Queda totalmente prohibida la utilización de explosivos.

Los taludes de las zanjas y pozos serán los que, según la naturaleza del terreno permitan la excavación, y posterior ejecución de las unidades de obra que deben ser alojadas en aquéllas con la máxima facilidad para el trabajo, seguridad para el personal y evitando daños a terceros, estando obligado el Contratista a adoptar todas las precauciones que corresponden en este sentido, incluyendo el empleo de entibaciones, aun cuando no fuese expresamente requerida por el personal encargado de la inspección y vigilancia de las obras de la Dirección de Obra.

En cualquier caso, los límites máximos de las zanjas y pozos a efectos de abono serán los que se expresan en los planos, con las modificaciones previstas en este apartado y aceptadas por la Dirección de Obra.

En el caso de que los taludes antes citados, realizados de acuerdo con los planos, fuesen inestables en una longitud superior a diez metros (10,00 m), el Contratista deberá solicitar de la Dirección de Obra la aprobación del nuevo talud, sin que por ello resulte eximido de cuantas obligaciones y responsabilidades se expresan.

Dado que una mayor anchura de zanja da lugar a mayores cargas sobre la tubería, el Contratista estará obligado a mejorar el apoyo de la tubería de forma que el coeficiente de seguridad resultante sea equivalente al del Proyecto. El material excavado susceptible de posterior utilización no será retirado de la zona de obras sin permiso del Director de Obra. Si se careciese de espacio para su apilado en la zona destinada a acopios dentro de la obra se apilará en acopios situados en otras zonas, de acuerdo con las instrucciones del Director de Obra.

Si el material excavado se apila junto a la zanja, el pie del talud estará separado 1,5 m. del borde la zanja si las paredes de ésta están sostenidas con entibaciones o tablestacas. Esta separación será igual a la altura de excavación en el caso de zanja sin entibación y paredes verticales.

Este último valor (1,5) regirá para el acopio de tierras junto a excavaciones en desmonte y zanjas de paredes no verticales.

## Tolerancias

Las dimensiones de las zanjas y pozos serán las definidas en las secciones tipo de los planos del Proyecto.

La tolerancia en la rasante de excavación será como máximo de 5 centímetros en terreno suelto o de tránsito y de 10 cm. en roca, siempre por debajo de la rasante teórica.

Las tolerancias para el caso de excavaciones en zanja con taludes no verticales serán las definidas en el apartado 3.4.2.

## Medición y Abono

La excavación de zanjas y pozos se abonará por aplicación de los precios correspondientes según sus respectivas definiciones en el Cuadro de Precios nº1, a los volúmenes en metros cúbicos (m3) deducidos de los perfiles de abono definidos en las secciones tipo de los planos del Proyecto, y con la rasante determinada en los mismos o en el Replanteo, no abonándose ningún exceso sobre éstos, aun cuando estén dentro de las tolerancias admisibles, a no ser que a la vista del terreno, la Dirección de Obra apruebe los nuevos taludes, en cuyo caso, los volúmenes serán los teóricos que se dedujesen de aquellos.

Siempre que el Contratista aprecie la aparición de roca ripable o no ripable, así como cualquier otro cambio en el tipo de excavación, deberá tomar perfiles topográficos de dicho cambio, así mismo, dará parte a la Dirección de Obra, con el objeto de que se compruebe el hecho por parte de la misma. En caso de incumplimiento de dicha notificación, no será tenida en cuenta la aparición de la roca ripable o no ripable ni el cambio del tipo de excavación a efectos de medición y abono. Todos los trabajos y gastos que correspondan a las operaciones descritas anteriormente están comprendidas en los precios unitarios, incluyendo todas aquellas que sean necesarias para la permanencia de las unidades de obra realizadas, como el refino de taludes y soleras de la excavación, excepto la entibación que en caso de ser necesaria se abonará a los precios correspondientes del cuadro de precios, establecidos independientemente.

No se aceptarán suplementos en los precios de excavación por la presencia de servicios existentes u otras circunstancias que ocasionen un menor rendimiento.

Para la completa identificación del precio unitario a aplicar de las excavaciones realizadas en zanja o pozo, en cuanto al tipo de material excavado, se deberá ajustar éste a la clasificación establecida al principio de este artículo en terreno suelto y roca. En cuanto a la determinación de profundidades se contarán a partir de la rasante de las excavaciones previas realizadas a cielo abierto (prezanjas) o, en zonas urbanas, desde la superficie del firme existente, según se define en las secciones tipo de los Planos del Proyecto.

No serán de abono los excesos de medición de otras unidades de obra (terreno mejorado, hormigón de limpieza y/o en cunas de apoyo, etc.) derivados de sobre excavaciones, aun cuando ésta cumpla las tolerancias permitidas. Igualmente serán de cuenta del Contratista los sobrecostos debidos a refuerzos y/o aumento de la calidad de la tubería inducidos por sobre anchos de excavación que excedan las dimensiones definidas en los Planos del Proyecto.

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

Cuando las limitaciones existentes en el terreno obliguen a la disposición de medios especiales, como puede ser el empleo de Miniexcavadoras por falta de espacio, se comunicará previamente a la Dirección de Obra, para su visto bueno.

La aplicación de los precios de excavación en zanja o pozo con entibación cuajada solamente serán de aplicación en aquellos casos en que el proceso de entibación se vaya realizando simultáneamente con la excavación. Por lo tanto, cuando la entibación de la zanja o pozo se realice con posterioridad a la apertura de la misma, se aplicarán los precios de excavación correspondientes a zanja o pozo sin entibación.

Para el abono de excavaciones de zanjas o pozos con entibaciones ligeras o semicuajadas, serán de aplicación los precios correspondientes a las excavaciones de zanjas o pozos sin entibación.

Cuando en cualquier unidad de excavación en zanjas y pozos se establezca un límite de profundidad para su aplicación, se empleará dicha unidad para la medición y abono de la parte ejecutada hasta alcanzar dicha profundidad, medida siempre desde el plano de referencia, aunque la altura total de la zanja o pozo sea superior a ese límite. Solo el excedente que sobrepase la profundidad fijada se abonará con la unidad correspondiente a profundidades superiores al límite establecido en la unidad.

El criterio será el mismo cuando se establezca un rango de profundidades para la aplicación de la unidad, debiéndose medir y abonar, con esta unidad, la excavación ejecutada entre los límites establecidos por el rango fijado, aunque la profundidad total de la zanja sea superior.

### 3.4.4. Acopios temporales de tierras y gestión de sobrantes

#### Definiciones

Se define como acopios temporales de tierras, aquellos realizados en áreas propuestas por el Contratista y aprobadas por la Dirección de Obra, o definidas por ésta última, con materiales procedentes de las excavaciones, aptos para su posterior utilización en la obra o como paso previo a su gestión externa.

Los acopios temporales estarán situados dentro de la zona de obra, entendiéndose que se cumple tal condición cuando el centro geométrico del área ocupada por los materiales acopiados diste menos de quinientos (500) metros, medidos en línea recta, del elemento o unidad de obra más cercano.

Se define como gestión de sobrantes las operaciones de carga, transporte y vertido de materiales procedentes de excavación desde el tajo de excavación o caballero de apilado, hasta el punto de gestión final, eliminación en vertedero o valorización en otra obra o en relleno autorizado, no estando incluido el pago del canon correspondiente.

#### Ejecución

Las condiciones de constitución de acopios temporales de tierras en cuanto a sus características físicas (taludes, banquetas, etc.), serán los señalados a continuación:

Los taludes quedarán con una pendiente media de 1/2 de modo continuo o escalonado, sin que la altura de cada escalón sea superior a diez metros (10 m.) y sin que esta operación sea de abono.

Se procederá a la formación de banquetas, retallos, dientes o plataformas que sean necesarios según la Dirección de Obra, para estabilizar los acopios temporales.

La ejecución de las obras de desagüe podrá hacerse por tramos según lo exija el volumen de acopio temporal que se está constituyendo.

El Director de Obra podrá, a su criterio, ordenar la compactación oportuna en determinadas zonas del acopio temporal.

Las operaciones de carga, transporte y vertido se realizarán con las precauciones precisas para evitar proyecciones, desprendimientos de polvo, etc. debiendo emplearse los medios adecuados para ello.

El Contratista tomará las medidas adecuadas para evitar que los vehículos que abandonen la zona de obras depositen restos de tierra, barro, etc., en las calles y carreteras adyacentes. En todo caso, eliminarán estos depósitos.

Las condiciones de descarga en vertederos, rellenos autorizados u obras externas no son objeto de este Pliego, toda vez que las mismas serán impuestas por el propietario de los terrenos destinados a tal fin. Por tanto, en ningún caso, la Dirección de Obra será responsable, ni del vertido, ni de la evolución posterior del relleno que se genere como resultado del mismo. El Contratista cuidará de mantener en adecuadas condiciones de limpieza los caminos, carreteras y zonas de tránsito, tanto pertenecientes a la obra como de dominio público, que utilice durante las operaciones de transporte a vertedero.

### Medición y Abono

El transporte, descarga y apilado de los materiales procedentes de la excavación en la zona destinada a acopios se encuentra incluido dentro de las unidades de excavación correspondientes.

Por su parte, la posterior carga, transporte y vertido en punto de destino serán abonados con el precio correspondiente de m3, medidos sobre perfiles teóricos, dentro del capítulo de gestión de residuos de la obra, estando incluidas dentro de la unidad la totalidad de actuaciones anteriormente citadas.

Por otra parte, se abonará el canon de gestión del residuo, contando para ello con unidades distintas en función de la caracterización del material y por tanto del tipo de destino:

Canon de vertido en punto de valorización: canon de vertido por gestión del material procedente de la excavación en punto de valorización (otra obra), incluidas todas las labores auxiliares para su adecuada integración y acondicionamiento final

Canon de vertido en relleno autorizado: canon de vertido por gestión del material procedente de la excavación en relleno autorizado, incluidas todas las labores auxiliares para su adecuada integración y acondicionamiento final

Canon de vertido en vertedero de residuos inertes: Canon de vertido por gestión del material procedente de la excavación en vertedero de residuos Inertes, incluidas todas las labores auxiliares para su adecuada integración y acondicionamiento final

Canon de vertido en vertedero de residuos no peligrosos: canon de vertido por gestión del material procedente de la excavación en vertedero de residuos no peligrosos, incluidas todas las labores auxiliares para su adecuada integración y acondicionamiento final

Canon de vertido en vertedero de residuos peligrosos: canon de vertido por gestión del material procedente de la excavación en vertedero de residuos peligrosos, incluidas todas las labores auxiliares para su adecuada integración y acondicionamiento final

El canon de gestión será abonado con el precio correspondiente de m3, medidos sobre perfiles teóricos, dentro del capítulo de gestión de residuos de la obra. Para proceder al abono, se requerirá toda la documentación que justifique y acredite que el contratista ha procedido a abonar dicho canon en destino.

Como criterio general, todo el material procedente de la excavación que sea valorizable (es decir, que no esté alterado o contaminado), deberá ser valorizado en la medida de lo posible, no debiendo gestionarse en relleno autorizado o a vertedero (consideradas operaciones de eliminación), salvo causa justificada.

El precio de aplicación para el transporte de los productos resultantes de excavaciones, depositados en acopios temporales, que deban ser transportados a otro punto de la obra para su reutilización, será el correspondiente al metro cúbico (m3) de carga y transporte a lo largo de la obra y descarga, estando incluido en el mismo los gastos de constitución del acopio.

El Contratista está obligado a restituir a su estado original, sin que proceda abono por dicho concepto, todas las áreas utilizadas como acopios temporales una vez se haya dispuesto del material depositado en ellas. Si por necesidades de obra parte del material existente en un acopio fuera considerado excedente, el Contratista lo gestionará siguiendo las indicaciones recogidas en el presente pliego.

## 3.5. Sostenimiento de zanjas y pozos

### 3.5.1. Definición

Se define como sostenimiento el conjunto de elementos destinados a contener el empuje de tierras en las excavaciones en zanjas o pozos, con objeto de evitar desprendimientos, proteger a los operarios que trabajan en el interior y limitar los movimientos del terreno colindante.

### 3.5.2. Clasificación

Dentro de los métodos de sostenimiento se pueden distinguir los siguientes grupos:

Entibaciones
Tablestacados metálicos
Carriles para hincar
Anclajes y Bulones
Gunitados
Sistemas especiales

### 3.5.3. Entibaciones

#### Definición

Se definen como entibaciones los métodos de sostenimiento que se van colocando en las zanjas o pozos simultánea o posteriormente a la realización de la excavación, como sistema de protección para la contención de las paredes de excavación en terrenos poco coherentes, con el fin de evitar desprendimientos.

Los materiales a utilizar en entibaciones serán paneles y perfiles metálicos y, excepcionalmente, madera.

## Clasificación de las entibaciones

En función del porcentaje de superficie revestida las entibaciones pueden ser de tipo ligera, semicuajada y cuajada.

La entibación ligera contempla el revestimiento de hasta un 25% inclusive de las paredes de la excavación.

En la entibación semicuajada se reviste solamente el 50% de la superficie total, y en el caso de entibación cuajada, se reviste la totalidad de las paredes de la excavación.

## Sistemas de entibación

Entre todos los sistemas existentes se pueden distinguir los siguientes:

Entibación convencional:

En la que normalmente se hace distinción entre:

Entibación horizontal:

En la cual los elementos del revestimiento se orientan en este sentido, siendo transmitidos los empujes del terreno a través de elementos dispuestos verticalmente (pies derechos), los cuales, a su vez, se aseguran mediante codales.

Entibación vertical:

En la que los elementos de revestimiento se orientan verticalmente, siendo transmitidos los empujes del terreno a carreras horizontales debidamente acodaladas.

Entibación berlinesa

Entendiendo como tal, el conjunto de tablas dispuestas horizontalmente, a medida que aumenta la profundidad de la excavación, que transmiten el empuje de las tierras a perfiles metálicos (usualmente vigas tipo HN, o IPE) introducidos previamente en el terreno a intervalos regulares entre 1,20 y 1,50 m.

Paños constituidos por perfiles metálicos

Con una o más guías, entre los que se colocan elementos de forro (paneles). Sobre los perfiles se acomodan uno o varios niveles de acodalamiento.

Entibación con doble guía y sistema monocodal de patines

Es un sistema muy flexible concebido especialmente para colectores. Dicha entibación consta de la instalación de unos carriles montados verticalmente en los cuales se fijan paneles de entibación de tal manera que deslizan uno al lado del otro. Una vez montados, se obtiene un sistema de entibación escalonado. En vez de puntales articulados y fijos, como suelen ser habituales, hay unos carros guía rígidos que mantienen a distancia los soportes y con ello los paneles de entibación en la zanja, de este modo el ancho de zanja deseado se mantiene constante.

Módulos o cajas blindadas

Entendiéndose como tales aquellos conjuntos especiales autorresistentes que se colocan en la zanja como una unidad completa, a medida que se va profundizando la excavación.

Escudos de arrastre

Consisten en un conjunto de elementos de forro permanente arrastrados entre sí, que debidamente apoyados sobre el fondo de la zanja proporcionan un lugar de trabajo seguro. Estos escudos son arriostrados a lo largo de la zanja según se va avanzando la excavación. La utilización de estos escudos no está permitida, salvo que expresamente se admita en el P.P.T.P.

Otros sistemas

Otros sistemas de entibación sancionados por la práctica como satisfactorios.

## Condiciones generales de las entibaciones

Los sistemas de entibación a emplear en obra deberán cumplir, entre otras, las siguientes condiciones:

Deberán soportar las acciones descritas anteriormente y permitir su puesta en obra de forma que el personal no tenga necesidad de entrar en la zanja o pozo hasta que las paredes de la misma estén adecuadamente soportadas.

Deberán eliminar el riesgo de asientos inadmisibles en edificios e instalaciones próximas.

Deberán eliminar el riesgo de rotura del terreno por sifonamiento.

No deberán existir niveles de acodalamiento por debajo de los treinta (30) centímetros superiores a la generatriz exterior de la tubería instalada o deberán ser retirados antes del montaje de la misma.

Se dejarán perdidos los apuntalamientos que no se puedan retirar antes del relleno o cuando su retirada pueda causar el colapso de la zanja antes de la ejecución de aquél.

La entibación de las zanjas y de los elementos estructurales tales como arquetas especiales, pozos de hinca, etc., deberá tener unas guías que permitan el cierre transversal y el sistema de codales deberá ser tal que permita el deslizamiento de los propios codales a lo largo de las guías para poder cambiar la posición de los codales según se avance con el hormigonado de la estructura

## Ejecución

El Contratista dispondrá en obra del material (paneles, puntales, vigas, madera, etc.), necesario para sostener adecuadamente las paredes de las excavaciones, con objeto de evitar los movimientos del terreno, pavimentos, servicios y/o edificios, situados fuera de la zanja o excavación proyectada. El sistema de entibación permitirá ejecutar la obra de acuerdo con las alineaciones y rasantes previstas en el Proyecto.

Toda entibación en contacto con el hormigón en obra de fábrica definitiva deberá ser cortada según las instrucciones del Director de Obra y dejada "in situ". En este caso, solamente será objeto de abono como entibación perdida si está considerada como tal en el Proyecto o si la Dirección de Obra lo acepta por escrito.

Las zanjas o pozos que tengan una profundidad menor o igual a 1,25 metros podrán ser excavadas con taludes verticales y sin entibación. Para profundidades superiores será obligatorio entibar la totalidad de las paredes de la excavación, excepto en aquellos casos en los cuales aparezca el sustrato rocoso antes de llegar a las profundidades de Proyecto o Replanteo, en cuyo caso se procederá a entibar el terreno situado por encima de dicho sustrato. Por debajo del nivel de la roca se podrá prescindir, en general, del empleo de entibaciones si las características de aquélla (fracturación, grado de alteración, etc.), lo permiten.

Para zanjas y pozos de profundidades superiores a cuatro (4) metros no se admitirán entibaciones de tipo ligera y semicuajada.

Las prescripciones anteriores podrán ser modificadas a juicio de la Dirección de Obra, en los casos en que la estabilidad de las paredes de la excavación disminuya debido a causas tales como:

Presencia de fisuras o planos de deslizamiento en el terreno.
Planos de estratificación inclinados hacia el fondo de la zanja o pozo.
Zonas insuficientemente compactadas.
Presencia de agua.
Capas de arena no drenadas.
Vibraciones debidas al tráfico, trabajos de compactación, voladuras, etc.

El montaje de la entibación comenzará, como mínimo, al alcanzarse una profundidad de excavación de 1,25 metros, de manera que durante la ejecución de la excavación el ritmo de montaje de las entibaciones sea tal que quede sin revestir por encima del fondo de la excavación, como máximo los siguientes valores:

1 metro en el caso de suelos cohesivos duros
0,50 metros en el caso de suelos cohesivos, no cohesivos pero temporalmente estables.

En suelos menos estables, por ejemplo, en arenas limpias o gravas flojas de tamaño uniforme, será necesario utilizar sistemas de avance continuo que garanticen que la entibación esté apoyada en todo momento en el fondo de la excavación.

La entibación deberá retirarse a medida que se compacte la zanja de forma que se garantice que la retirada de la entibación no ha disminuido el grado de compactación del terreno adyacente.

Control de calidad

Las maderas a emplear en entibaciones serán maderas resinosas, de fibra recta (pino, abeto) y deberán tener las características señaladas en el capítulo 2, así como las indicadas en los Apartados 1 y 2 de la NTE–ADZ.

Los materiales de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en la NTE, así como las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial o en su defecto las normas UNE que se indican en el Apartado 1. "Materiales y equipos de origen industrial" del Control indicado en la norma NTE–ADZ.

### 3.5.4. Sistemas especiales de sostenimiento del terreno

Agrupamos bajo esta denominación los siguientes sistemas:

Pantallas de hormigón armado "in situ" con o sin anclajes.
Pantallas de pilotes, prefabricados, hincados u hormigonados "in situ".
Gaviones
Tierra armada
Congelación del terreno.
Estabilización del terreno con inyecciones.
Otros sistemas.

Los demás métodos de esta relación son desarrollados en los apartados específicos del presente Pliego.

En el caso de que se decidiese utilizar cualquiera de los métodos restantes, se seguirán las indicaciones que al efecto se establezcan en el P.P.T.P.

### 3.5.5. Proyecto de los sistemas de sostenimiento a emplear en zanjas y pozos

El Contratista estará obligado a presentar a la Dirección de Obra para su aprobación, si procede, un proyecto de los sistemas de sostenimiento a utilizar en los diferentes tramos o partes de la obra, el cual deberá ir suscrito por un técnico especialista en la materia. En dicho Proyecto, deberá quedar debidamente justificada la elección y dimensionamiento de dichos sistemas en función de las profundidades de zanja, localización del nivel freático, empujes del terreno, sobrecargas estáticas y de tráfico, condicionamiento de espacio, ya sea en zona rural o urbana, transmisión de vibraciones, ruidos, asientos admisibles en la propiedad y/o servicios colindantes, facilidades de cruce con otros servicios, etc.

La aprobación por parte del Director de Obra de los métodos de sostenimiento adoptados no exime al Contratista de las responsabilidades derivadas de posibles daños imputables a dichos métodos (Asientos, colapsos, etc.).

Si, en cualquier momento, la Dirección de Obra considera que el sistema de sostenimiento que está usando el Contratista es inseguro, el Director de Obra podrá exigirle su refuerzo o sustitución. Estas medidas no supondrán modificación alguna en los precios aplicables.

### 3.5.6. Retirada del sostenimiento

#### Entibaciones

La entibación deberá retirarse a medida que se compacte la zanja hasta 0,30 m. por encima de la generatriz superior de la tubería de forma que se garantice que la retirada de la entibación no disminuya el grado de compactación por debajo de las condiciones previstas en el Pliego. A partir de este punto, la entibación se irá retirando de forma que las operaciones de relleno no comprometan la estabilidad de la zanja.

Si no se puede obtener un relleno y compactación del hueco dejado por la entibación de acuerdo con las estipulaciones de este Pliego, se deberá dejar perdida la entibación hasta una altura de 45 cm. por encima de la generatriz superior de la tubería.

### 3.5.7. Medición y abono de los sistemas de sostenimiento

Los **métodos de sostenimiento** empleados en zanjas o pozos, en sus distintos sistemas, se abonarán aplicando a los metros cuadrados (m2) de superficie útil revestida, los precios del cuadro de Precios aplicables a cada tipo de entibación (ligera, semicuajada, o cuajada) y/o tablestacado, según corresponda.

A efectos de abono de superficies entibadas y/o tablestacados se adoptará como plano de referencia para la medición de las profundidades, el definido por la solera de las excavaciones previas (prezanjas), si las hubiere, no teniendo derecho el Contratista a reclamar cantidad alguna en concepto de entibaciones realizadas por encima de dicho plano. En el caso de zanjas en zonas urbanizadas se considerará la superficie del pavimento existente como plano de referencia para la medición de entibaciones.

La medición de la **entibación** se realizará superficiando los paramentos vistos de la zanja realmente entibada con las salvedades anteriormente indicadas, entendiéndose repercutida en los correspondientes precios unitarios la parte de entibación hincada por debajo del fondo de las zanjas y/o pozos, así como todos los accesorios y medios auxiliares, incluso su retirada durante el relleno.

Dentro de los precios de entibaciones se entenderán incluidas todas las operaciones de arriostramiento y colocación de los niveles de apuntalamiento que sean necesarios, así como todas las operaciones necesarias para la ejecución de la unidad de obra, incluso empalmes y soldaduras por lo que no son motivo de abono diferenciado.

El **mallazo** se abonará kg de acero efectivamente colocado, considerándose incluido en el precio los solapes, cortes, mermas, sistemas de fijación, etc.

Se abonará independientemente la puesta en obra y retirada de la misma de todo el equipo y personal necesario para la ejecución del gunitado.

Se consideran incluidos en los precios la instalación y consumo de agua, energía eléctrica, aire, etc., en las potencias y volúmenes necesarios.

Si la Dirección de Obra aprobara la utilización de sistemas especiales, como pantallas de hormigón, pilotes, etc., éstos se medirán de acuerdo con los criterios descritos en el Pliego para cada uno de ellos y se abonarán a los correspondientes precios unitarios de los Cuadros de Precios.

## 3.6. Instalación de tuberías

### 3.6.1. Aspectos generales y planificación

El Contratista presentará una planificación desglosada, con indicación expresa, como mínimo de los siguientes puntos para cada diámetro:

Número de la obra de fábrica, macizo de giro o PK entre los que está comprendido el tramo con indicación de su longitud real.

Características de la tubería.

Plan de fabricación.

Número de tubos y piezas especiales que lo componen de cada presión.

Fecha prevista de envío a obra - Acopio.

Fechas de comienzo y final de montaje en zanja con desglose de las operaciones intermedias.

Rellenos en sus diferentes fases.

Medios materiales, maquinaria y personal para acopios. Puesta en zanja de tubería y piezas especiales, montaje, soldadura, recibido de juntas, rellenos, etc. con especificación de los rendimientos medios previstos para el cumplimiento de los plazos establecidos.

El Contratista deberá presentar esta planificación en el plazo de quince días naturales a partir de la fecha de comunicación escrita de la adjudicación de las obras por parte de la Propiedad.

### Control de Calidad

El Contratista presentará a la Dirección de Obra el Plan de Control de Calidad correspondiente a todos y cada uno de los trabajos que son necesarios para la realización de la recepción en obra y del montaje de las tuberías.

Los puntos de control que como mínimo se establecerán serán, según los casos, los siguientes:

Comprobación en la descarga de los tubos y piezas especiales a su llegada a obra.
Desperfectos, grietas, fisuras, coqueras, graveras, etc. de las piezas de hormigón.
Desperfectos en piezas metálicas, boquillas, bridas.
Homologación de procedimiento de soldadura.
Homologación de soldadores.
Preparación de bordes para soldaduras a tope.
Separación mínima/máxima entre chapas solapadas para soldar (boquillas entre tubos), en tuberías de hormigón.
Electrodos a utilizar y tipo.
Otros tipos de soldadura en otros materiales.
Dosificación, ejecución y curado en juntas internas y exteriores, en tuberías de hormigón.
Alineación tuberías en zanja.
Nivelación tuberías en zanja - Rasantes.
Control de calidad soldaduras.
Inspección visual.
inspección por líquidos penetrantes.
Inspección por radiografías.
Otros medios de inspección.
Control de calidad de la protección de las tuberías.

### Autorización de envío a obra

Las tuberías, accesorios y materiales de juntas deberán ser inspeccionadas, por el departamento de Control de Calidad del Fabricante, en orden a asegurar su perfecto estado y la correspondencia con lo solicitado en el Proyecto. En la hoja de expedición figurará la autorización y conformidad del responsable del Control de Calidad del Fabricante y será entregada a la Dirección de Obra.

En los casos en que la Dirección de Obra efectúe, con personal destacado en obra, la inspección de la fabricación, la autorización de envío deberá tener además su firma de conformidad.

## 3.6.2. Transporte, carga y descarga de tuberías

### Generalidades

Las tuberías, accesorios y materiales de juntas deberán ser inspeccionados en origen para asegurar que corresponden a las solicitadas en los planos.

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

Para el transporte, carga y descarga sólo se permitirán soportes, equipos y/o dispositivos que no produzcan daños a las tuberías y sus correspondientes accesorios.

No se permitirá el arrastre o rodadura de las tuberías, ni su manejo con brusquedad o provocando impactos.

Con bajas temperaturas y heladas se adoptarán precauciones especiales para el manejo de aquellas fabricadas con materiales termoplásticos.

Los tubos se descargarán siempre en un lugar donde no molesten o donde no puedan ser dañados por los vehículos y máquinas que circulen cerca de éstos.

Si lo tubos se descargan directamente en obra se colocarán los tubos a lo largo de la excavación, al lado opuesto a los escombros, dirigiendo los enchufes aguas arriba.

En caso de que en alguna de estas maniobras algunas de las tuberías quedaran dañada, a juicio de la Dirección de Obra, ésta quedará rechazada.

### Tuberías de fundición y acero

Los camiones descubiertos estarán adaptados al transporte de tubos y su plataforma tendrá un largo suficiente para que los tubos no sobresalgan.

Si los remolques llevan teleros, éstos tendrán una resistencia suficiente para compensar la presión lateral ejercida por los tubos. Se recomienda disponer, como mínimo, de 3 teleros por fila y se aconseja prever soportes para los tubos a partir de DN 400.

El Contratista a la llegada del camión a obra en presencia del transportista o de su representante, examinará de cerca el estado del vehículo, así como el estado de la carga, asegurándose que los productos y las cuñas de protección no se han movido.

En caso necesario se constatarán los daños o faltas.

Para efectuar la carga y descarga se colocará la flecha de la grúa justo encima del camión con el fin de levantar los tubos verticalmente. Se maniobrará suavemente y se evitarán los balanceos, golpes contra paredes u otros tubos, contactos bruscos con el suelo, así como el roce de los tubos contra los teleros para preservar el revestimiento exterior. Estas precauciones son tanto más necesarias cuanto más importantes sean las dimensiones, DN y longitud, o que éstos tengan revestimientos especiales. Se utilizarán ganchos de goma de forma adecuada revestidos con una protección de poliamida.

Si las tuberías estuvieran protegidas exteriormente (revestimientos bituminosos o plásticos) no se podrán manejar con cadenas o eslingas de acero sin protección que pudieran dañar la protección.

En ningún caso se depositarán directamente sobre el terreno.

No se harán rodar ni arrastrar los tubos sobre el suelo ni se dejarán caer desde el camión al suelo ni sobre neumáticos o arena.

## Tuberías de PVC

Para la buena conservación de las tuberías y evitar su deterioro y deformación se deben observar las siguientes normas.

Deberán evitarse los movimientos bruscos, flechas importantes, balanceos, choques con piezas metálicas o de hormigón.

Se pondrá especial atención en evitar la excesiva tensión de los tirantes de arriostrado y la carga de materiales pesados sobre los tubos.

Se prestará especial atención en las operaciones de carga y transporte cuando éstas se realizan con temperaturas inferiores a 0ºC.

La descarga se efectuará sobre superficies planas, limpias de piedras o salientes que las puedan deteriorar, y quedarán debidamente calzadas y aseguradas contra el deslizamiento.

## Tuberías de Polietileno

Para el transporte de rollos se procurará, en lo posible, que éstos estén colocados de forma horizontal, pudiéndose apilar varios de ellos. El de la parte inferior debe descansar sobre una superficie plana, exenta de salientes que pueda dañar el tubo.

En los casos de rollos de gran diámetro que, por sus dimensiones, la plataforma del vehículo no admita su posición horizontal, deberán colocarse verticalmente, teniendo precaución de que estén el menor tiempo posible en esta posición.

No se forzarán los rollos para evitar que éstos se deformen y pierdan su forma circular.

Cuando se tengan que transportar tubos que hayan sido suministrados en tramos rectos, y debido a su gran flexibilidad, deberá procurarse que no sobresalga de la parte posterior del vehículo una longitud que permita el balanceo de los mismos.

Con el fin de evitar que el tubo ruede y reciba choques, se aconseja que se sujeten con cordel o cuerda y no se utilizarán cables, alambres ni cintas metálicas.

Durante el transporte no se colocarán pesos encima de los tubos que les pueda producir aplastamiento. Asimismo, debe evitarse que otros cuerpos, principalmente si tienen aristas vivas, golpeen o queden en contacto con el tubo.

Si durante el transporte un tubo hubiera sufrido desperfectos, se podrá cortar la parte dañada, aprovechando el resto.

### 3.6.3. Almacenamiento

#### Generalidades

Los tanques de almacenamiento para acopio de los materiales, tuberías, accesorios, etc. serán responsabilidad del Contratista, tanto en la consecución de sus autorizaciones, preparación de superficies y trabajos necesarios para su adecuada utilización, así como de su custodia.

Las tuberías en caso de que sean almacenadas al borde de la zanja previamente a su montaje se colocarán a tal distancia del borde superior de la zanja que no se produzcan cargas que perjudiquen la estabilidad de los paramentos y taludes de las excavaciones.

Los apoyos, soportes, cuñas y altura de apilado serán de tales características que no se produzcan daños en las tuberías y sus revestimientos, ni deformaciones permanentes.

Las tuberías y sus accesorios cuyas características pudieran verse directa y negativamente afectadas por la temperatura, insolación o heladas deberán almacenarse debidamente protegidas.

#### Tuberías de fundición y acero

La superficie de almacenamiento será plana. El terreno no ha de ser pantanoso ni inestable y no contendrá residuos corrosivos.

Se verificarán los suministros a su llegada, en el sitio del almacenamiento, y si aparecen daños (deterioros del revestimiento interior o exterior, por ejemplo) se repararán previa autorización de la Dirección de Obra antes de almacenarlos.

Se almacenarán los tubos, según el diámetro, en su pila respectiva, siguiendo un plan racional de almacenamiento. Se realizará lo mismo para las piezas especiales y accesorios.

La primera capa descansará sobre 3 tablones situados en 3 líneas paralelas y a 1 m. del final del enchufe y del extremo liso respectivamente. Los enchufes no tocarán el suelo en ningún caso.

Se recomienda siempre reducir al máximo el tiempo de almacenamiento, para preservar los revestimientos de los perjuicios de la intemperie y la acción prolongada del sol.

Los separadores de madera (maderos, calzos, etc.) serán resistentes y de buena calidad.

En el caso de que los tubos lleven revestimientos especiales se seguirán las instrucciones dictadas por el Fabricante.

Los tubos del extremo se acuñarán al lado del extremo liso y del enchufe, con calzos de dimensiones gruesas clavados sobre los maderos.

La altura máxima de almacenamiento será la recomendada por el fabricante.

### Tuberías de PVC

A su llegada a obra, se evitará que las tuberías de P.V.C. estén expuestas largo tiempo a la intemperie. Si es posible se almacenarán en locales cubiertos para protegerlos de las radiaciones solares. En caso de que no resulte posible se cubrirán con lonas o film impermeables a la radiación ultravioleta, o se situarán en zonas resguardadas del sol asegurándose la aireación para evitar la deformación de los tubos por acumulación de calor.

Las tuberías deberán ser soportadas prácticamente en su longitud total, no se hará un apilado excesivo de los tubos de forma tal que se produzcan acciones a deformar las mismas, no sobrepasándose una altura de apilado de 1,5 m. Se apilarán al tresbolillo, alternando bocas y extremos lisos.

### Tuberías de Polietileno

Los rollos deberán ser almacenados sobre superficies planas y limpias, en forma horizontal, pudiéndose apilar unos encima de otros. No se dejarán nunca almacenados verticalmente.

Al mover los rollos para el almacenaje se podrán hacer rodar sobre sí mismos, procurando que en su camino no pisen objetos punzantes o con aristas que puedan dañar la superficie del tubo.

En los casos que se trate de almacenamiento de tubos rectos, se amontonarán formando capas horizontales. Si no hubiera paredes de contención, para evitar el desplome de la pila deberán asegurarse los tubos extremos de la capa inferior con cuñas de madera, o tierra blanda. En caso de utilizar las cuñas, deberá procurarse que éstas no tengan cantos vivos; la separación entre ellas deberá ser de 1 m. aproximadamente.

Las tuberías deberán ser soportadas prácticamente en su longitud total, para la formación de capas superiores se tendrá presente que un tubo debe descansar entre dos de la capa inferior. La altura de apilamiento no debe sobrepasar de 2 m. a fin de evitar esfuerzos importantes en las capas inferiores.

Si es necesario desatar un rollo para cortar un trozo de tubo, se atará de nuevo, sin apretar excesivamente las ataduras, a fin de no segar el tubo.

Para cortar el tubo se utilizará una sierra o un cuchillo, nunca unas tijeras u otra herramienta que al cortar pueda producir un aplastamiento del tubo.

#### 3.6.4. Recepción en Obra

### Generalidades

Una vez acopiadas las tuberías en obra se procederá a su inspección, comprobando sus características y posibles desperfectos producidos durante el transporte o la descarga.

Cualquier anomalía se comunicará a la Dirección de Obra quien determinará, previa inspección su rechazo, o la reparación a efectuar.

### 3.6.5. Instalación de Tubería en Zanja. Medición y abono

#### Procedimiento general de Instalación de tubería en zanja

En la instalación de la conducción en las zanjas previamente niveladas, se incluirán las siguientes operaciones:

La ejecución de la cama en asiento de la conducción.
La conexión con arquetas y obras de entrada y salida
El suministro, nivelación y colocación de la tubería.
La sujeción de tubería para evitar movimientos durante su refuerzo.
El refuerzo con hormigón.
Cuantas operaciones fueran necesarias para una correcta ejecución de la unidad.

Una vez preparado el asiento, se procederá a la colocación de los tubos en sentido ascendente, cuidando su perfecta alineación y pendiente.

Los tubos se revisarán minuciosamente, rechazando los que presentan defectos.

La colocación se efectuará con los medios adecuados, realizándose el descenso al fondo de la zanja mediante grúa o brazo de la retroexcavadora, de ninguna manera mediante rodadura o lanzamiento, quedando totalmente prohibido el descenso manual. En todo caso se evitarán daños en los tubos por golpes o mala sujeción.

Se preverá y cuidará la inamovilidad de los tubos durante la operación del refuerzo.

En el caso de los tubos de hormigón en masa, utilizados para caños o colectores de drenaje serán reforzados con una envolvente de hormigón HM-20, por lo que se deberá asegurar mediante vibrado el relleno completo del espacio comprendido entre la tubería, la solera y el talud de la zanja. El hormigón utilizado deberá tener un cono Abrams comprendido entre 4 y 8 centímetros.

Se deberá hormigonar contra las paredes de la zanja y se asegurará que éstos se encuentran saneados, de forma que el vertido de hormigón contra ellos no provoque caídas parciales de los taludes, originando la discontinuidad del macizo.

En caso de que los taludes hubieran resultado más tendidos que los proyectados, con sobreexcavaciones y saneos, se deberá hormigonar de igual forma, es decir, a tope con el terreno.

Una vez reforzada la tubería se iniciará el relleno con el material procedente de la excavación hasta 0,20 m por encima del refuerzo, procediéndose seguidamente, a la compactación mediante plancha vibrante.

Se seguirá con el relleno de la zanja hasta la cota de definición con el mismo material, procediéndose mediante tongada que no excedan de 0,40 m, debiéndose obtener una compactación igual o superior al 100% del Próctor Normal según la norma NLT 107/76.

## Definición de Zonas de la Zanja

Dentro de las zanjas para alojamiento de tuberías de saneamiento se diferencian las siguientes zonas:

*Zona de apoyo de la tubería*

Se entiende por zona de apoyo a la parte de la zanja comprendida entre el plano formado por el fondo de la propia excavación y un plano paralelo a este último situado treinta (30) centímetros por encima de la generatriz superior exterior de la tubería.

Dentro de esta zona a su vez se diferencian dos sub-zonas.

Cuna de apoyo

Se designa como cuna de apoyo a la zona de la zanja comprendida entre el fondo de la excavación y el plano paralelo al mismo que intercepta a la tubería según el ángulo de apoyo proyectado.

Recubrimiento de protección

Se entiende por recubrimiento de protección la zona de la zanja comprendida entre la cuna de apoyo descrita anteriormente y el plano paralelo al fondo de la excavación situado treinta (30) centímetros por encima de la generatriz superior exterior de la tubería.

*Zona de cubrición*

Se define como zona de cubrición aquella parte de la zanja comprendida entre el plano paralelo al fondo de la excavación situado treinta (30) centímetros por encima de la tubería y la superficie del terreno, terraplén, o parte inferior del firme en caso de zonas pavimentadas.

## Preparación del Terreno de Cimentación

El fondo de la zanja deberá quedar perfilado de acuerdo con la pendiente de la tubería.

Durante la ejecución de los trabajos se cuidará de que el fondo de la excavación no se esponje o sufra hinchamiento y si ello no fuera evitable, se recompactará con medios adecuados hasta la densidad original.

Si la capacidad portante del fondo es baja, y como tal se entenderá aquella cuya carga admisible sea inferior a 0,5 kg/cm2, deberá mejorarse el terreno mediante sustitución o modificación.

La sustitución consistirá en la retirada del material indeseable y su sustitución por material seleccionado tal como arena, grava o zahorra. La profundidad de sustitución será la adecuada para corregir la carga

admisible hasta 0,5 kg/cm2. El material de sustitución tendrá un tamaño máximo de partícula de 2,5 cm. por cada 30 cm. de diámetro de la tubería, con un máximo de 7,5 cm.

La modificación o mejora del terreno se efectuará mediante la adición de material seleccionado al suelo original y compactación. Se podrán emplear zahorras, arenas u otros materiales inertes con un tamaño máximo de 7,5 cm y, asimismo, si lo juzga oportuno el Director de Obra, adiciones de cemento o productos químicos.

En el caso de que el suelo "in situ" fuera cohesivo, meteorizable o se pudiera reblandecer durante el período de tiempo que vaya a mantener abierta la zanja, deberá ser protegido, incluso con una capa adicional que fuera retirada inmediatamente antes de la instalación de la tubería.

Asimismo, se mantendrá el fondo de la excavación adecuadamente drenado y libre de agua para asegurar la instalación satisfactoria de la conducción y la compactación de las cunas.

## Apoyos de Tubería

El sistema de apoyo de la tubería en zanja vendrá especificado en los planos del Proyecto y/o Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En cualquier caso y como mínimo deberán cumplirse las prescripciones del presente capítulo.

Las tuberías no podrán instalarse de forma tal que el contacto o apoyo sea puntual, o a lo largo de una línea de soporte. La realización de la cuna de apoyo tiene por misión asegurar una distribución uniforme de las presiones de contacto que no afecten a la integridad de la conducción.

Para tuberías con protección exterior, el material de la cuna de apoyo y la ejecución de ésta deberá ser tal que el recubrimiento protector no sufra daños.

Si la tubería estuviera colocada en zonas de agua circulante deberá adoptarse un sistema tal que evite el lavado y transporte del material constituyente de la cuna.

En el caso de apoyo sobre hormigón, en el primer tipo la cuna de hormigón no lleva armadura de refuerzo. En el segundo y tercer tipo las cunas de hormigón llevarán la armadura prevista en el siguiente cuadro:

| DIAMETRO INTERIOR TUBERIA EN mm: | AS en (%) | | |
|---|---|---|---|
| | 0,00 | 0,4 | 1,00 |
| 600 | -- | Dm. 10 a 0,25 | Dm. 16 a 0,25 |
| 700 - 1.500 | -- | Dm. 10 a 0,20 | Dm. 16 a 0,25 |
| 1.500 | -- | Dm. 10 a 0,125 | Dm. 16 a 0,125 |

### Camas de apoyo en terreno natural

#### Terreno no cohesivo con tamaño máximo de la partícula de 20 mm.

En suelos no cohesivos consistentes en arenas y hasta gravas medias (tamaño máximo de la partícula 20 mm) las tuberías podrán asentarse directamente si se conforma previamente una superficie de apoyo en el terreno que se ajuste a la tubería de forma que ésta descanse uniformemente en toda su longitud.

Si se coloca en capas material granular compactable, el apoyo se mejorará elevando el relleno por encima del arco de apoyo previamente realizado.

Igualmente, en el caso de una tubería colocada sobre el fondo plano de la zanja, la cama de apoyo se podrá conseguir rellenando y compactando bajo la misma con material no cohesivo, pero solamente si es posible garantizar que con el material aportado y la compactación se consigue al menos una compacidad comparable a la del fondo de la zanja.

Se podrán utilizar para ello arenas y gravas arenosas con un tamaño máximo de 20 mm, y gravas arenosas machacadas con un tamaño máximo de 11 mm.

Las gravas arenosas sólo serán adecuadas si además es posible obtener con ellas una buena compactación (el porcentaje de arenas mayor del 15%, tamaño máximo 20 mm y el coeficiente de uniformidad mayor o igual que 10).

Las gravas poco arenosas no serán consideradas como adecuadas.

### Camas de apoyo en terreno cohesivo

Solamente se podrá colocar directamente la conducción si el terreno es adecuado para conformar en él la cama, según lo indicado en el apartado anterior, y el material que se coloque confinado entre la tubería y el fondo sea asimismo adecuadamente compactado.

### Otros tipos de terrenos

La colocación en camas realizadas directamente en el terreno si éste tiene gravas gruesas o piedras, o no puede ser desmenuzado con la mano, o en el caso de rocas, no estará permitida.

La Dirección de Obra podrá admitir el apoyo de tuberías rígidas sobre camas realizadas en gravas gruesas tan sólo si el tamaño máximo de éstas no excede 1/5 del espesor mínimo de la cuna en el fondo de la tubería, y no es mayor que la mitad del espesor de la pared de la misma.

## Camas de apoyo en materiales de aportación

En aquellos casos que así lo indique el Proyecto, o cuando el fondo de la excavación no resulte adecuado para conseguir una cuna de apoyo directamente sobre él, previa autorización escrita de la Dirección de Obra, el fondo de la zanja deberá ser sobreexcavado para permitir ejecutar la cama de apoyo con materiales de aportación. Se distinguen los siguientes casos:

### Cama de apoyo con material granular

Las dimensiones de las camas de material granular serán las indicadas en los Planos de Proyecto.

Apoyos clase B y C

En las clases B y C las tuberías se apoyarán sobre una cama de material granular colocada en el fondo plano de la zanja. La cama de material granular tendrá el espesor mínimo indicado en los planos. En la clase B el material granular se extenderá hasta una altura igual a la mitad del diámetro exterior de la tubería.

En la clase C el material granular sólo se extenderá hasta una altura igual a un cuarto (1/4) del diámetro exterior de la tubería. En las clases B y C se empleará el material granular tipo A de acuerdo con las especificaciones del presente Pliego.

Las clases B y C sólo se aceptarán para apoyo de tuberías que tengan pendientes iguales o superiores al 1%.

### Camas de apoyo de hormigón

Si el suelo presente en el fondo de la excavación no es adecuado para la realización de camas de material granular, o posee una marcada pendiente, o existe la posibilidad de lavado de la arena por el agua freática o, por último, el subsuelo es muy compacto o roca, se realizarán camas de hormigón en masa o armado para asiento de las tuberías rígidas.

Las características del hormigón, armaduras y las dimensiones de las camas estarán especificadas en los Planos de Proyecto.

Como ya se ha indicado, para la instalación y alineamiento si se emplea cuna de hormigón, la tubería se apoyará provisionalmente en bloques prefabricados de hormigón cuyas características serán las que se especifican en el Capítulo 2 del presente Pliego.

Estos bloques no son de abono independiente y su costo se incluye en el de la tubería.

Estos bloques no se emplearán si la tubería va apoyada sobre un material granular.

La zanja se mantendrá drenada durante la fase de fraguado del hormigón y en determinados casos si el agua freática fuera potencialmente agresiva hasta que el hormigón haya endurecido.

Las cunas de hormigón no son adecuadas para las tuberías flexibles y caso de que por otras razones estructurales se hubiera dispuesto una losa de apoyo de hormigón, se colocará entre ésta y la tubería una capa intermedia de arena y grava fina con el espesor que se especifique en el Proyecto.

## Recubrimiento de Tuberías con Hormigón

Las conducciones podrán reforzarse con recubrimientos de hormigón si tuvieran que soportar cargas superiores a las de diseño de la propia tubería, evitar erosiones y/o descalces, si hubiera que proteger la tubería de agresividades externas o añadir peso para evitar su flotabilidad bajo el nivel freático.

Las características del hormigón y dimensiones de las secciones reforzadas vendrán indicadas en los planos del Proyecto y/o P.P.T.P.

Si el diámetro de la tubería es menor de 300 mm el recubrimiento mínimo de tierras sobre la misma será de 0,80 m.

Si el diámetro de la tubería es mayor o igual a 300 mm la altura de tierras mínima, medida sobre la clave de la tubería, deberá ser 1 m.

Caso de que no pudieran cumplirse tales condiciones, se deberá reforzar la tubería con un revestimiento de hormigón HM-20, de acuerdo con lo previsto en los planos.

En tuberías de diámetro interior superior a 600 mm, si la altura de tierras sobre el tubo está comprendida entre 0,50 m. y 1,00 m se deberán tener en cuenta los efectos de impacto en su dimensionamiento y no se podrá considerar la compensación debida a la compactación de los rellenos laterales de la zanja.

No se podrá utilizar cemento de fraguado rápido para revestimiento de P.V.C.

## Juntas de Hormigonado en Apoyos o Dados de Hormigón para Protección de Tuberías

Se dispondrán juntas de hormigonado en toda la sección de la cuna de apoyo o revestimiento, a distancias regulares, normales a la conducción y coincidentes con las uniones de tuberías, según lo indicado en los Planos del Proyecto e irán rellenas de un material compresible, cuyo espesor se define en el Capítulo II de este Pliego, en función de los diámetros del tubo.

## Montaje de tuberías

## Tolerancias admisibles en el montaje

En canalizaciones en presión, las máximas desviaciones admisibles respecto de las alineaciones de Proyecto no superarán los siguientes valores;

Planta: + 20 mm.
Elevación: + 50 mm.

En el caso de conducciones en lámina libre, las máximas desviaciones admisibles respecto a las alineaciones de Proyecto serán las siguientes:

| | N RASANTE | EN ALINEACION HORIZONTAL |
|---|---|---|
| EN TUBERIA EN ZANJA | + 20 mm. | + 20 mm. |
| EN TUNEL TERMINADO | + 10 mm. | + 20 mm. |

La rasante de un tramo de tubería estará comprendida entre 2 i y 0,5 i, siendo i la pendiente del colector prevista en el Proyecto.

No se admitirán tramos en contra pendiente.

La rasante del colector no podrá ser inferior a la de Proyecto en una longitud superior a 20 m.

## Condiciones Generales para el Montaje de Tuberías

Las tuberías, sus accesorios y material de juntas y, cuando sea aplicable, los revestimientos de protección interior o exterior, se inspeccionarán antes del descenso a la zanja para su instalación.

Los defectos, si existieran, deberán ser corregidos o rechazados los correspondientes elementos.

El descenso a la tubería se realizará con equipos de elevación adecuados y accesorios como cables, eslingas, balancines y elementos de suspensión que no puedan dañar a la conducción ni sus revestimientos.

Las partes de la tubería correspondientes a las juntas se mantendrán limpias y protegidas.

El empuje para el enchufe coaxial de los diferentes tramos deberá ser controlado, pudiendo utilizarse gatos mecánicos o hidráulicos, palancas manuales u otros dispositivos cuidando que durante la fase de empuje no se produzcan daños y que este se realice en la dirección del eje y de forma concéntrica con los tubos.

Se marcarán y medirán las longitudes de penetración en el enchufe para garantizar que las holguras especificadas se mantengan a efectos de dilatación y evitación de daños.

Cada tramo de tubería se medirá y comprobará en cuanto a su alineación, cotas de nivel de extremos y pendientes.

Las correcciones no podrán hacerse golpeando las tuberías y la Dirección de Obra rechazará todo tubo que haya sido golpeado.

Se adoptarán precauciones para evitar que las tierras puedan penetrar en la tubería por sus extremos libres. En el caso que alguno de dichos extremos o ramales vaya a quedar durante algún tiempo expuesto, pendiente de alguna conexión, se dispondrá un cierre provisional estanco al agua y asegurado para que no pueda ser retirado inadvertidamente.

Se seguirán también las instrucciones complementarias del fabricante de la tubería para su instalación.

Las juntas y conexiones de todo tipo deberán ser realizadas de forma adecuada y por personal experimentado.

Las conexiones de las tuberías a las estructuras, como pozos de registro, etc., deberán realizarse de forma articulada. La articulación se dispondrá, si fuera posible, en la pared de la estructura. En el caso de que esto no fuera posible, se realizará una doble articulación en cada lado de la obra de fábrica, mediante dos tuberías de pequeña longitud (1 m.).

Las conexiones de tuberías de materiales plásticos a estructuras de otro tipo de material, se realizarán mediante pasamuros.

La conexión directa de una tubería en otra deberá garantizar que:

La capacidad resistente de la tubería existente sigue siendo satisfactoria.
La tubería conectada no se proyecta más allá de la cara interior de la tubería a la que se conecta.
La conexión es estanca al agua.

Si alguno de estos requisitos no pudiera cumplirse, la tubería deberá ser reforzada en dicho tramo, o sustituido éste por una pieza especial, o se dispondrá una arqueta o pozo de registro.

El Contratista deberá facilitar todos los medios materiales y humanos, para el control y seguimiento de los posibles asientos diferenciales sufridos, tanto por las tuberías como por las obras de fábrica, considerándose incluidos dentro de los precios de proyecto los costos de tales operaciones.

Las juntas y conexiones de todo tipo deberán ser realizadas de forma adecuada y por personal experimentado. En el caso de tuberías soldadas por personal homologado en las posiciones de soldadura previstas

Si las tuberías se apoyan sobre material granular, éste se extenderá y compactará en toda la anchura de la zanja hasta alcanzar la densidad prevista en el Pliego de Condiciones Generales.

Seguidamente, se ejecutarán hoyos bajo las juntas de las tuberías para garantizar que cada tubería apoye uniformemente en toda su longitud, si estas juntas son de enchufe y campana.

Caso de que las tuberías vayan apoyadas sobre cunas de hormigón, se verterá, en primer lugar, sobre el fondo de la excavación una capa de hormigón de limpieza sobre la que posteriormente irán colocados y debidamente nivelados los bloques prefabricados de hormigón.

Una vez ejecutada la solera de material granular o colocados los bloques de hormigón para apoyo provisional de la tubería, se procederá a la colocación de los tubos, en sentido ascendente, cuidando su perfecta alineación y pendiente.

Si el proyecto prevé la ejecución de cuna de hormigón las tuberías, durante el montaje, se apoyarán únicamente en los bloques de hormigón de apoyo provisional de tubería, intercalando en la superficie de contacto una capa de tela asfáltica o material compresible.

En el caso de excavación en roca con explosivos, la solera de apoyo de las tuberías se apoyará sobre una capa de material granular con el fin de aminorar la transmisión de vibraciones producidas por los explosivos.

Los elementos de protección de las juntas de tuberías y complementos no serán retirados hasta que se hayan completado las operaciones de unión. Se comprobará muy especialmente, el perfecto estado de la superficie de las juntas. Así mismo se tomará especial cuidado en asegurar que el enchufe y campana de las tuberías que se unen estén limpios y libres de elementos extraños.

Después de colocada la tubería y ejecutada la cuna, se continuará el relleno de la zanja envolviendo a la tubería con material granular tipo A, el cual será extendido y compactado en toda la anchura de la zanja en capas que no superen los quince centímetros (15 cm.) hasta una altura que no sea menor de 30 cm. por encima de la generatriz exterior superior de la tubería.

El material a emplear será tal que permita su compactación con medios ligeros.

El material de esta zona no se podrá colocar con buldózer o similar ni se podrá dejar caer directamente sobre la tubería.

Una vez ejecutado el relleno con material tipo A, se ejecutará el resto del relleno de la zanja de acuerdo con lo previsto en el presente Pliego.

La retirada de la entibación se ajustará a la ejecución del relleno de la zanja.

No se permitirá el empleo de medios pesados de extendido y compactado en una altura de 1,30 m. por encima de la tubería de acuerdo con lo previsto en los planos.

### Especificaciones de montaje según tipo de tubería

### Montaje sobre camas de hormigón

Para la instalación y alineamiento de la tubería en planta y nivelación en alzado es recomendable, en caso de que esté previsto en Proyecto, hormigonar una primera capa como losa y montar la tubería sobre ella, o montar la tubería sobre bloques prefabricados de hormigón de las mismas características que el resto con la forma y superficie adecuada para no dañar a la tubería y al hormigón de limpieza o a la losa base de hormigón.

Una vez en posición la tubería se proseguirá el hormigonado hasta las cotas de proyecto.

Si las camas de hormigón estuvieran construidas con anterioridad al montaje de la tubería, este se colocará sobre una capa de mortero fresco intercalado, debiendo estar la superficie del hormigón adecuadamente conformado con la de la tubería para que una vez endurecido el mortero el apoyo sea uniforme en el ángulo previsto en el proyecto.

La zanja se mantendrá drenada durante la fase de fraguado del hormigón y en determinados casos si el agua freática fuera potencialmente agresiva hasta que el hormigón haya endurecido.

Las camas de hormigón no son adecuadas para las tuberías flexibles y caso de que por otras razones estructurales se hubiera dispuesto una losa de apoyo de hormigón, se colocará entre ésta y la tubería una capa intermedia de arena y grava fina con el espesor que se especifique en los planos de Proyecto.

### Conducciones de PVC

#### Ejecución de juntas encoladas

Las juntas encoladas en general no se admitirán para la realización de conducciones en zanjas, salvo autorización expresa de la D.O.

Se seguirán las indicaciones del fabricante, o en su defecto, las que a continuación se detallan.

Se limpiarán y lijarán cuidadosamente las partes a unir, humectándose a continuación con un disolvente adecuado.

Se aplicará el adhesivo con ayuda de una brocha, sin exceso, primero en la parte interior de la copa y después en la exterior del extremo del tubo a introducir. Se aplicará con movimientos longitudinales y uniformes evitando la formación de burbujas.

El ensamblaje se efectuará con movimiento longitudinal, evitándose movimientos de torsión, hasta la marca hecha previamente correspondiente a la longitud de embocadura.

Se eliminará con un trapo limpio el exceso de adhesivo acumulado en la parte exterior del tubo.

El tiempo transcurrido desde el comienzo de la aplicación del adhesivo y el ensamblaje será el menor posible.

Salvo indicación expresa del fabricante las canalizaciones encoladas no deberán ser manipuladas antes de que transcurra como mínimo una hora después del encolado.

#### Ejecución de juntas elásticas

Se seguirán las indicaciones del fabricante, o en su defecto, las que a continuación se detallan.

Se limpiarán las superficies a unir quitando rebabas y biselando el extremo macho, si no lo está ya.

Se marcará en el extremo macho la distancia de profundidad de penetración.

Se comprobará que el aro de goma está debidamente colocado en su alojamiento.

Se aplicará el lubricante recomendado por el fabricante sólo sobre el extremo macho.

Se alinearán los tubos evitando que el extremo macho se introduzca con ángulo oblicuo y se empujará dicho extremo hasta la marca de profundidad de penetración.

### Montaje y manipulación de tubos y piezas especiales

Siempre que sea posible se hará uso de piezas especiales procedentes de fábrica.

Si fuera necesario la manipulación del tubo en obra se hará calentándose con ayuda de soplete o de llama de gas blanda. El calentamiento se hará de manera suave y regular moviendo constantemente la llama y girando el tubo.

En ningún caso se deberá detener el fuego sobre un punto del tubo.

Se evitará el tendido de tubos al borde de la zanja durante largos períodos de tiempo.

La tubería se colocará en la zanja depositando los tubos, sin dejarlos caer, con un ligero serpenteo.

El rellenado y compactado de las tierras para la cubrición de las zanjas no debe realizarse antes de dos horas después de haber finalizado las operaciones de encolado.

En cualquier caso, las juntas se dejarán al aire para comprobar su estanqueidad en las pruebas.

### Conducciones de fundición

El Contratista comprobará que no hay previamente cuerpos extraños (tierra, piedra, trapos...) en el interior de los tubos.

Los tubos se colocarán en el fondo de la zanja sin dejarlos caer.

Durante el transcurso de la colocación, se verificará regularmente la alineación y nivelación de los tubos.

En caso de que fuese necesario calzar los tubos para alinearlos, se utilizará arena, nunca piedras.

Las juntas se montarán con los tubos bien alineados. Si hay que seguir una curva, se dará la curvatura después del montaje de cada junta, teniendo cuidado de no sobrepasar las desviaciones angulares autorizadas para las diferentes juntas.

Todas las operaciones de colocación deben realizarse en orden y con método, teniendo cuidado de no estropear los revestimientos y procurando salvaguardar la limpieza de las piezas (en especial el enchufe-extremo liso).

No se podrá montar con la máquina. Se usará Tractel.

### Protección con manga de polietileno

La protección de las canalizaciones en fundición dúctil con manga de polietileno se realizará cuando los terrenos atravesados son particularmente corrosivos y así lo determine la Dirección de Obra.

La manga se ajustará a la tubería recogiéndose el excedente en forma de pliegues y situándolo en la parte superior de la canalización, cuyo extremo estará dirigido hacia abajo.

Los dos extremos de la manga se fijan cerca del enchufe, por una parte, y del extremo liso por la otra, con una tira de plástico adhesivo a caballo sobre la caña y la manga PE.

Para evitar el deslizamiento del pliegue se realizarán unos atados en puntos equidistantes, por medio de ligaduras.

Se tomarán todas las medidas necesarias para evitar deteriorar la manga durante las operaciones de colocación. Cualquier daño de la manga durante las operaciones de colocación será objeto de una reparación cuidadosa (con tira adhesiva o, si fuese necesario, con un trozo de manga aplicada lo más estrechamente posible, y fijada con tira adhesiva sobre la primera).

La colocación de la manga en las cañas se realizará fuera de la excavación. Las uniones de la manga de caña con el tubo, por una parte, y sujeción del pliegue de la manga por otra se llevarán a cabo, de esta forma, en las mejores condiciones.

Las uniones de la manga de caña con el tubo se harán en cada extremo de éste, es decir, a cada lado de la junta, límites de la aplicación de la manga. Estas uniones crean, así, discontinuidades que bloquean una eventual circulación del electrolito entre la zona de junta, y la de un daño accidental en la manga de la caña.

Se utilizan tiras adhesivas para realizar las uniones entre mangas y entre la canalización de fundición y la manga.

Se utilizarán ligaduras intermedias para mantener la manga sobre el tubo y evitar que ésta se rompa al rellenar la zanja.

Las ligaduras se realizan mediante un alambre de acero, recocido galvanizado y plastificado -alma de 16/10 y diámetro exterior 24/10- o hilo eléctrico de cobre de sección equivalente, pudiendo también realizarse mediante una cinta de plástico con hebilla de atado, asimismo, en plástico.

## Conducciones de polietileno

### Ejecución de juntas

La unión de tubos se podrá hacer por medio de accesorios o bien por medio de soldadura a tope.

En el caso de utilizar este último método se cuidará la correcta alineación de los extremos de los tubos, la temperatura exacta de calentamiento, las presiones correctas tanto en el calentamiento como en la

soldadura y el enfriamiento de la unión antes de ser aflojada la presión, siguiendo en todos estos puntos las indicaciones del fabricante.

### Tendido de la tubería

En caso de ser instalada en zanja, ésta podrá ser tan estrecha como sea posible, puesto que todos los trabajos de conexión se realizarán fuera de la misma.

El tubo descansará siempre sobre un lecho de arena o tierra cribada sin cascotes ni piedras con bordes agudos. El espesor mínimo de este lecho será de 5 cm.

El desenrollado de la tubería se hará tangencialmente del rollo, rodándolo sobre sí mismo, no se hará jamás en espiral.

Durante la operación de desenrollado y tendido, se evitará que la tubería se deteriore por piedras, trozos de cristal, etc.

Se tenderá la tubería en el interior de la zanja en forma serpenteante.

En los cambios de dirección de la instalación se respetarán los radios mínimos de curvatura, que deberán ser los indicados por el fabricante.

La tubería no se doblará en ningún caso.

En las instalaciones aéreas se utilizarán bridas que no tengan cantos que puedan dañar la superficie del tubo. En los tramos horizontales se colocarán las bridas a una distancia de 15 a 20 veces el diámetro exterior de la tubería.

En los cambios de dirección la tubería deberá poder dilatar y contraer libremente.

## Medición y abono de tuberías

### Consideraciones generales

Salvo indicación contraria en apartado específico del presente artículo, las tuberías se medirán por los metros de longitud (ml) medidos en zanja de su generatriz inferior, descontando las longitudes debidas a arquetas, pozos de registro, aliviaderos… A dicha medición se le aplicará el precio unitario correspondiente según la clase, diámetro (y presión en el caso de abastecimiento) del tubo.

El importe resultante comprende el suministro de los tubos, transportes, cargas y descargas, transportes internos en obra, acopio provisional en lugar distinto al de montaje, montaje, alineación y nivelación, maquinaria, medios auxiliares, preparación de juntas, posibles soldaduras, recibido interior y exterior de juntas, preparación de las superficies de asiento, colocación de los tubos, ejecución de las juntas, piezas especiales y empalmes con arquetas, pozos de registro u otras tuberías, junto con los ensayos , ensayos (destructivos o no) y pruebas en fábrica e in situ de la tubería.

El material de asiento o solera de hormigón, la excavación y el recubrimiento de hormigón, de ejecutarse, serán de abono independiente.

Las piezas especiales, excepcionalmente y si así constara en el P.P.T.P. o Cuadros de Precios, se medirán por unidades (Ud.) y se abonarán a su correspondiente precio. Las piezas rectas y cortas no se considerarán como piezas especiales.

### Tuberías de acero

Las tuberías de acero se abonarán por kilogramos (kg.) de acero, medido sobre plano y con los pesos teóricos indicadas en los catálogos siderúrgicos.

Antes de encargar la tubería, el Contratista consultará a la Dirección sobre el espesor a elegir. Si no se cumple este requisito previo, el espesor a abonar será a discreción de la Dirección de Obra.

Se incluye en el precio el suministro de los aceros, elaboración en taller, ejecución de desviaciones, carga, transporte, descarga y movimientos interiores, montaje, alineación y nivelación, uniones soldadas en obra y todos los trabajos de acabado, limpieza y granallado del acero, recubrimiento electrostático de imprimación, epoxi en polvo, revestimiento adhesivo y aplicación de revestimiento de P.E. incluso maquinaria, medios auxiliares, mecánica y personal necesario para su ejecución.

En los precios irán incluidos los sobreespesores por exceso de laminación y los cordones de soldadura.

Se encuentran también incluidos en los precios los cortes de los ensayos mecánicos, de composición química, controles por líquidos penetrantes y radiografías, etc. de acuerdo con las condiciones exigidas en este Pliego. Todos los gastos de inspección y/o ensayos no destructivos serán de cuenta del Contratista.

Las piezas rectas, de tubería de acero, incluso derivaciones, se abonarán por Kilogramo (kg.) que incluye la pintura interior y exterior

Las piezas especiales en tuberías de acero para conexiones, reducciones, codos, etc... se abonarán por kilogramo (kg.) que incluye la pintura interior y exterior.

A efectos de medición se entiende por tubo recto el que se coloca en obra con su longitud comercial.

Las bridas de acero para unión de tuberías y mecanismos, se abonarán por kilogramos (kg.) que incluye la pintura, tornillería y juntas.

### Tuberías de PVC, polietileno y polipropileno

Se consideran incluidos dentro de los precios el suministro, pruebas e inspección en fábrica, el transporte, cargas, descargas, transportes internos en obra, el acopio provisional en lugar distinto al de montaje, medios auxiliares, preparación, cortes y montaje de juntas independientemente del tipo, alineación y nivelación o inspección, pruebas y ensayos con la tubería instalada.

La tubería se abonará por metros lineales (ml.) medidos en zanja, según diámetro y presión.

Las piezas especiales se abonarán por unidades (ud.) realmente instaladas en obra, según diámetro, presión y tipo.

En el caso de ejecutar uniones que necesiten manguitos electrosoldables el precio del manguito necesario para la soldadura estará repercutido en el ml de tubería, no siendo por objeto de abono independiente.

### 3.6.6. Pruebas de tuberías instaladas

#### Generalidades

Inicialmente la Dirección de Obra podrá hacer en fábrica cuantas pruebas estime oportunas y posteriormente, y a medida que avance el montaje de la tubería, se precederá a las pruebas parciales diferenciando si la red está diseñada para su funcionamiento en impulsión o en gravedad.

Una vez instalada la tubería se realizarán las siguientes comprobaciones o pruebas:

Inspección visual o por TV
Controles de alineación y nivelación
Controles dimensionales de los elementos ejecutados "in situ": pozos de registro, conexiones a estas incorporaciones, clausura de ramales y aliviaderos.
Comprobación de la presión interior de las tuberías en el caso de redes de impulsión
Comprobación de la estanquidad de tuberías dimensionales de los elementos ejecutados "in situ": pozos de registro, conexiones a estas incorporaciones, clausura de ramales y aliviaderos.

Antes de iniciar las pruebas, el Contratista tomará las medidas adecuadas para garantizar la inmovilidad de la tubería.

Los equipos necesarios para la realización de las pruebas deberán estar a disposición del Contratista desde el mismo momento en que se inicie la instalación de la tubería, a fin de evitar retrasos en la ejecución de las referidas pruebas. Todos los equipos deberán estar convenientemente probados y tarados sus medidores, manómetros, etc.

El Contratista proporcionará todos los elementos necesarios para efectuar éstas, así como el personal necesario. La Dirección de Obra podrá suministrar manómetros o equipos medidores si lo estima conveniente o comprobar los suministrados por el Contratista.

Las prestaciones del Contratista descritas en el párrafo anterior comprenderán todas las operaciones necesarias para que la Dirección de Obra pueda llevar a cabo las medidas de presión o de caudal correspondiente.

Los trabajos y prestaciones que realice el Contratista para la realización de las pruebas, no serán objeto de abono independiente, ya que se consideran incluidos en el precio de la tubería.

Así mismo, el Contratista deberá suministrar todos los medios humanos y materiales para el control y seguimiento de los posibles asientos diferenciales que pueda experimentar la tubería y obras de fábrica después de su ejecución.

Descripción de los controles a realizar en función del régimen de funcionamiento de la conducción.

Se realizarán pruebas en dos (2) períodos diferentes:

Antes de rellenar la zanja para todas las redes (impulsión y gravedad)

La prueba se efectuará:

Una vez montada y limpia la tubería y antes de la ejecución del relleno y/o de la cama de apoyo de hormigón, si así se especifica por la Dirección de Obra.

La longitud del tramo a probar estará comprendida entre 50 y 100 ml.

La prueba comprenderá alguno de los siguientes ensayos:

Inspección visual: Los aspectos a inspeccionar y de cuyo estado se dejará constancia en las actas de inspección serán:

Estado de las superficies y protecciones

Estado de las cunas de asentamiento de las tuberías

Estado de las juntas y conexiones

Daños aparentes

Revestimientos y acabados

Tapas de registro, pates, etc.

Control dimensional así como alineación y rasantes. Mediante los medios adecuados se comprobará que la colocación de la conducción se encuentra dentro de las tolerancias mencionadas. En el apartado 0 se definen las tolerancias admisibles.

Si no lo estuviera, se procederá a su corrección.

Control direccional de los elementos ejecutados "in situ": Se comprobará que los paramentos de arquetas, alturas libres y en general las dimensiones acotadas en los planos se encuentran dentro de las tolerancias correspondientes.

Asimismo, y para las tuberías flexibles, que el cambio en la dimensión vertical no excede del límite de deformación a corta duración, salvo ligeras desviaciones en puntos aislados.

Exfiltración mediante agua o aire a presión, ya sea los tubos instalados en presión o sin presión.

Los defectos que se detecten serán corregidos a su costa por el Contratista con métodos aprobados por Dirección de Obra.

Relleno de las zanjas con las juntas vistas (Tuberías en impulsión)

Una vez montada y limpia la tubería, hormigonada la cama de apoyo y rellenada la tubería excepto las juntas, para redes exclusivamente a presión, se realizarán las siguientes pruebas:

- Prueba de presión interior (Exfiltración). A medida que avance el montaje de la tubería se procederá a pruebas parciales de presión interior por tramos de longitud fijada por la Dirección de Obra. Se seguirá el procedimiento desarrollado en el punto 0.
- Inspección visual.

Después de rellenar la zanja (Tuberías en lámina libre)

La prueba se efectuará una vez montada y limpia la tubería, hormigonada la cama de apoyo y rellenada la zanja. La longitud del tramo a probar será menor de 300 m.

La inspección comprenderá los siguientes apartados:

- Inspección visual o por T.V.
- Infiltración.
- Estanqueidad (Exfiltración). Se seguirá el procedimiento desarrollado en el apartado 0 (Método LD) Se realizará preferentemente el método LD del procedimiento de la UNE- EN 1.610, para utilizar el método W de la misma norma se exigirá la autorización del director de Obra.

Criterios para la elección del tipo de prueba.

Para la elección del tipo de prueba se tendrá en cuenta los siguientes parámetros:

Diámetro de la tubería
Posición del Nivel Freático
Facilidad para conseguir agua
Disponibilidad de equipos para realizar la prueba con aire a presión.

Pruebas en función del diámetro de la tubería.

Tuberías de diámetro menor o igual a 100 cm.
Antes de rellenar la zanja:
Inspección visual.
Exfiltración con agua o aire a presión, ya sea los tubos instalados en presión o sin presión.
Después de rellenar la zanja:
Inspección por T.V.
Infiltración
Tuberías de diámetro mayor de 100 cm.
Antes de rellenar la zanja:
Inspección visual
Exfiltración para tuberías en presión.
Después de rellenar la zanja
Inspección visual con registro con T.V

Infiltración.

Tuberías especiales

En zonas con posible intrusión de agua salina, se colocarán tuberías de baja presión (convencional de saneamiento con tipo de junta de máxima calidad).

Las pruebas a realizar serán las exigidas para este tipo de tubería con tolerancias de infiltración que podrán ser más estrictas si así lo determina el P.P.T.P.

Conducción en túnel

Inspección visual

Prueba de infiltraciones

### Especificaciones de las pruebas

### Generales

El Contratista notificará a la Dirección de Obra con un (1) día de antelación la fecha de la realización de las pruebas.

En caso de efectuar las pruebas con aire o agua a presión, una vez montada la tubería, se dejará ésta sin hormigonar (en caso necesario) y la zanja sin rellenar.

Antes de realizar las pruebas con presión de aire o agua se verificará la adecuada colocación de los tubos y se realizarán todos los anclajes necesarios.

Las pruebas de tubería en obra se ejecutarán de acuerdo con la norma ASTM C 497 (Standard Methods of Testing Concrete Pipe, Section or Tile).

### Comprobación de alineaciones y rasantes

Una vez colocada la tubería y la cuna de apoyo de la misma, se realizará un control previo para asegurar que se encuentra en la posición correcta, mediante el empleo de niveles o aparatos láser.

Si las alineaciones o rasantes de las tuberías no estuvieran dentro de las tolerancias admisibles se procederá a su corrección.

### Prueba de la tubería instalada en tuberías a presión.

Una vez finalizada la instalación de la tubería, toda ella deberá ser sometida a las oportunas pruebas de la tubería instalada, previo a la Recepción, basadas en la metodología recogida en la norma UNE-EN 805:2000.

La presión de prueba (STP) se calculará a partir de la presión máxima de diseño (MDP), de forma que, dependiendo de que el golpe de ariete se haya calculado en detalle, o únicamente se haya estimado, el valor de STP será (todos los valores en N/mm2):

Golpe de ariete calculado en detalle:

STP = MDP + 0,1

Golpe de ariete estimado: El menor valor de:

STP = MDP + 0,5

STP = 1,5 x MDP

En los casos de impulsiones y grandes conducciones, debe siempre haberse calculado en detalle el valor del golpe de ariete (hipótesis a). Sólo el caso de los ramales de las redes de distribución, en los que, debido a la abundancia de mecanismos de cierre, acometidas, etc., es difícil calcular con detalle el golpe de ariete en la hipótesis pésima de funcionamiento, es una de las situaciones en las que su valor puede ser "estimado" (hipótesis b).

Metodología general:

A medida que avance el montaje de la tubería ésta debe ser probada por tramos, con la longitud fijada en el Proyecto o por la DO, los cuales deben ser de iguales características (materiales, diámetros, espesores, etc.). Los extremos del tramo en prueba deben cerrarse convenientemente con piezas "ad hoc", las cuales han de apuntalarse para evitar deslizamientos de las mismas o fugas de agua, y que deben ser, cuando así se requiera, fácilmente desmontables para poder continuar la colocación de la tubería.

Las longitudes de estos tramos dependen, como se ha indicado, de las características particulares de cada uno de ellos, debiendo seleccionarse de modo que:

la presión de prueba pueda aplicarse al punto más bajo de cada tramo en prueba

pueda aplicarse una presión de al menos igual a MDP en el punto más alto de cada uno de ellos

pueda suministrarse y evacuarse sin dificultad la cantidad de agua necesaria para la prueba

la diferencia de presión entre el punto de rasante más baja y más alta no exceda del 10% de STP

en la medida de lo posible, sus extremos coincidan con válvulas de paso de la tubería con todo ello, unas longitudes razonables para los tramos pueden oscilar entre 500 y 1.000 o incluso 2000 metros.

Antes de empezar la Prueba deben estar colocados en su posición definitiva todos los tubos, las piezas especiales, las válvulas y demás elementos de la tubería, debiendo comprobarse que las válvulas existentes en el tramo a ensayar se encuentran abiertas y que las piezas especiales están ancladas y las obras de fábricas con la resistencia debida.

Cuando la tubería se disponga enterrada, la zanja debe estar parcialmente rellena, dejando las uniones descubiertas. Asimismo, debe comprobarse que el interior de la conducción está libre de escombros, raíces o de cualquier otra materia extraña.

La bomba para introducir la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en este último caso debe estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión. Va colocada en el punto más bajo de la tubería que se vaya a ensayar y debe estar provista, al menos, de un manómetro, el cual debe tener una precisión no inferior de 0,02 N/mm2. La medición del volumen de agua, por su parte, debe realizarse con una precisión no menor de 1 litro.

Cuando en situaciones excepcionales en las que la escasez de agua u otras causas hagan difícil el llenado de la tubería durante el montaje, es razonable admitir la realización de la prueba de la tubería instalada por otros medios distintos a los descritos en el presente epígrafe, siempre que se garantice un control de calidad equivalente.

En cualquier caso, pero especialmente en los de altas presiones, durante la realización de la prueba de la tubería instalada, deben tomarse las medidas de seguridad necesarias para que en caso de fallo de la tubería no se produzcan daños a las personas y que los materiales sean los mínimos posibles. A estos efectos debe ponerse en conocimiento del personal que pudiera ser afectado que se está realizando una prueba, no debiendo permitirse el acceso al tramo que se esté ensayando, ni trabajar en tajos cercanos.

En este sentido, los manómetros deben ser colocados de forma tal que sean legibles desde el exterior de la zanja.

De acuerdo con todo lo anterior, la Prueba, que es única, consta, en general, de las dos etapas siguientes: etapa preliminar y etapa principal.

Etapa preliminar:

Se comienza por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la Prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo hacia arriba. Debe procurarse dar entrada al agua por la parte baja del tramo en prueba, para así facilitar la salida del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se debería hacer aún más lentamente, para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto es conveniente colocar un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo objeto de la prueba se encuentra comunicado de la forma debida. La tubería, una vez llena de agua, se debe mantener en esta situación al menos 24 horas.

El objeto de esta etapa preliminar es que la tubería se estabilice, alcanzando un estado similar al de servicio, a fin de que durante la posterior etapa principal los fenómenos de adaptación de la tubería, propios de una primera puesta en carga, no sean significativos en los resultados de la Prueba. Como fenómenos de adaptación más característicos de una primera puesta en carga, pueden destacarse los siguientes:

Movimientos de recolocación en uniones, piezas especiales, anclajes, válvulas y demás elementos

Expulsión del aire de los huecos y alojamientos en las uniones y en general en toda la tubería
Saturación de la tubería, en los casos de materiales absorbentes (hormigón)
Deformación de los tubos, particularmente en el caso de que éstos sean flexibles

La recomendación de mantener llena de agua la tubería 24 horas, es particularmente importante en el caso de las tuberías que puedan absorber cierta cantidad de agua, como son las de hormigón. A continuación, se aumente la presión hidráulica de forma constante y gradual hasta alcanzar un valor comprendido entre STP y MDP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm2 por minuto.

Esta presión debe mantenerse entre dichos límites durante un tiempo razonable (que lo debería fijar el Proyecto correspondiente o la DO a la vista de las circunstancias particulares de cada caso) para lograr los objetivos de esta etapa preliminar, para lo cual, si es necesario, habrá que suministrar, bombeando, cantidades adicionales de agua. Durante este período de tiempo no debe de haber pérdidas apreciables de agua, ni movimientos aparentes de la tubería. Caso contrario, debería de procederse a la despresurización de la misma, a la reparación de los fallos que haya lugar y a la repetición del ensayo.

La fijación de la duración de esta etapa preliminar es fundamental para el buen desarrollo de la posterior etapa principal. Deberá ser tal que logre por completo la estabilización de la tubería a que antes se hacía referencia y dependerá de numerosos factores, como, por ejemplo, el tipo de tubo de que se trate, el diámetro, las condiciones de la instalación, la naturaleza de las uniones, la climatología, etc.

De todo ello es especialmente importante la tipología de la tubería, ya que aquellos tubos susceptibles de absorber cantidades importantes de agua, y especialmente en el caso de altas temperaturas ambiente, son los que requieren que esta etapa tenga una duración importante que logre mitigar el efecto de dicha absorción.

La duración de esta etapa preliminar, basándose en los ensayos realizados por el CEDEX al respecto durante el año 1996, para tubos metálicos y de materiales plásticos (PVC-U, PE y PRFV) deberá ser de una hora o dos horas, por otra parte, en el caso de tratarse de tubos de hormigón y de fibrocemento la duración de la etapa preliminar deberá ser de 24 o incluso 48 horas.

Es, por tanto, muy recomendable el consultar a los respectivos fabricantes sobre la duración deseable de esta etapa en cada una de las tipologías.

Etapa principal o de puesta en carga

Una vez superada la etapa preliminar, la presión hidráulica interior se aumenta de nuevo de forma constante y gradual hasta alcanzar el valor de STP, de forma que el incremento de presión no supere 0,1 N/mm2 por minuto. Una vez alcanzado dicho valor, se desconecta el sistema de bombeo, no admitiéndose la entrada de agua durante, al menos, una hora. Al final de este período al medir mediante manómetro el descenso de presión habido durante dicho intervalo, éste debe ser inferior a los siguientes valores:

0,02 N/mm2 para tubos de fundición, acero, hormigón con camisa de chapa, PVC-U, PRFV y PE, en su caso.

0,04 N/mm2 para tubos de hormigón sin camisa de chapa y fibrocemento

A continuación, se eleva la presión en la tubería hasta alcanzar de nuevo el valor de STP suministrando para ello cantidades adicionales de agua y midiendo el volumen final suministrado, debiendo ser este inferior al valor dado por la expresión siguiente:

$$\Delta \mathrm{Vmax} = 1{,}2 \times \mathrm{V} \times \Delta \mathrm{p} \times \left[ \frac{1}{\mathrm{Ew}} + \frac{ID}{e \times E} \right]$$

ΔVmax pérdida admisible, en litros.

V volumen del tramo de tubería en prueba, en litros

Δp caída admisible de presión durante la prueba, en N/mm2, cuyos valores son:

- 0,02 N/mm2 tubos de fundición, acero, hormigón con camisa de chapa, PVC-U, PRFV y, en su caso, PE.

- 0,04 N/mm2 tubos de hormigón sin camisa de chapa y fibrocemento

Ew módulo de compresibilidad del agua, en N/mm2

E módulo de elasticidad del material del tubo, en N/mm2.

ID diámetro interior del tubo, en mm.

e espesor nominal del tubo, en mm.

1,2 factor de corrección que, entre otros aspectos, tiene en cuenta el efecto del aire residual existente en la tubería.

El módulo de compresibilidad del agua (Ew) y unos valores razonables para los valores del módulo de elasticidad del material de la tubería (ET) son los siguientes:

Ew: 2,10x103N/mm2

ET: fundición 1,70x105 N/mm2

acero 2,10x105 N/mm2

hormigón 2,00x104N/mm2-4,00x104 N/mm2

PVC-U 3.600N/mm2

| | |
|---|---|
| PE | 200-1.000N/mm2 |
| PRFV | 1,00x104N/mm2-3,90x104N/mm2 |

Cuando, durante la realización de esta etapa principal o de puesta en carga, el descenso de presión y/o las pérdidas de agua sean superiores a los valores admisibles antes indicados, se deben corregir los defectos observados (repasando las uniones que pierdan agua, cambiando, si es preciso, algún tubo o pieza especial) para así proceder a repetir esta etapa principal hasta superarla con éxito.

En determinadas situaciones, tales como los ramales de las redes de distribución de pequeño diámetro o escasa longitud, puede admitirse que en esta etapa principal se realice únicamente la comprobación de que el descenso de presión producido durante la misma es inferior a los valores admisibles antes indicados.

## Prueba de la tubería instalada en tubos sin presión.

La prueba de estanquidad de tuberías, según la norma UNE-EN 1610, deberá ser realizada con aire, método LD. En el método LD, el número de correcciones y re-ensayos siguientes a un fallo no estará restringido. En el caso de un fallo aislado o continuo en la prueba de aire, se permitirá recurrir a la prueba de agua (método W) y el resultado de la misma por sí sola podrá ser decisivo.

Si el nivel freático está por encima de la generatriz superior de la tubería durante la prueba, podrá aplicarse una prueba de infiltración con una especificación individual.

La prueba inicial puede ser realizada antes de la colocación del relleno lateral. Para la aceptación final, la canalización deberá ser ensayada después del relleno y de la retirada de la entibación.

Prueba con Aire (Método LD)

Los tiempos de prueba de tuberías se ofrecen en la siguiente tabla en función del diámetro de la tubería. Para evitar errores producidos por el equipo de prueba se deberán utilizar conexiones herméticas apropiadas. Se requiere especial cuidado durante la prueba de grandes diámetros por razones de seguridad.

La presión inicial será un 10% superior a la presión de prueba requerida, y deberá ser inicialmente introducida durante aproximadamente 5 min. La presión deberá ajustarse a la de prueba mostrada en la tabla siguiente. Si la caída de presión medida después del tiempo de prueba es menor que el ?p dado en la tabla siguiente, entonces la tubería cumple.

El equipo empleado para la medición de la caída de presión deberá permitir una medida con una precisión del 10% del incremento de presión. La precisión de la medida del tiempo deberá ser de 5s. En los casos en que el diámetro de la tubería exceda de 1.000 mm, el Director aprobará el método a realizar la prueba de estanqueidad a propuesta del contratista.

Método LD: Presión de prueba, indicador de presión en función del diámetro de la tubería.

| Material | $Po$ * | Δp | Tiempo de Prueba (min.) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mbar (kPa) | | DN 100 | DN 200 | DN 300 | DN 400 | DN 600 | DN 800 | DN 1000 |
| Tubería de Hormigón Seca | 200 (20) | 15 (1,5) | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Valores de kp** | | | 0,058 | 0,058 | 0,053 | 0,040 | 0,0267 | 0,020 | 0,016 |
| Tubería de Hormigón y de Otros Materiales, mojada | 200 (20) | 15 (1,5) | 1,5 | 1,5 | 2, | 2,5 | 4 | 5 | 7 |
| Valores de kp** | | | 0,058 | 0,058 | 0,040 | 0,030 | 0,020 | 0,015 | 0,012 |

* Presiones relativas a la atmosférica.

** $$t = \frac{1}{Kp} \times \ln \frac{Po}{Po - \Delta p}$$

Para tuberías de hormigón secas, $Kp = \frac{16}{DN}$, con un máximo de 0,058.

Para tubería de hormigón mojadas y de otros materiales, $Kp = \frac{12}{DN}$, con un máximo de 0,058.

Siendo $t$ el tiempo de prueba, en minutos, redondeado al medio minuto más próximo cuando $t \leq 5\min$ y al minuto más próximo cuando $t > 5\min$.

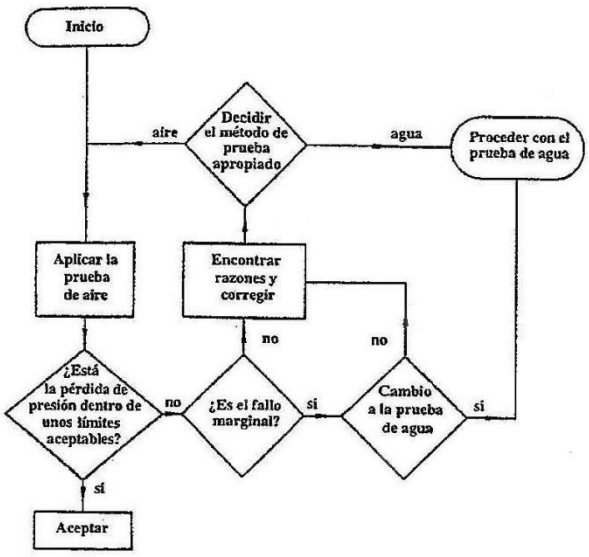



Diagrama del método L

Prueba con Agua (Método W)

La presión de prueba es la presión equivalente o resultante de llenar la sección de prueba hasta el nivel del terreno de registro aguas arriba o aguas abajo, según sea apropiado, con una presión máxima de 50 kPa y una mínima de 10 kPa medida en la parte superior del tubo.

Pruebas de presión de valores mayores se especifican en tuberías que deban operar bajo sobrecargas permanentes o temporales (véase el apartado anterior en que se especifican las pruebas de la tubería instalada en tubos a presión).

Después de que las tuberías estén llenas y la presión de prueba esté aplicada, se necesitará un tiempo de acondicionamiento. Será suficiente por norma general 1 hora. En caso de condiciones climáticas secas y en el caso de probar tubos de hormigón se necesitará un periodo de acondicionamiento más largo.

Una vez superado el tiempo de acondicionamiento se realizará la prueba durante 30 ± 1 min. La presión, durante la realización de la prueba se deberá mantener dentro del margen de 1kPa alrededor de la presión de prueba definida anteriormente mediante la adicción de agua.

La cantidad total de agua añadida durante la prueba para mantener este requerimiento debe ser medida y anotada.

Los requerimientos de la prueba se cumplirán si la cantidad de agua añadida no es mayor de 0,15 l/m² durante 30 minutos, siendo los m² referidos la superficie interna mojada.

En el caso de realizar las pruebas a los registros y a los pozos de inspección, la prueba será satisfactoria si se cumple que la cantidad de agua añadida no es mayor que 0,40 l/m² durante 30 minutos.

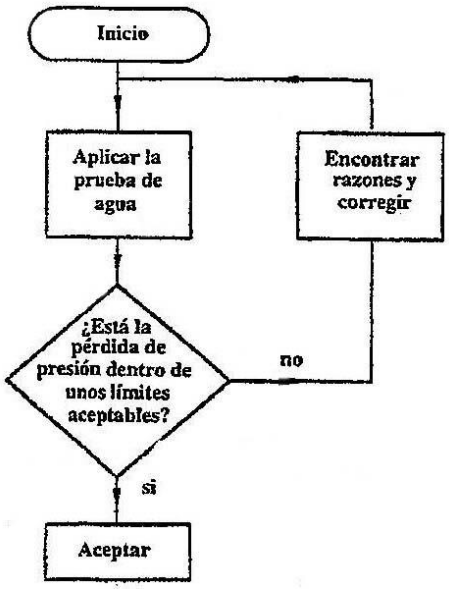



Diagrama del método W

## Prueba de infiltración.

En el tramo de prueba se incluyen los pozos de registro.

Antes de comenzar la prueba se cerrarán todas las entradas de agua en el tramo.

Se aforará el volumen de infiltración en 30 minutos, siendo el valor máximo admisible:

donde:

V = Volumen de aportación en litros por metro.

Dm. = Diámetro nominal de la conducción en metros.

L = Longitud de la conducción en metros.

h = Altura media de la columna de agua por metro (nivel freático)

A = Volumen de infiltración admisible por metro lineal de tubería y metro de diámetro definido en ese apartado en función de los tipos y diámetros de tubería.

En caso de entrada de agua detectada por inspección visual o por T.V., el Contratista llevará a cabo las reparaciones oportunas, incluso en el caso de que el tramo hubiese superado la prueba de infiltración.

## Control de adecuación al Proyecto

Antes de iniciarse el relleno y después de la finalización de las obras del colector debe procederse a la realización de las pruebas de:

Control de alineación y rasantes.
Control de los elementos terminados.
Inspección visual o por T.V.

Tubería

Nivelación de la rasante de la tubería y de los pozos de registro.
Posición en planta y cota.
Alineaciones.
Ejecución ajustada a los planos de proyecto.
Daños. Existencia de fisuras, no siendo aceptables las tuberías que presenten fisuras de anchura mayor de 0,1 milímetros.
Deformación de tubos flexibles mediante control visual y medición
Unión con los pozos de registro.
Cierre de derivaciones.
Conexiones debidamente ejecutadas.
Juntas.

Revestimientos, capas protectoras y superficies pintadas.
Existencia de residuos u obstrucciones.

Pozos de registro y Aliviaderos

Estanqueidad.
Forma de la media caña.
Pates.
Cubiertas, marcos, tapas.
Alineación y cota.
Accesorios interiores.
Aberturas de limpieza.
Abertura de entrada.
Revestimientos, capas protectoras y superficies pintadas.
Ausencia de aristas vivas en su interior.
Separadores de encofrado cortados y sellados con mortero de cemento, tal como se establece en el apartado 3.12. del presente Pliego.

### Prueba de Deformación.

La variación vertical del diámetro de tubos flexibles no puede superar el valor de la deformación a corto plazo justificado en el cálculo mecánico (valor máximo del 4% para PVC rígido, según DIN 19534, y para polietileno rígido según DIN 19537), pudiéndose superar el límite ligeramente en puntos localizados.

El acortamiento vertical del diámetro de la tubería es una medida de la calidad de la ejecución de la cuna de apoyo y del recubrimiento. El valor admisible a corto plazo, tiene en cuenta las condiciones particulares de la instalación, así como el valor límite del 6% para la deformación admisible a largo plazo, después de 50 años, y en tubos de PVC rígido según DIN 19534, y polietileno rígido según DIN 19537, este tiene en cuenta además un margen de seguridad suficiente frente a rotura por agotamiento.

### Notas Complementarias.

La presión de prueba en los ensayos definidos en los apartados anteriores será la propia de cada caso, salvo en aquellos casos en que la carga de agua que gravita sobre la tubería, ya sea debida al nivel freático o a la marea, supere dicha presión, en cuyo caso, la presión de prueba a adoptar será la correspondiente a la carga de agua que realmente actuará sobre la tubería.

En zonas en que sea previsible la infiltración de agua salada, la Dirección de Obra podrá sustituir la tubería de saneamiento por tuberías convencionales de abastecimiento de baja presión. En este caso, los hormigones de la tubería cumplirán las condiciones previstas en este Pliego, debiéndose cumplir así mismo, las condiciones de espesor de hormigón de sacrificio y alcalinidad.

La Dirección de Obra podrá cambiar las clases de tubería previstas en el Proyecto en cuyo caso se abonarán de acuerdo con la clase realmente colocada en obra.

### 3.6.7. Desinfección de tuberías

Se realizará una limpieza de la tubería instalada y, en el caso de su uso para abastecimiento, la desinfección del tramo afectado de tuberías.

#### Limpieza y lavado de Tuberías

La operación de limpieza consiste básicamente en eliminar todos los objetos extraños que pudieran haber quedado en el interior (como piedras, tierra, arenas, maderas, etc.), y que pueden afectar a la potabilidad del agua o a la capacidad de transporte por la tubería.

*Durante el montaje* de la tubería, y con el fin de simplificar las tareas de limpieza posteriores, habrá que:

Comprobar que los tubos y piezas están limpios al montarlos.

Tapar todos los extremos y aberturas de la tubería y piezas con elementos adecuados (tapones, bridas ciegas, tapiar con fábrica de ladrillo, etc.), siempre que se abandone la instalación, para evitar la entrada de objetos extraños o animales.

No utilizar en el montaje elementos químicos que puedan alterar la potabilidad del agua:
grasas, pinturas de piezas, revestimientos, etc.

El lavado se efectuará con la totalidad del montaje finalizado y en caso de realizarse prueba de presión, después de la misma. Los puntos bajos de la conducción contarán para ello con desagües acordes con el diámetro de la tubería a limpiar y desinfectar, con diámetro siempre superior a 80 mm.

El lavado lo realizará el contratista, con la supervisión de la Dirección de Obra o su Asistencia Técnica. El contratista registrará los datos, de la operación (fecha, tramo limpiado, operaciones realizadas).

El proceso de lavado es el siguiente:

Llenado de la tubería en su totalidad o por tramos, dependiendo de si se dispone de puntos de descarga (desagües) y de llenado (conexiones a red existente).

Realización de un arrastre en la tubería, de forma que se consigan velocidades superiores a la máxima de trabajo prevista (aunque es conveniente superar 1 m/s). De esta manera se puede conseguir el arrastre de posibles elementos extraños que pudiera haber en el interior.

Cuando lo descrito en el apartado anterior no sea posible, por no disponer de caudal suficiente o de desagües capaces, habrá que recurrir a sucesivos llenados y vaciados, siempre con el máximo arrastre que se pueda conseguir. En el caso de tuberías de grandes diámetros (superior a 600 mm), la realización de arrastres puede suponer un exagerado consumo de agua, por lo que se contemplarán los siguientes métodos alternativos:

*Limpieza con medios manuales*. El personal encargado de la limpieza se introducirá en la tubería, empleando para tal fin los útiles más apropiados (escobas, rastrillos, etc.). Se observarán estrictamente todas las medidas, con el fin de garantizar la seguridad del personal en el interior de las tuberías: medios de ventilación; prohibición total de tener la tubería conectada (las válvulas cerradas no sirven de protección, salvo que se disponga de un bloqueo mecánico con cerradura de seguridad).

*Limpieza con medios mecánicos*. Éstos pueden ser:

Mangueras de alta presión con las que efectuar el arrastre de elementos extraños. La presión máxima de trabajo debe ser tal que no se dañe el revestimiento interior de la tubería.

Testigos o balones ajustados al diámetro interior de la tubería, que, bien arrastrados desde el exterior, o empujados por la propia presión interior de la tubería al poner en carga uno de los lados del balón, van empujando la posible suciedad.

Se entiende que una tubería está limpia cuando ha estado circulando un caudal igual o superior al de servicio, durante un tiempo, como mínimo, igual al que tarda en recorrer una partícula la totalidad de su longitud. Por tanto, conseguida una velocidad de circulación superior a la nominal, se mantendrán los arrastres durante un tiempo igual a dos veces el mínimo; esto es: T= 2L/60

## Desinfección de Tuberías de abastecimiento

Las operaciones de desinfección tienen por objeto conseguir que la tubería adquiera el grado de limpieza (química y bacteriológicamente) necesario, que asegure su potabilidad durante su permanencia en la red de distribución.

La desinfección se realizará después de la limpieza, e inmediatamente antes de la puesta en servicio de la tubería. El desinfectante a utilizar será hipoclorito de sodio con un 10% mínimo de cloro activo disponible.

En el origen de la desinfección, coincidente con el extremo más alto del tramo a desinfectar, se dispondrá una entrada de agua de diámetro superior a 2 pulgadas para llenado; en ella misma se habilitará una toma de ½" hembra rosca-gas, por la que se inyectará el hipoclorito.

En el extremo final de la tubería se dispondrá de una toma (clorímetro) para la toma de muestras, coincidiendo o no con el desagüe. Si no se empleara este último sería suficiente con la utilización de una toma de ½" para salida del agua clorada.

Las operaciones a realizar serán las siguientes:

*Vaciar* el tramo de tubería completamente.

*Cerrar* todas las acometidas y verificar que cierran bien todas las válvulas.

*Llenar la tubería con una solución de agua-cloro* con una proporción de 25 mg de cloro por litro de agua. Esta mezcla deberá realizarse en el punto de llenado y será homogénea, realizada mediante bomba dosificadora y utilizando caudalímetro, para evitar tramos con defecto o exceso de cloro. Una vez se ha comprobado que el agua clorada llega al extremo opuesto (clorímetro) se dejará de introducir hipoclorito Hay que observar las medidas de seguridad adecuadas para el manejo del hipoclorito debido a su toxicidad.

Se dejará la solución en el interior de la tubería durante un mínimo de 24 horas; si la temperatura del agua fuera inferior a 5º se prolongará el tiempo de permanencia a 48 horas... El tramo en proceso de desinfección deberá quedar totalmente aislado, tomándose medidas para tener la total seguridad

de que no se pueda producir un retroceso de esta solución agua-cloro hacia la tubería en servicio, lo que provocaría una contaminación del agua potable por exceso de cloro.

Transcurrido el tiempo fijado, hay que *tomar muestras de la solución del interior* de la tubería, y comprobar que la concentración de cloro libre es superior a *cinco ppm* (>5 mg/l). Si la concentración de cloro libre residual es inferior a 5 ppm, se repetirá el proceso de desinfección.

Si la concentración de cloro libre residual supera las 5 ppm, *se vaciará la solución agua-cloro* existente en la tubería. Es absolutamente necesario que no queden restos de esta solución, por lo que habrá que eliminar el agua de la tubería, dejando escurrir bien los desagües; o realizando un pequeño arrastre si es necesario. Si no se realiza bien esta operación afectará a la siguiente, deteriorándose el parámetro de cloro residual, y desvirtuando los análisis.

La solución podrá:

Verterse a la red de saneamiento, mediante tuberías o camiones cisterna, con un caudal controlado y especificado por la Subdirección de Explotación de Saneamiento del CABB

Verterse al medio receptor con previa neutralización del cloro; solo podrá realizarse este vertido una vez se haya comprobado que la concentración de cloro es inferior a la admisible para su asimilación por el medio receptor (0.2 mg/l) para ello se empleará un agente reductor, pudiendo añadirse sulfito sódico u otro agente compatible con la calidad requerida para vertido al medio receptor

Una vez vacía la tubería se llena con agua potable y se mantiene a la presión de servicio durante 24 horas.

Transcurridas 24 horas, *se tomarán muestras para analizarlas en un Laboratorio acreditado*. Habrá que realizar un análisis químico y otro bacteriológico. Las muestras se tomarán directamente de la tubería a través de elementos instalados. Antes de tomar la muestra se dejará salir agua en cantidad suficiente, para conseguir renovar la acumulada en la derivación. El número de muestras a tomar vendrá condicionado por el número de elementos intermedios instalados, siendo la distancia máxima a considerar entre elementos de muestreo, de 200 m. Durante el proceso de toma de muestras se observará una higiene y meticulosidad elevadas, a fin de evitar la contaminación del interior o de la embocadura del frasco. Este se habrá esterilizado previamente.

Una vez tomadas las muestras, se enviarán al Laboratorio a la mayor brevedad.

Siempre y cuando los parámetros analizados sean inferiores a los mínimos establecidos, se dará por válida la operación. Si no fuese así, se repetirá el proceso de desinfección, aunque es conveniente interpretar los análisis, por si fuera necesario volver a limpiar la tubería previamente. Los resultados de los análisis del laboratorio servirán como acta de desinfección.

## 3.7. Rellenos y terraplenes

### 3.7.1. Rellenos

#### Rellenos compactados en zanja para la cubrición y/o protección de tuberías

#### Definición y fases para el relleno de la zanja

Estas unidades consisten en la extensión y compactación de suelos apropiados en la instalación de tuberías en zanja.

Se distinguirán, en principio, cuatro fases en el relleno:

- Relleno para el asiento de la tubería: Se colocará entre el terreno natural del fondo de la zanja y la tubería, envolviendo a ésta hasta media caña, de acuerdo a las secciones tipo fijadas en el proyecto.
- Relleno de protección hasta 15 cm., como mínimo, por encima de la generatriz superior de la tubería.
- Relleno de cubrición sobre el anterior, hasta la cota de zanja en que se vaya a colocar el relleno de acabado, el firme o la tierra vegetal.
- Relleno de acabado, de colocación eventual si se fuera a reponer tierra vegetal o un firme para circulación rodada.

El relleno de apoyo y protección reunirá las mismas características especificadas para los materiales de apoyo de las tuberías que se encuentran indicadas en el presente Pliego.

El relleno de cubrición se ejecutará con materiales adecuados, de acuerdo a lo especificado en las secciones tipo fijadas en el proyecto y cumpliendo las especificaciones recogidas en el presente Pliego.

El relleno de acabado se ejecutará, asimismo, con materiales adecuados, pero con un grado de compactación superior para evitar el deterioro de la superficie ante el paso eventual de cargas sobre ella.

#### Condiciones para la ejecución de cada una de las fases.

#### Condiciones generales

El relleno de la zanja no comenzará hasta que las juntas de las tuberías y camas de asiento se encuentren en condiciones adecuadas para soportar las cargas y esfuerzos que se vayan a originar por su ejecución, y una vez se hayan finalizado satisfactoriamente las pruebas de estanqueidad.

Cuando el relleno haya de asentarse sobre una zanja en la que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera de la zanja donde vaya a construirse el relleno antes de comenzar la ejecución.

Salvo en el caso de zanjas de drenaje, si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcilla blanda, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

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

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

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

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

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

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

Los rellenos se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados centígrados (2º C), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

### Ejecución del relleno de protección

Este tipo de relleno se utilizará para apoyar y envolver la tubería hasta quince centímetros (15 cm.), como mínimo, por encima de su generatriz superior, tal como se señala en las secciones tipo, y se ejecutará por tongadas de 15 cm., compactado manualmente o con equipo mecánico ligero. Se alcanzará una densidad seca mínima del 95% de la obtenida en el ensayo Próctor normal.

Durante la compactación, la tubería no deberá ser desplazada ni lateral ni verticalmente y si fuera necesario para evitarlo se compactará simultáneamente por ambos lados de la conducción.

El material que se empleará en esta zona será el definido en el capítulo 2 del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, como material de relleno tipo A., según se establece en los Planos del Proyecto o, en su caso, el que determine el Director de Obra.

### Ejecución del relleno de cubrición

Esta fase consistirá en el relleno en zanja a partir de los quince centímetros (15 cm.), como mínimo, por encima de la generatriz superior de la tubería, y hasta la cota prevista en el Proyecto, tal como se señala en las secciones tipo, o según se determine en el Replanteo o lo defina la Dirección de Obra, y se ejecutará por tongadas apisonadas de 20 cm.

La compactación será tal que se alcance una densidad seca mínima del 90% de la obtenida en el ensayo Próctor normal.

El equipo de compactación se elegirá en base a las características del suelo, entibación existente, y ejecutándose la compactación de forma tal, que no se afecte a la tubería.

La utilización de medios pesados de extendido y compactación, no se permitirán cuando la altura del recubrimiento sobre la arista superior de la tubería, medida en material ya compactado, sea inferior a 1,30 mm.

El material para emplear en esta fase del relleno, podrá ser material procedente de la propia excavación o de préstamos. La utilización de un material u otro vendrá definida en los planos del Proyecto, en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en su defecto, el que señale el Director de Obra.

### Ejecución del relleno de acabado

Este relleno se utilizará en los 50 cm superiores de la zanja para aquellos casos en que no se vaya a disponer de firmes o reponer el suelo vegetal, teniendo como misión reunir un mínimo de capacidad portante ante posibles cargas o paso de maquinaria por encima de la zanja.

Se ejecutará con materiales seleccionados procedentes de la propia excavación o de préstamos, compactándose hasta una densidad seca del 100% de la obtenida en el ensayo Próctor normal.

### Rellenos compactados en trasdós de obra de fábrica

### Definición

Estas unidades consisten en la extensión y compactación de suelos adecuados o seleccionados, material filtrante o material de préstamo calidad tipo zahorra, alrededor de las obras de fábrica o en su trasdós, cuyas dimensiones no permitan la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución de terraplenes.

## Ejecución de las obras en general

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un pozo en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera del pozo donde vaya a construirse el relleno antes de comenzar la ejecución.

Si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcilla blanda, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

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

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

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados. En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada. La compactación será tal que se alcance una densidad seca mínima del 90% de la obtenida en el ensayo Próctor normal.

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

Cuando la Dirección de Obra lo autorice, el relleno junto a obras de fábrica podrá efectuarse de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma no se hallen al mismo nivel. En este caso los materiales del lado más alto no podrán extenderse ni compactarse antes de que hayan transcurrido catorce días (14 d.) desde la terminación de la fábrica contigua: salvo en el caso de que la Dirección de Obra lo autorice, previa comprobación mediante los ensayos que estime pertinentes realizar del grado de resistencia alcanzado por la obra de fábrica. Para terrenos arenosos el pisón será del tipo vibratorio.

## Control de calidad

La calidad de ejecución de los distintos tipos de rellenos de las zanjas y de los ubicados en el trasdós de las obras de fábrica se controlará mediante la realización de ensayos "in situ" con la frecuencia siguiente, debiéndose adoptar el criterio más restrictivo, en cada caso:

Relleno de protección

Cada 300 ml. de zanja

Cada 200 m3 de material colocado

Relleno de cubrición:

Cada 200 ml. de zanja

Cada 1.000 m3 de material colocado

Relleno de trasdós de obras de fábrica:

Cada 1.500 m3 de material colocado

Los ensayos a realizar serán:

Densidad y humedad "in situ", ASTM-D3017 (nuclear): 2 ensayos por cada lote definido en el apartado anterior

### Medición y abono

El relleno de zanja se abonará por aplicación de los precios correspondientes del cuadro de precios, según las respectivas definiciones, a los volúmenes obtenidos por aplicación, como máximo de las secciones tipo correspondientes, no abonándose generalmente los que se deriven de excesos en la excavación estando obligado, no obstante, el Contratista a realizar estos rellenos a su costa y en las condiciones establecidas.

Si el Contratista al excavar las zanjas dadas no pudieran mantenerse las características del terreno dentro de los límites de los taludes establecidos en el Plano de secciones tipo de zanja, deberá comunicarlo a la Dirección de Obra, para que ésta pueda comprobarlo "in situ", y dé su visto bueno o reparos al abono suplementario correspondiente. En este abono también serán de aplicación los precios anteriores a los volúmenes resultantes.

Será de abono un suplemento en el relleno de la zanja, por m3 de relleno, de acuerdo a perfiles, cuando dicho relleno se ejecute de manera coordinada y simultánea a la retirada de la entibación, garantizando una adecuada compactación del material y la integridad de la tubería. En caso de no realizarse en estas condiciones, el contratista no tendrá derecho a reclamar este suplemento.

En los precios citados, están incluidas todas las operaciones necesarias para la realización de estas unidades de obra y sus correspondientes controles de calidad. En el caso de los rellenos ejecutados con material de la propia excavación, queda incluido en la unidad el transporte desde el punto de acopio hasta el punto de colocación. En el caso de los rellenos ejecutados con material de préstamos, queda incluido el transporte desde su punto de origen hasta su punto de colocación, incluso si son necesarios acopios intermedios.

## 3.7.2. Terraplenes

### Definición

Consiste en la extensión y compactación de los suelos tolerables, adecuados o seleccionados, para dar al terreno la rasante de explanación requerida.

## Ejecución de las obras

Su ejecución comprende las operaciones siguientes:

Preparación de la superficie de apoyo del relleno tipo terraplén.
Extensión de una tongada.
Humectación o desecación de una tongada.
Compactación de una tongada.

Las tres últimas se repetirán cuantas veces sea necesario.

Si el terraplén tuviera que construirse sobre terreno natural, en primer lugar, se efectuará el desbroce del citado terreno y la excavación, extracción y vertido a escombrera o a acopio de la tierra vegetal (No se considerará terreno vegetal cuando el contenido en materia orgánica sea inferior al 10%) y del material inadecuado (blandones, etc.), si los hubiera, en toda la profundidad necesaria y, en cualquier caso, no menor de 15 cm. A continuación, para conseguir la debida trabazón en el terraplén y el terreno, se escarificará éste, disgregándole en su superficie mediante medios mecánicos y compactándolo, en las mismas condiciones que las exigidas para el cimiento del terraplén.

Cuando el terraplén haya de asentarse sobre el terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas, fuera del área donde vaya a construirse el terraplén, antes de comenzar su ejecución. Estas obras, que tendrán el carácter de accesorias, se realizarán con el visto bueno o instrucciones de la Dirección de la Obra.

Si el terraplén hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcillas blandas, se asegurará la eliminación de este material o su consolidación.

Cuando el terreno natural presente inclinación superior a 1:5 se excavará realizando bermas de 50-80 cm. de altura y ancho no menor de 150 cm. con pendiente de meseta del 4% hacia dentro en terrenos permeables y hacia afuera en terrenos impermeables.

Una vez preparado el cimiento del terraplén, se procederá a la construcción del núcleo del mismo, empleando materiales que cumplan las condiciones establecidas, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada y hasta 50 cm. por debajo de la misma. Con los 50 cm. superiores de terraplén de coronación se seguirá en su ejecución el mismo criterio que en el núcleo. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que con los medios disponibles se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Los materiales de cada tongada serán de características uniformes, y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada para ello. No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie adyacente cumple las condiciones exigidas.

Cuando la tongada subyacente se halle reblandecida por una humedad excesiva, no se extenderá la siguiente hasta que la citada tongada no esté en condiciones.

Los terraplenes sobre zonas de escasa capacidad de soporte se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo necesario para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras.

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

Salvo prescripción en contrario, los equipos de transporte de tierras y extensión de las mismas operarán sobre todo el ancho de cada capa.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación si es necesario. El contenido óptimo de humedad para cada tipo de terreno se determinará según las Normas de ensayo del Laboratorio de Transporte y mecánica del suelo NLT.

En el caso de que sea preciso añadir agua, esta operación se efectuará de forma que el humedecimiento de los materiales sea uniforme sin encharcamientos.

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

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

El Proyecto o, en su defecto, el Director de las Obras, señalará, entre el Próctor normal según UNE 103500 o el Próctor modificado según UNE 103501, el ensayo a considerar como Próctor de referencia. En caso de omisión se considerará como ensayo de referencia el Próctor modificado;

En la coronación de los terraplenes, la densidad seca a alcanzar, respecto a la máxima obtenida en el ensayo Proctor de referencia, no será inferior al 100% ni inferior a 1,75 Kg/dm$^3$. Esta determinación se hará según las normas de ensayo NLT.

En los cimientos y núcleos de terraplenes la densidad seca que se alcance no será inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima obtenida en dicho ensayo, ni inferior a 1,45 Kg/dm$^3$ según las NTL.

Las zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o proximidad a obras de fábrica, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando para la compactación de los terraplenes, se compactarán con los medios adecuados al caso, de forma que las densidades secas que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto del terraplén.

Si se utilizan para compactar rodillos vibrantes deberá darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiera podido causar la vibración y sellar la superficie.

## Limitaciones de la ejecución

Los terraplenes se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados centígrados (2º C), debiendo suspender los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

## Control de calidad

La calidad de la ejecución de los rellenos en terraplén se controlará con la realización de ensayos “in situ” para el control de la humedad, densidad y el módulo de deformación, siguiendo lo especificado al respecto en el Pliego de prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (Orden FOM/1382/2002).

En la definición de los lotes, se aplicará lo contemplado en el PPTG para obras de carreteras, o como mínimo:

Coronación: se considerará 1 lote cada 300 ml.

Núcleo: se considerará 1 lote cada 500 ml.

Cimiento: se considerará 1 lote cada 500 ml.

Espaldones: se considerará 1 lote cada 500 ml.

Los ensayos in situ a realizar serán, como mínimo, por cada lote:

Densidad y humedad "in situ”, ASTM-D3017 (nuclear): 2 ensayos por cada lote definido en el apartado anterior

1 ensayo de placa de carga en coronación según NLT 357.

## Medición y abono

Los terraplenes se abonarán por aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios, a los volúmenes obtenidos por aplicación como máximo de las secciones tipo, no abonándose los que se deriven de excesos en la excavación, estando obligado, no obstante, el Contratista a realizar estos rellenos a su cargo y en las condiciones establecidas. En los precios citados están incluidas todas las operaciones, necesarias para la buena realización de estas unidades de obra, incluso refino de la explanación y taludes.

Su abono se hará aplicando los precios que correspondan a los metros cúbicos (m3) resultantes respectivamente.

En dicho abono quedan incluidos todos los trabajos reseñados, así como los trabajos secundarios, tales como agotamientos, drenajes provisionales, caminos de obra, etc... que puedan ser necesarios, y los controles de calidad fijados.

## 3.8. Encofrados

### 3.8.1. Definición

Se define como encofrado el elemento destinado al moldeo "in situ" de hormigones. Puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por esto último el que queda embebido dentro del hormigón.

### 3.8.2. Tipos de encofrado

Para el empleo en las obras de hormigón y de acuerdo con la terminación de las superficies se utilizarán los siguientes tipos de encofrado:

#### Oculto

Se empleará en los paramentos de obras de fábrica que han de quedar ocultas en el terreno o por algún revestimiento posterior.

La tolerancia de las irregularidades de la superficie interior del encofrado será de seis (6) milímetros.

#### Visto madera

Se utilizará en estructuras y paramentos de hormigón, en masa o armados, que tengan que quedar "vistos". Se empleará exclusivamente tabla de madera machihembrada de ancho uniforme y con la fibra en el sentido de la mayor dimensión del elemento a hormigonar.

La tolerancia en las irregularidades de la superficie interior del encofrado será de tres (3) milímetros.

#### Visto panel

Se utilizará para estructuras o paramentos de hormigón, en masa o armados que tengan que quedar "vistos". Se emplearán paneles de chapa de acero lisos o de madera cepillada, de dimensión mínima de 2 metros.

La tolerancia de las irregularidades en la superficie interior del encofrado será de tres (3) milímetros.

Curvo

Se utilizará en paramentos de superficies de directrices curvas, de formas hidrodinámicas, estructuras de rejillas, estructuras de aspiración, piezas especiales decorativas, etc., etc.

El forro deberá ser de tabla machihembrada si lo permite la curvatura del paramento. En caso contrario deberán utilizarse listones de madera cepillada, convenientemente ajustados entre sí y adaptados a un número suficiente de ciertas directrices con objeto de garantizar la forma. Una vez montado el encofrado se deberá reparar toda la superficie mediante cepillado.

La tolerancia de las irregularidades de la superficie del encofrado será de tres (3) milímetros.

### 3.8.3. Ejecución de Obra

Las cimbras y encofrados, así como las uniones de sus distintos elementos, poseerán una resistencia y rigidez suficiente para resistir, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, las cargas y/o acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado y especialmente, las debidas a la compactación de la masa.

Los límites máximos de los movimientos de los encofrados serán de cinco milímetros para los movimientos locales y la milésima de la luz para los de conjunto.

Cuando la luz de un elemento sobrepase los seis metros, se dispondrá el encofrado de manera que, una vez desencofrado y cargada la pieza, ésta presente una ligera contraflecha (del orden del milésimo de la luz), para conseguir un aspecto agradable.

Los encofrados serán suficientemente estancos para impedir pérdidas apreciables de lechada, dado el modo de compactación previsto.

Las superficies interiores de los encofrados aparecerán limpias en el momento del hormigonado. Para facilitar esta limpieza en los fondos de pilares y muros, deberán disponerse aberturas provisionales en la parte inferior de los encofrados correspondientes.

Cuando sea necesario, y con el fin de evitar la formación de fisuras en los paramentos de las piezas, se adoptarán las oportunas medidas para que los encofrados no impidan la libre retracción del hormigón.

Los encofrados de madera se humedecerán para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Por otra parte, se dispondrán las tablas de manera que se permita su libre entumecimiento, sin peligro de que se originen esfuerzos o deformaciones anormales.

Las aristas que queden vistas en todos los elementos de hormigón se ejecutarán con un chaflán de 25 x 25 mm de lado, salvo que otro tipo de remate diferente se defina en los planos o en el P.P.T.P. No se tolerarán imperfecciones mayores de cinco (5) milímetros en las líneas de las aristas.

Cuando se encofren elementos de gran altura y pequeño espesor a hormigonar de una vez, se deberán prever en las paredes laterales de los encofrados ventanas de control, de suficiente dimensión para permitir desde ellas la compactación del hormigón. Estas aberturas se dispondrán a una distancia vertical y horizontal no mayor de dos metros (2 m.) y se cerrarán cuando el hormigón llegue a su altura.

Los elementos de atado y sujeción de los encofrados que atraviesan la sección de hormigón estarán formados por barras o pernos diseñados de tal forma que puedan extraerse ambos extremos de modo que no quede ningún elemento metálico embebido dentro del hormigón a una distancia del paramento menor de 25 mm.

El sistema de sujeción del encofrado deberá ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra. En elementos estructurales que contengan líquidos, las barras de atado deberán llevar una arandela de estanqueidad que quedará embebida en la sección de hormigón.

Los agujeros dejados en los paramentos por los elementos de fijación del encofrado se rellenarán posteriormente con mortero en la forma que lo indique la Dirección de Obra, pudiendo ser preciso utilizar cemento expansivo, cemento blanco, o cualquier otro aditivo que permita obtener el grado de acabado especificado en el proyecto, sin que el Contratista tenga derecho a percibir cantidad alguna por estas labores complementarias.

No se permitirá el empleo de alambres o pletinas (latiguillos) como elementos de atado del encofrado, salvo en los acabados de la clase E-1 (ver 3.14.17.1) previa aprobación de la Dirección de Obra. En todo caso, una vez retirados los encofrados, se cortarán a una distancia mínima de 25 mm de la superficie del hormigón, picando ésta si fuera necesario, y rellenando posteriormente los agujeros resultantes con mortero de cemento.

En el caso de encofrados para estructuras estancas, el Contratista se responsabilizará de que las medidas adoptadas no perjudiquen la estanqueidad de aquéllas.

Los separadores utilizados para mantener la armadura a la distancia del paramento especificada en el proyecto, podrán ser de plástico o de mortero. En el caso de utilizar dados de mortero y para paramentos con acabado tipo E-2 y E-3 se adoptarán, durante la fase de hormigonado, las precauciones necesarias para evitar que aparezcan manchas de distinto color en la superficie.

Al objeto de facilitar la separación de las piezas que constituyen los encofrados podrá hacerse uso de desencofrantes, con las precauciones pertinentes, ya que los mismos, fundamentalmente, no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón.

A título de orientación se señala que podrán emplearse como desencofrantes los barnices antiadherentes compuestos de siliconas, o preparados a base de aceites solubles en agua o grasa diluida, evitando el uso de gas-oil, grasa corriente, o cualquier otro producto análogo.

Se deberá utilizar encofrado para aquellas superficies con una inclinación mayor de 25 grados, salvo modificación expresa por parte de la Dirección de Obra.

### 3.8.4. Desencofrado y Descimbramiento

Tanto los distintos elementos que constituyen el encofrado (costeros, fondos, etc.) como los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni choque en la estructura, recomendándose, cuando los elementos sean de cierta importancia, el empleo de cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.

Las operaciones anteriores no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometidos durante y después del desencofrado o descimbramiento. Se recomienda que la seguridad no resulte en ningún momento inferior a la prevista para la obra en servicio.

Cuando se trate de obras de importancia y no se posea experiencia de casos análogos, o cuando los perjuicios que pudieran derivarse de una fisuración prematura fuesen grandes, se realizarán ensayos de información (véase la Instrucción EHE) para conocer la resistencia real del hormigón y poder fijar convenientemente el momento del desencofrado o descimbramiento. Este será establecido por la Dirección de Obra, la cual podrá modificar el tiempo de desencofrado cuando así lo aconsejen las condiciones ambientales u otras circunstancias.

El Contratista no tendrá derecho a reivindicación alguna sobre posibles disminuciones de rendimiento motivadas por los plazos de desencofrado establecidos.

Se pondrá especial atención en retirar, todo elemento de encofrado que pueda impedir el juego de las juntas de retracción o dilatación, así como de las articulaciones, si las hay.

A título orientativo pueden utilizarse los plazos de desencofrado o descimbramiento dados por la fórmula expresada en la Instrucción EHE.

La citada fórmula es sólo aplicable a hormigones fabricados con cemento Portland y en el supuesto de que su endurecimiento se haya llevado a cabo en condiciones ordinarias.

En la operación de desencofrado es norma de buena práctica mantener los fondos de vigas y elementos análogos, durante doce horas, despegados del hormigón y a unos dos o tres centímetros del mismo, para evitar los perjuicios que pudiera ocasionar la rotura, instantánea o no, de una de estas piezas al caer desde gran altura.

Igualmente útil resulta a menudo la medición de flechas durante el descimbramiento de ciertos elementos, como índice para decidir si debe o no continuarse la operación e incluso si conviene o no disponer ensayos de carga de la estructura.

Se llama la atención sobre el hecho de que, en hormigones jóvenes, no sólo su resistencia, sino también su módulo de deformación, presenta un valor reducido; lo que tiene una gran influencia en las posibles deformaciones resultantes.

Dentro de todo lo indicado anteriormente el desencofrado deberá realizarse lo antes posible, con objeto de iniciar cuanto antes las operaciones de curado.

#### 3.8.5. Medición y Abono

Los encofrados se medirán por metros cuadrados (m2) de superficie de hormigón medidos sobre Planos o en la obra, abonándose mediante la aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1, según su ubicación y tipología.

También se considera incluido dentro de la unidad de encofrado los berenjenos y cuadradillos para achaflanar aristas o regularizar juntas.

Las barras de anclaje y los conos metálicos reutilizables que se roscan en los extremos de las citadas barras, así como el relleno con mortero hidrófugo y de baja retracción para el sellado de los huecos creados por la retirada de los mencionados conos en el muro de hormigón se consideran también incluidas dentro de la unidad de encofrado.

A su vez se considera también incluido todas las operaciones de apuntalamiento y apeo, así como el empleo de desencofrante para facilitar el desencofrado.

Está también incluido en el precio el desencofrado de los elementos.

## 3.9. Obras de hormigón realizadas in situ

#### 3.9.1. Obras de hormigón en masa o armado

### Definiciones

Se definen como obras de hormigón en masa las obras o partes de ellas cuyo material fundamental es el hormigón, sin armaduras, y las de hormigón que contienen armaduras de paramento cuya finalidad es exclusivamente la de reducir o anular la fisuración superficial.

Se definen como obras de hormigón armado aquéllas que se refuerzan con armaduras de acero que colaboran con el hormigón para resistir los esfuerzos.

No son objeto de este artículo:

los hormigones y morteros especiales.
los pavimentos de hormigón para carreteras.
los tubos de hormigón en masa o armados.
los elementos prefabricados de hormigón.

### Normativa

Las obras de hormigón en masa o armado se regirán por las especificaciones contenidas en las siguientes Normas o Instrucciones, complementadas con las del presente Pliego:

Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008".
Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción del Cemento RC-16
Pliego General de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicas".
Normas de la American Society for Testing and Materials (ASTM)".
Normas del American Concrete Institute (ACI)".

### Materiales

El hormigón empleado en la ejecución de obras de hormigón en masa o armado cumplirá las especificaciones de los siguientes Artículos:

Hormigones.
Áridos.
Fabricación del hormigón en obra.

Los materiales para las armaduras en las obras de hormigón en masa o armado cumplirán las especificaciones establecidas en el Artículo:

Artículo3.10.1“Armaduras para hormigón armado”.

### Ejecución

Se estará lo dispuesto en el Capítulo XIII de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

## 3.9.2.Ejecución de las obras de hormigón

### Definiciones

Se define como ejecución de las obras de hormigón el conjunto de operaciones que es necesario realizar para poner en obra los materiales y construir, según las especificaciones del Proyecto, las obras de hormigón en masa, armado o pretensado.

En la interpretación de los términos contenidos en el capítulo de Obras de Hormigón se tendrán en cuenta las siguientes definiciones:

A/ En obras cuya construcción progresa verticalmente:

Bloque. Parte de la obra de hormigón limitada por las juntas de contracción o de dilatación definidas en los Planos.

Bloque parcial. Parte de un bloque que resulta de subdividirlo mediante juntas de construcción encofradas, definidas en los Planos o por el Director.

Tongada. Parte de un bloque, o bloque parcial, de superficie superior sensiblemente horizontal y cuyo hormigonado debe ejecutarse sin interrupción.

Capa. Rebanada horizontal que resulta de dividir una tongada por planos horizontales equidistantes y cuya compactación se ejecuta, en todo su espesor, antes de colocar la capa siguiente.

B/ En obras cuya construcción progresa longitudinalmente:

Tramo o módulo. Parte de la obra de hormigón limitada por las juntas de contracción o de dilatación definidas en los Planos.

Subtramo. Parte de un tramo que resulta de dividirlo mediante juntas de construcción encofradas, definidas en los Planos o por el Director.

Elemento o unidad de hormigonado. Parte de un tramo o subtramo cuyo hormigonado debe realizarse sin interrupción.

Capa. Ver punto A.

C/ Juntas:

Junta. Superficie de discontinuidad en las estructuras de hormigón. Unas juntas son definidas en los Planos del proyecto con el fin de evitar la fisuración del hormigón por efectos térmicos o mecánicos; otras vienen obligadas por condicionantes del planteamiento de ejecución de la estructura por elementos o partes de hormigonado ininterrumpido y, por último, otras son discontinuidades no previstas, debidas a las interrupciones o demoras no programadas que eventualmente pueden acontecer durante las operaciones de hormigonado.

Las juntas de hormigonado no previstas en los planos se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas, con dicho fin, de las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones. Si el plano de una junta resulta mal orientado, se destruirá la parte de hormigón que sea necesario eliminar para dar a la superficie la dirección apropiada.

## Procedimiento a seguir una vez ejecutada la junta:

Una vez ejecutada la junta y antes de reanudar el hormigonado se limpiará dicha junta de toda suciedad o árido que haya quedado suelto y se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto; para ello se podrá utilizar un chorro de arena o cepillo de alambre, según se encuentre el hormigón más o menos endurecido, pudiendo emplearse también, en este último caso, un chorro de agua y aire. Expresamente se prohíbe el empleo de productos corrosivos en la limpieza de juntas.

Realizada la operación de limpieza, se humedecerá la superficie de la junta, sin llegar a encharcarla, antes de verter el nuevo hormigón. Cuando el hormigón se transporte hasta el tajo en camiones hormigonera, no se podrá verter en la junta el primer hormigón que se extrae, debiendo apartarse éste para su uso posterior.

En cualquier caso, teniendo en cuenta lo anteriormente señalado, el Contratista propondrá a la Dirección de Obra, para su visto bueno o reparos, la disposición y forma de las juntas entre tongadas o de limitación de tajo que estime necesarias para la correcta ejecución de las diferentes obras y estructuras previstas, con suficiente antelación a la fecha en que se prevean realizar los trabajos, antelación que no será nunca inferior a quince días (15 d.).

No se admitirán suspensiones de hormigonado que corte longitudinalmente las vigas, adoptándose las precauciones necesarias, especialmente para asegurar la transmisión de estos esfuerzos, tales como dentado de la superficie de junta o disposición de armaduras inclinadas. Si por averías imprevisibles y no subsanables, o por causas de fuerza mayor, quedara interrumpido el hormigonado de una tongada, se dispondrá el hormigonado hasta entonces colocado de acuerdo con lo señalado en apartados anteriores.

*Tipos de juntas:*

Juntas de contracción; Juntas definidas para evitar el desarrollo de fisuras incontroladas originadas por el efecto térmico de contracción del hormigón debido, principalmente, a la disipación del calor de hidratación del cemento y a la retracción de secado en la primera edad del hormigón; sirven también para absorber la contracción térmica causada por los eventuales descensos periódicos de la temperatura del macizo de hormigón. Se subdividen en:

Junta a tope

Junta abierta (con relleno posterior de hormigón).

Junta iniciada

Juntas de dilatación; Juntas que conservan una cierta abertura para impedir el contacto de sus dos caras. La abertura inicial debe ser suficiente para absorber el aumento de dimensiones de los elementos de estructura que separa la junta, debidos a la dilatación térmica por elevación de temperatura. Generalmente, para conseguir la abertura de la junta se coloca una plancha de material polimérico espumado. En obras de hormigón armado se subdividen en:

Juntas de dilatación. Sin armadura pasante.

Juntas de dilatación. Con armadura pasante.

Juntas de cimiento o de aislamiento mecánico; Juntas cuya finalidad es la de conseguir la separación entre partes continuas de una estructura de hormigón, por lo general, en un plano vertical con el fin de confinar los movimientos a la parte específica en la que éstos se originan, generalmente por asientos diferenciales del cimiento.

Juntas de construcción; Juntas no necesariamente señaladas en los planos del Proyecto cuya definición es generalmente establecida en el Estudio de Ejecución de la obra, que son necesarias para la descomposición de una estructura, o parte de ella, en elementos monolíticos cuyo hormigonado debe ser ininterrumpido. Se subdividen en:

Juntas de construcción sin encofrado; superficies de unión entre tongadas consecutivas, horizontales o subhorizontales

Juntas de construcción encofradas; a su vez pueden ser:

Previstas, en los Planos o Programas de construcción.

Imprevistas, creadas cuando, por algún incidente imprevisto, se produce la interrupción del hormigonado, siendo necesario dejar la superficie terminal del hormigón en posición y forma correcta.

Juntas de fraguado; se denominan también juntas frías. Son discontinuidades imprevistas por defectos de unión entre capas de vibración consecutivas dentro de una misma tongada o por el endurecimiento del hormigón antes de que haya sido compactado el de la carga superpuesta.

## Normativa

En la ejecución de obras de hormigón se consideran de obligado cumplimiento la normativa vigente siguiente:

Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008
"Instrucción para la Fabricación y Suministro de Hormigón Preparado, EH-PRE-72".
"Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos, RC-16".

## Planos de Construcción

Las obras se ejecutarán con estricta sujeción a los Planos del Proyecto, a los planos complementarios entregados al Contratista por el Director y a los planos que, habiendo sido elaborados o presentados por el Contratista hubieran sido aprobados por el Director.

El contratista estará obligado a elaborar y someter a la aprobación del Director los siguientes planos:

Planos de replanteo de la obra de hormigón, en los que figurarán todos los datos necesarios para definir la ubicación exacta y unívoca de cada elemento, incluyendo las coordenadas de los vértices de triangulación o bases de replanteo, señales niveladas, bases de triangulación, coordenadas de los puntos materializados que definen los ejes principales de las obras y los puntos o líneas de referencia que figuran en los planos de las obras a ejecutar.

Planos de detalles constructivos no definidos en los Planos del Proyecto o en los complementarios.

Planos de despiece de las armaduras de los elementos de hormigón armado y pretensado, con el detalle suficiente para poder efectuar el corte, doblado y colocación de las armaduras en los encofrados o moldes, cuando este despiece no figurase en los Planos de Proyecto ni en los complementarios.

Planos de detalle necesarios para definir la situación y composición de aquellos elementos especiales que lo precisen, incluyendo plantas, alzados y secciones.

Planos de plantas, perfiles transversales y longitudinales de la cimentación o apoyo de la obra, confeccionados a partir de los datos tomados en el terreno inmediatamente antes de iniciar el hormigonado. En estos planos se representará la situación en planta y en alzado de las singularidades geológicas existentes tales como diaclasas, fallas, estratos, resurgencias de agua y la naturaleza de la roca o del suelo de cimentación. Asimismo, se representarán los dispositivos de drenaje, inyección, auscultación y de otros tipos que hayan de quedar ocultos.

En general, los planos de detalle necesarios para definir la situación y composición de aquellos elementos especiales que lo precisen, incluyendo plantas, alzados y secciones.

Planos de situación y forma de las juntas de construcción que, habiendo sido aprobadas por el Director, definen geométricamente las tongadas, tramos o elementos de hormigonado ininterrumpido. En estos Planos se definirá el tratamiento de las juntas de construcción encofradas y no encofradas

Gráficos y planos de seguimiento de la obra en los que se indicarán los límites y las fechas de hormigonado previstas y las reales en las que fueron ejecutadas cada una de las tongadas, tramos o elementos hormigonados sin interrupción. También se representarán las juntas de construcción que, no habiendo sido programadas, hayan sido ejecutadas.

### Estudio de Ejecución y Programa de Trabajos

### Descomposición de la obra o estructura

Siguiendo las instrucciones del Director, y teniendo en cuenta las prescripciones de este Pliego, el Contratista elaborará y someterá a la aprobación del Director la descomposición de la obra o estructura en diversas partes de ejecución independiente y, cada una de ellas, en elementos o unidades cuyo hormigonado deba realizarse sin interrupciones que pudieran originar discontinuidades o juntas de fraguado. Se adjuntarán los planos indicados en el punto g) del artículo; además, se señalará en éstos la secuencia de hormigonado de las distintas partes y elementos de hormigonado ininterrumpido.

### Contenido del estudio de ejecución.

El estudio de Ejecución deberá describir y justificar los suministros, métodos, medios auxiliares, materiales y equipos para la ejecución de la obra de hormigón de acuerdo con las prescripciones de este Pliego y según los Planos. Incluirá, al menos, las materias que se indican en los párrafos siguientes.

### Procedencia y características de los materiales básicos.

Se describirá la procedencia y las características de los materiales básicos que directa o indirectamente hayan de ser incorporados a la obra definitiva: cemento, aditivos, productos de adición, materiales para las armaduras del hormigón armado y del pretensado, elementos y dispositivos para juntas, inyecciones, conductos interiores y demás elementos incorporados o anclados a la obra de hormigón.

### Procedencia y preparación de los áridos.

En el Estudio se incluirán los estudios de investigación de canteras o depósitos naturales para la fabricación de los áridos del hormigón, los resultados de los análisis y ensayos efectuados, así como las características reales de los áridos correspondientes a los de mínima calidad garantizada. Se incluirán los planos de las instalaciones auxiliares y la descripción de las máquinas con sus características técnicas y capacidades horarias efectivas y los esquemas del flujo de producción de áridos.

### Fabricación del hormigón en obra.

Se estará lo dispuesto en el Artículo 71.3 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

### Suministro de hormigón preparado por terceros.

En este caso, el Estudio especificará la precedencia y garantías de calidad que ofrece el suministrador. Se incluirá la Pauta de control que el Contratista efectuará en la planta de fabricación del hormigón, en el transporte y a la llegada a obra. El Director podrá prohibir taxativamente el suministro de hormigones preparados por terceros, así como los fabricados fuera del ámbito de la obra.

### Armaduras.

Se indicará la procedencia de los materiales para la elaboración de las armaduras de todo tipo y de sus accesorios. Se describirán los medios auxiliares y los métodos para la elaboración, transporte y colocación de las armaduras. Asimismo, se incluirán cuantos detalles de ejecución y control de calidad considere oportuno el Director, especialmente en relación con las uniones por manguito y por soldadura.

### Encofrados, moldes, cimbras y apeos.

Se describirán los procedimientos de ejecución, la procedencia de los encofrados y los sistemas de colocación y manipulación. Se incluirán los planos y cálculos justificativos de los encofrados, moldes, apeos y cimbras.

### Transporte, colocación, curado y acabado del hormigón.

Se describirán los medios de transporte, colocación y curado del hormigón con inclusión de planos, características técnicas y capacidades horarias. Se incluirá la justificación suficiente que asegure el cumplimiento de lo establecido en los artículos al de este Pliego, teniendo en cuenta la preparación y colocación de todos los dispositivos incorporados en la obra de hormigón según lo preceptuado en el artículo de este Pliego.

### Precauciones y medidas para el hormigonado en condiciones climáticas desfavorables.

Se describirán y justificarán las precauciones y medidas que se prevea aplicar en los casos de hormigonado en condiciones climáticas desfavorables. (Ver el artículo 3.9.11 de este Pliego).

### Sistema conjunto de las actividades de la ejecución.

El Estudio de Ejecución prestará especial atención al sistema formado por el conjunto de actividades que inciden o constituyen la ejecución de la obra: suministros, fabricaciones, replanteos, ejecución de trabajos in situ y controles de producción, instalaciones o equipos que deben quedar incorporados a la obra definitiva. Se justificarán la compatibilidad en tiempo y espacio de todas las actividades del sistema y se estudiarán e indicarán expresamente las posibles alternativas en los casos de interferencia, colisión o retraso de las actividades que determinen los caminos críticos de la programación.

### Programa de trabajos.

El Contratista, en base al Estudio de Ejecución y a la descomposición de la obra indicada en el anterior apartado, elaborará un Programa de Trabajos. El Programa deberá tener las holguras necesarias para absorber los retrasos que pudieran surgir por causas no previstas, pero sí previsibles.

El Programa de Trabajos se describirá en un documento, se esquematizará en diagramas de Gantt (de barras) y se elaborarán las programaciones por el método CPM, PERT u otro análogo.

El Programa de Trabajos, con sus diagramas anejos, será sometido a la aprobación del Director.

### Plan de hormigonado.

El Contratista elaborará un Plan de hormigonado en consonancia con el Programa de Trabajos y con el Estudio de Ejecución, que consistirá en planos o gráficos en los que figuren todas las tongadas o elementos de hormigonado de cada uno de los bloques, bloques parciales, tramos y subtramos en que se haya descompuesto la obra; en dichos planos o gráficos se indicará expresamente la fecha de colocación del hormigón.

El Plan de hormigonado se actualizará, por lo menos, una vez por trimestre y siempre que lo ordene el Director, pero, como máximo, mensualmente.

El Contratista estará obligado al seguimiento del Plan, reseñando en los planos o gráfico, la fecha real de hormigonado de cada tongada o elemento. Esta información será entregada al Director semanalmente por escrito, mensualmente con planos o gráficos y, si lo ordenase el Director, mediante partes diarios escritos o telefónicos.

### Ejecución

Se estará lo dispuesto en el CAPÍTULO XIII de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

### Tolerancias de Ejecución

Se estará lo dispuesto en el ANEJO XI de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

### Control de Calidad

Se estará lo dispuesto en los CAPÍTULOS XIV, XV, XVI y XVII de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

## 3.9.3. Preparación del cimiento. Hormigón de limpieza

### Definiciones

**Preparación del cimiento.** Se define como preparación del cimiento o apoyo el conjunto de operaciones que deben realizarse una vez terminada y refinada la excavación para el apoyo o cimiento de la obra de hormigón, antes de iniciar el hormigonado de ésta. Se realizará según lo indicado en el apartado siguiente del presente artículo.

**Hormigón de limpieza.** Se define como hormigón de limpieza la capa de hormigón colocada directamente sobre la superficie de apoyo, una vez preparada ésta, para proteger del fondo de la excavación de la meteorización y/o para facilitar la limpieza del tajo antes de proceder al hormigonado de la obra, así como para delimitar geométricamente el fondo de los cimientos de la estructura.

El hormigón de limpieza se ejecutará exclusivamente en las zonas señaladas en los Planos o por el Director. En el resto de las cimentaciones la fábrica se apoyará directamente sobre el terreno convenientemente preparado.

El espesor del hormigón de limpieza estará comprendido entre cinco (5) y diez centímetros (10 cm). En el caso de que el fondo de la excavación sea de material rocoso el hormigón de limpieza recubrirá las puntas de roca con un espesor mínimo de cinco centímetros (5 cm).

Las cotas de enrase del hormigón de limpieza serán, en todo caso, las previstas en los Planos. El perfil superior tendrá una terminación adecuada a la continuación de la obra.

### Preparación de la Superficie de Apoyo

### Apoyo en roca.

En el caso de cimentaciones en medios rocosos la preparación de la superficie de apoyo deberá proporcionar una adecuada unión entre el terreno y el hormigón. Comprenderá las siguientes operaciones:

Creación de rugosidad en las superficies de roca excesivamente lisas y resbaladizas mediante picado o raspado con cepillo metálico.

Remoción de materiales sueltos en los hoyos, grietas, fisuras y otras depresiones naturales.

Saneo de zonas singulares de material mucho más blando que el de la formación rocosa tales como fallas, diques alterados y diaclasas importantes. La remoción de estos materiales blandos o sueltos alcanzará una profundidad mínima igual al doble del ancho del accidente geológico.

Rellenado con hormigón de las depresiones y accidentes vaciados, citados en apartados anteriores, cuando, siendo su menor dimensión en planta superior a diez centímetros (10 cm), su profundidad supere los veinte centímetros (20 cm), salvo orden diferente del Director. Este relleno se enrasará con los bordes de la zona vaciada.

Taponamiento, en la forma y lugar que indique el Director, con hormigón reforzado con barras de acero corrugado recibidas en taladros inclinados cuarenta y cinco grados (45 º), perforados a ambos lados de la falla o dique vaciado y dobladas sobre el hueco a rellenar de hormigón, como armaduras de éste.

Captación y conducción con tubos al exterior de la planta de cimentación de las aguas que afloren en la excavación de cimientos.

Limpieza de la superficie de apoyo con chorro de agua y aire comprimido de manera que el material de relleno de las diaclasas sea removido en profundidad y que toda la superficie de la roca quede exenta de materias extrañas y perfectamente limpia. También se eliminarán los restos de inyecciones, si los hubiere. La presión del aire y agua de lavado se graduará según la dureza de la roca con el fin de que la operación sea eficaz, pero sin producir socavaciones excesivas. En algunos casos de rocas muy blandas y arcillosas la limpieza se deberá efectuar en seco por procedimientos mecánicos o manuales y, finalmente, con chorro de aire, sin agua.

Al iniciar el hormigonado la roca estará saturada de agua; se eliminarán los charcos con aire comprimido u otro procedimiento de modo que, en el momento de colocar el hormigón, la superficie de apoyo esté completamente limpia, sin agua, pero sí húmeda.

### Apoyo en suelos.

En el caso de cimentaciones en suelos la preparación de la superficie de apoyo deberá proporcionar la conveniente uniformidad de la deformabilidad del medio de forma que no se produzcan asientos diferenciales perjudiciales para la estructura de hormigón, que presente la suficiente capacidad portante y para que se preserve la calidad del apoyo hasta la colocación del hormigón.

Comprenderá las siguientes operaciones:

Eliminación de puntos duros tales como bolos, fragmentos de roca y otros materiales rígidos en superficie o tan próximos a ella que pudieran ocasionar asientos diferenciales o producir grietas en el hormigón de la estructura. Los huecos originados por la extracción de estos materiales duros serán rellenados con suelos de la propia excavación compactados mecánicamente.

Rasanteado, según los Planos de la superficie de apoyo, por excavación del material sobrante y relleno compactado adicional.

Compactación superficial del suelo en el fondo de la excavación del cimiento.

Protección superficial para evitar la degradación del apoyo. Se podrá realizar por alguno de estos métodos:

Por la ejecución inmediata de la capa de hormigón de limpieza

Aplicación de un riego bituminoso

Cubrición provisional con una lámina o una película de material polimérico

Antes de proceder a las operaciones de preparación del apoyo la excavación deberá estar en seco, captadas y evacuadas las aguas que afloren en la zona de excavación de cimientos.

### Apoyo sobre obras existentes: rellenos, hormigones y otras fábricas.

Deberá evitarse el apoyo sobre materiales cuya deformabilidad sea muy diferente de la del terreno original circundante, con objeto de evitar asientos diferenciales incontrolados. En estos casos deberá removerse la totalidad de las obras existentes en la zona que vaya a ocupar la obra de hormigón.

Cuando sea admisible el apoyo sobre obras de rellenos o fábricas existentes, la preparación de la superficie de apoyo comprenderá las siguientes operaciones:

Remoción de los elementos más rígidos que el material del conjunto tales como bolos, rocas sueltas, lentejones duros; se rebajará la excavación de cimientos hasta encontrar una zona uniforme que presente condiciones de resistencia y deformabilidad homogéneas y suficientes.

Remoción de bolsadas y lentejones de material más compresible que el que constituye la mayor parte del apoyo.

Relleno de los huecos originados en las operaciones anteriores con material natural compactado, si se tratase de cimentaciones sobre rellenos existentes, o con hormigón, en el caso de apoyo sobre obras de fábrica existentes.

Impermeabilización superficial de los apoyos de material que presente huecos, con el fin de evitar las fugas de la lechada de cemento del hormigón estructural. Esta colmatación de huecos podrá realizarse con gunitado de hormigón o de mortero proyectado, o bien mediante la aplicación de una capa de mortero de consistencia seca que se introduzca en los huecos y deje un espesor mínimo de recubrimiento del orden de tres centímetros (3 cm).

Limpieza final de la superficie del apoyo removiendo todas las materias sueltas y las extrañas.

Todas las operaciones de preparación se ejecutarán manteniendo en seco toda la superficie de apoyo.

### Toma de datos.

Se tomarán perfiles transversales del terreno de apoyo tal como haya quedado definitivamente, con indicación de las singularidades geométricas finales.

En todas las excavaciones se describirá el material encontrado en el fondo de las mismas y se comprobará que coincide sensiblemente con el terreno previsto. Se levantarán croquis acotados de las singularidades geológicas del terreno tales como fallas, diaclasas importantes con su abertura y naturaleza del relleno, orientación y buzamiento.

Se verificarán las cotas de nivel y las medidas en planta de la superficie de apoyo, de acuerdo con los Planos de cimentación y las órdenes del Director.

Se comprobará, mediante nivelación topográfica, que la superficie del hormigón de limpieza queda a la cota especificada en el Proyecto como cara inferior del hormigón estructural.

En caso de superficies de apoyo de gran extensión se colocará un punto de nivelación cada veinticinco metros cuadrados (25 m²).

### Hormigón de Limpieza.

El espesor de la capa de hormigón de limpieza sobre apoyo de suelos o rellenos existentes será uniforme e igual a la definida en los Planos. Sobre apoyo rocoso se definirá por el espesor mínimo sobre las partes más salientes.

La dosificación será, como mínimo, de ciento cincuenta kilogramos (150 Kg.) de cemento por metro cúbico (m3) de hormigón, manteniendo el resto de los componentes en las cantidades previstas para el resto del hormigón y conservando su consistencia. El tamaño máximo del árido no será superior a cuarenta milímetros (40 mm).

La resistencia a compresión del hormigón a veintiocho (28) días será superior a 15 Mpa (153 Kp /cm²), salvo prescripción diferente por parte del Director.

En el caso de apoyo en roca, una vez realizada la limpieza que se indica en el artículo, se procederá al relleno con mortero y hormigón de las grietas y oquedades de modo que éstas queden llenas en su totalidad.

### Dispositivos de Drenaje

Cuando esté especificado en el Proyecto o el Director lo estime necesario, se ejecutará un sistema de drenaje del terreno de cimentación. Este sistema será el indicado en los Planos o, en su caso, por el Director.

La ejecución de los dispositivos de drenaje será de acuerdo con lo especificado en los artículos correspondientes de este Pliego.

### Control de Calidad

Sobre el hormigón de limpieza se realizarán los controles generales especificados en los artículos de Control de Calidad en obras de hormigón de este Pliego.

El resto de las actividades que comprende este artículo se controlarán mediante inspección en las que se comprobará el cumplimiento de las especificaciones de este Pliego.

### 3.9.4. Hormigón en apoyo de tubería

Si la pendiente del colector es inferior al 1%, o el colector es de diámetro superior a 1 metro, o el suelo presente en el fondo de la excavación no es adecuado para la realización de cunas de material granular, se realizarán cunas de hormigón en masa o armado para asiento de las tuberías rígidas, salvo indicación contraria del P.P.T.P. o de los planos del Proyecto.

El hormigón de las cunas será tipo HM-20 o HA-25, salvo definición en contra en el Proyecto.

La cuantía de las armaduras y las dimensiones de las cunas estarán especificadas en los Planos y/o Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Para la instalación y alineamiento de la tubería en planta y alzado se recomienda montar la tubería sobre bloques prefabricados de hormigón de las mismas características que el resto de la cuna de hormigón con la forma y superficie adecuada para no dañar a la tubería y al hormigón de limpieza o a la losa base de hormigón. En la superficie de contacto entre apoyos y el fuste de la tubería se intercalará una tela asfáltica o un material compresible de análogas características.

Una vez en posición la tubería se proseguirá el hormigonado hasta las cotas de proyecto.

La cuna de hormigón deberá tener una anchura mínima igual al diámetro exterior de la tubería más 20 cm.

Si se ejecuta la excavación en roca con explosivos, la cuna de hormigón deberá apoyar sobre una capa de arena de 10 cm. para evitar la transmisión de vibraciones.

En las cunas de hormigón se deberán prever juntas de las características indicadas en los planos, en cada unión de las tuberías y, en cualquier caso, la distancia entre juntas no será superior a 7,5 m.

En la clase A se distinguen tres tipos según la armadura prevista:

As = 0,00
As = 0,4%
As = 1,00%

Esta armadura se situará a cinco (5) centímetros de la generatriz inferior de la tubería y su calidad será B-500-S.

### 3.9.5. Hormigón en masa o armado en soleras

Las soleras se verterán sobre encachados los cuales deberán tener el perfil teórico indicado, con tolerancias no mayores de un centímetro (1 cm.) o sobre una capa de diez centímetros (10 cm.) de hormigón HM-15 de regularización y sus juntas serán las que se expresan en los planos.

Las armaduras se colocarán antes de verter el hormigón sujetando la parrilla superior con los suficientes soportes metálicos para que no sufra deformación y la parrilla inferior tendrá los separadores convenientes para guardar los recubrimientos indicados en los planos.

El hormigón se vibrará por medio de vibradores ya sean de aguja o con reglas vibrantes.

La superficie se enrasará por medio de reglas metálicas, corridas sobre rastreles también metálicos perfectamente nivelados con las cotas del proyecto. El acabado será el definido en los planos o P.P.T.P.

Las tolerancias de la superficie acabada no deberán ser superior a cinco milímetros (5 mm) cuando se comprueba por medio de reglas de tres metros (3 m) de longitud en cualquier dirección y la máxima tolerancia absoluta de la superficie de la solera en toda su extensión no será superior a un centímetro (1 cm).

### 3.9.6. Hormigón armado en estructuras

#### Muros de Contención

El hormigonado en muros de contención y estructuras análogas se realizará de forma continua entre las juntas de dilatación, retracción y construcción señaladas en los planos.

Con aprobación del Director de Obra, se podrán establecer juntas de hormigonado siguiendo las condiciones recogidas en el párrafo del punto 3.9.2.

#### Vigas, Pilares, Zapatas y Placas

Estas estructuras se hormigonarán de forma continua entre las juntas de dilatación, retracción y construcción fijadas en los Planos.

Sólo podrán establecerse juntas de construcción en lugares diferentes a los señalados en los Planos si lo autoriza la Dirección de Obra y siempre de acuerdo con lo indicado en el punto 3.9.2.

No se comenzará el hormigonado mientras la Dirección de Obra no dé su aprobación a las armaduras y encofrados.

#### Tolerancias

Desviación de la vertical en muros o ejes de pilares: ± 1/1000 de altura
Desviación máxima de la superficie plana medida con regla de tres metros: 5 mm.
Desviación máxima en la posición del eje de un pilar respecto del teórico: 20 mm.
Variación del canto en vigas, pilares, placas y muros: ± 10 mm
Variación en dimensiones totales de estructura: ± 1/1000 de la dimensión

### 3.9.7. Hormigón armado para revestimiento de obras subterráneas

#### Definición

Consiste en el recubrimiento de las paredes del túnel, galería o pozo, con hormigón de acuerdo con los planos.

#### Ejecución de las Obras

Deberán prepararse previamente las superficies que hayan de ser revestidas, eliminando las rocas sueltas o fracturadas, así como los materiales sueltos, aplicando, si es preciso, chorro de arena, agua o aire. Deberán también procederse previamente a la captación de aguas de filtración y a canalizarlas hasta la red general de evacuación antes de hormigonar.

Se calafatearán las grietas que ordene la Dirección de Obra y se dejarán preparadas las tuberías de inyección de lechada, si procede.

Los encofrados no se colocarán en el tajo hasta que se haya terminado completamente el refino, de acuerdo con los perfiles o secciones tipo correspondientes, el saneo y la limpieza de las paredes y techo de la excavación.

La toma de perfiles definitivos y demás datos podrá realizarse antes o después de la colocación de los encofrados mediante acuerdo entre el Contratista y la Dirección de Obra.

Los encofrados y cimbras cumplirán lo prescrito en los correspondientes artículos del presente capítulo y en los Planos.

La Dirección de Obra indicará expresamente en qué obra y en qué forma se autoriza el uso de transportadores neumáticos de hormigón, en cuyo caso se definirán los límites de la curva granulométrica de los áridos y el tamaño máximo y mínimo del árido grueso que se acepta.

La distancia de transporte sin batido de hormigón quedará limitada, según el medio empleado, a los siguientes valores:

| | |
|---|---|
| Vehículo sobre ruedas: | 150 m. |
| Transportador neumático de hormigón: | 50 m. |
| Bomba de hormigón: | 500 m. |
| Cintas transportadoras especiales de hormigón: | 200 m. |

Cuando la distancia de transporte de hormigón fresco sobrepase los límites indicados anteriormente, deberá transportarse en vehículos provistos de agitadores.

En casos especiales podrá el Contratista proponer medidas para evitar la segregación de hormigón, los cuales previo ensayo, se someterán a la aprobación de la Dirección de Obra.

La colocación del hormigón en el tajo se realizará con ayuda de aparatos apropiados que eviten la segregación, la formación de bolsas de aire y la caída libre del hormigón desde una altura inadecuada, debiendo en todo caso ser previamente autorizado por la Dirección de Obra.

El tajo de hormigonado se llevará de manera continua en tramos lo más largos posibles sin sobrepasar los quince metros (15 m.) de separación entre juntas. No se aceptará en ningún caso el denominado "hormigón continuo", sin cierres frontales.

El cierre de clave del revestimiento del túnel o galerías, será ejecutado siguiendo las normas que por escrito de la Dirección de Obra en consonancia con las instrucciones siguientes:

- Cuando la puesta en obra del hormigón, sea a mano, el cierre de clave se hará por tramos de longitud no superior a dos metros y medio (2,5 m.) colocando encofrados provisionales que constituyan un tabique de cierre frontal de hueco de clave, hueco que se habrá dejado previamente mediante tableros longitudinales colocados radialmente en toda la longitud del tajo a hormigonar.
- Cuando se utilice cañón neumático o bomba de transporte de hormigón el cierre de clave se realizará en retirada de la tubería de transporte y finalmente se cerrará el frente del tramo con encofrados a través del cual pasará la tubería y se inyectará hormigón hasta que la lechada de mortero refluya por la junta del encofrado frontal contra el techo de la excavación.
- El Contratista queda obligado a colocar por su cuenta los tubos para inyecciones o captación de manantiales, anclajes, tapajuntas y demás dispositivos que figuran en los planos de ejecución, o lo ordene la Dirección de Obra.
- El Contratista presentará a la Dirección de Obra el programa de hormigonado del revestimiento de túneles, galerías, pozos y obras complementarias. Este programa se acompañará de los ensayos previos y característicos necesarios para la definición de la dosificación de los hormigones a emplear. La aprobación del programa y dosificaciones por parte de la Dirección de Obra, será necesaria para el inicio de los trabajos de hormigonado.
- Una vez aprobados los planes por la Dirección de Obra, serán de obligado cumplimiento, incluidas las normas aclaratorias a las generales de este Pliego, que procedan.
- En las excavaciones realizadas con voladura o excavación mecánica con rozadora, la distancia máxima entre el frente de excavación y el de hormigón de revestimiento definitivo, del que puede exceptuarse la solera en el caso de hormigonado en dos fases, será de ciento veinte metros (120 m.) y el tiempo que transcurra en cada lugar entre ambas operaciones no será superior a treinta días (30 d.) naturales.
- La colocación del hormigón se hará por anillos de sección normal al eje del túnel, que se irá rellenando por capas horizontales de una altura inferior a la máxima que puedan consolidar los vibradores empleados y de una forma continua e ininterrumpida hasta la clave, sin que se produzca otra junta de hormigonado que la de las secciones extremas del anillo, normales al eje del túnel.
- El hormigonado del túnel en dos fases, con una primera fase, de bóveda y hastiales y una segunda, de solera, o viceversa, solamente podrá efectuarse previa autorización expresa de la Dirección

de Obra, en los tramos que ésta indique. En ningún caso será de abono la labor de limpieza, picado de juntas y tratamiento con resina epoxi ni cualquier otra operación de encofrado o manipulación de varillas de acero, u otras que se deriven de la operación en dos fases. La junta practicada será radial.

- El hormigonado en dos fases solamente podrá efectuarse cuando se hayan excavado inicialmente o se efectúen posteriormente ensanchamientos de hastiales con las dimensiones que se indican en los planos. En cualquier otro caso, el hormigonado se realizará de modo continuo en toda la sección y se abonará según las secciones de abono definidas para esta alternativa de hormigonado continuo.
- En todos se eliminarán las afluencias de agua mediante captación. El sellado o inyección con lechada de cemento u otros productos que no se ponga en contacto con el hormigón fresco encofrado.
- Para la determinación de la agresividad de las aguas y suelos exteriores al túnel, se realizarán ensayos de los mismos cada 100 m. de avance de túnel o galería, y siempre que se detecte que el agua o los suelos que atraviesen el túnel poseen distintas características.
- El Contratista está obligado a hacer las operaciones precisas para que ninguna parte metálica del sostenimiento quede con un revestimiento de hormigón menor de quince (15) centímetros, y ello, sin alteración alguna de la línea de intradós que corresponda, por todo lo cual no percibirá cantidad alguna.
- En las embocaduras y en la parte del túnel o galería hormigonada a cielo abierto el volumen de abono será el deducido estrictamente de las dimensiones de proyecto o de las instrucciones de la Dirección de Obra.
- El hormigón de revestimiento se curará rociándolo con agua durante un tiempo mínimo de 7 días o cubriéndolo con una membrana de material sellante que impida la pérdida de agua. La solera se inundará siempre que se pueda o se cubrirá con una capa de arena húmeda. El procedimiento de curado se someterá a la aprobación de la Dirección de la Obra.
- A lo largo de la ejecución de las obras y cuantas veces sea necesario, se harán limpiezas parciales de tajos e instalaciones, y al final de las inyecciones el Contratista deberá dejar la obra en perfecto estado de limpieza, sin que por ello perciba cantidad alguna.

### Tratamiento de coqueras

Las coqueras que se presenten en los paramentos de hormigón, serán tratadas por el Contratista de acuerdo con su importancia y sin derecho a abono, de dos maneras distintas:

- En las de poca importancia superficial y que no pongan al descubierto armaduras, limpieza con agua, tratamiento con un látex de imprimación y relleno con mortero sin retracción fratasado.
- En las importantes por su superficie o por dejar al descubierto armaduras, picando el hormigón y lavándolo con agua, tratamiento con resina epoxi de imprimación y agarre, encofrado de la misma dejando bebederos y relleno con mortero sin retracción tipo "Betec" o similar.

Tratamiento de juntas

El revestimiento del túnel dispondrá de juntas estancas situadas en las juntas de construcción. Cuando no esté previsto colocar junta "Water Stop", la unión entre secciones hormigonadas en fases sucesivas se hará dejando una acanaladura trapezoidal definida en los planos y hormigonándose a tope contra la superficie ya fraguada anteriormente, previa imprimación con resina epoxi. Una vez fraguadas ambas secciones, se espera el mayor tiempo posible para dar lugar a la aparición de retracciones. Entonces se procederá a limpiar y rellenar el berenjeno transversal con un mortero epoxi sin retracción o mortero de látex, de manera que resulte tras el proceso una junta estanca. Cuando la longitud del encofrado utilizado por el Contratista sea menor que la prevista en proyecto y, en consecuencia, el número de juntas de construcción sea mayor, todas ellas se ejecutarán de la forma antes especificada, no siendo de abono el incremento resultante.

En las juntas de dilatación no se aplicará resina epoxi sobre el hormigón endurecido, y se cortarán las armaduras.

#### 3.8.1.1. Tolerancias en el Hormigonado

La variación máxima admisible de las dimensiones del interior del túnel o pozo terminado respecto al teórico del Proyecto, será de 10 mm.

El espesor del revestimiento, no podrá ser menor que el de las secciones tipo de Proyecto, en ningún punto del mismo.

El recubrimiento mínimo del hormigón sobre las cerchas será de 15 cm.

La desviación máxima absoluta del túnel terminado será:

En rasante + 10 mm.
En alineación horizontal + 20 mm.

La máxima inclinación de los pozos será 1/300.

### 3.9.8. Hormigón en masa para relleno de desprendimientos en obras subterráneas

El Contratista está obligado al relleno y consolidación con hormigón, de todos los huecos producidos por desprendimientos o sobreexcavaciones, sean o no de abono, según las especificaciones de este Pliego.

Los huecos en el techo entre el hormigón y el terreno, correspondiente a desprendimientos abonables que no hayan quedado rellenos durante el hormigonado, se rellenarán con mortero inyectado a baja presión. Esta operación será por cuenta del Contratista.

### 3.9.9. Transporte y colocación del hormigón

#### Definiciones

Se define el transporte del hormigón como el conjunto de operaciones que tiene por objeto hacer llegar al hormigón desde la salida de las hormigoneras hasta el punto de colocación, sin experimentar variaciones sensibles de las características que poseía recién amasado; es decir, sin presentar disgregación, intrusión de cuerpos extraños, cambios apreciables en el contenido de agua, etc. Especialmente se cuidará de que las masas no lleguen a secarse tanto que impida o dificulte su adecuada puesta en obra y compactación, mediante la utilización de los medios auxiliares necesarios.

Se define la colocación del hormigón como el conjunto de operaciones de puesta en obra del mismo, desde que abandona la última fase del transporte, hasta que finaliza la compactación. Esta operación incluye las fases de vertido, extendido y compactación.

Será de aplicación lo estipulado en el artículo correspondiente de este Pliego.

#### Clasificación

De acuerdo con el procedimiento mediante el cual se haga llegar el hormigón al punto de colocación, el transporte puede ser clasificado en:

Transporte continuo.
Transporte discontinuo.
Transporte mixto.

El transporte continuo se realiza de modo que el suministro del hormigón al punto de colocación se produce, sin interrupción, por flujo uniforme del hormigón fresco. Los medios más usuales para ese tipo de transporte son las bombas de hormigón y las cintas transportadoras.

El alcance de las bombas de hormigón suele oscilar entre cien (100) y trescientos metros (300 m), en horizontal, y de treinta (30) a cien metros (100 m) en vertical, dependiendo, en cualquier caso, del diámetro de la tubería, que estará en consonancia con el tipo y tamaño máximo del árido utilizado y del trazado de la tubería. La capacidad nominal de los equipos oscila entre diez (10) y cincuenta metros cúbicos por hora (50 $m^3$/hora). El hormigón transportable con bomba debe tener una consistencia blanda o fluida.

El procedimiento de cinta transportadora está indicado para hormigones de consistencia seca, debiendo disponer dispositivos adecuados en los puntos de trasbordo para evitar la segregación.

El transporte discontinuo se realiza de manera intermitente mediante unidades de transporte individuales: cubos, cubas volquete, camiones hormigonera, etc.

El sistema de transporte mixto consiste en la combinación de procesos continuos y discontinuos. En muchos casos será precisa la disposición de silos-tolva de regulación con dispositivo de agitación.

## Transporte

Se estará lo dispuesto en el artículo 71.4.1 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

## Colocación del Hormigón

Se estará lo dispuesto en el artículo 71.5 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

Como norma general, no deberá transcurrir más de una hora (1 h.) entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra y compactación. Podrá modificarse este plazo si se emplean conglomerados o aditivos especiales, pudiéndose aumentar, además, cuando se adopten las medidas necesarias para impedir la evaporación del agua o cuando concurran favorables condiciones de humedad y temperatura. En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a dos metros y medio (2,5 m.) quedando prohibido el arrojarlo con la pala a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, hacerlo avanzar más de un metro (1 m.) dentro de los encofrados, o colocarlos en capas o tongadas cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

Tampoco se permitirá el empleo de canaletas y trompas para el transporte y vertido del hormigón, salvo que la Dirección de Obra lo autorice expresamente en casos particulares.

La compactación de los hormigones en obra se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas y de manera tal que se eliminen los huecos y se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación.

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

Cuando se utilicen vibradores de superficie el espesor de la capa después de compactada no será mayor de 20 centímetros.

La utilización de vibradores de molde o encofrado deberá ser objeto de estudio, de forma que la vibración se transmita a través del encofrado sea la adecuada para producir una correcta compactación, evitando la formación de huecos y capas de menor resistencia.

El revibrado del hormigón deberá ser objeto de aprobación por parte de la Dirección de Obra.

Control de Calidad.

Se estará lo dispuesto en los capítulos XIV, XV, XVI y XVII de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

### 3.9.10. Recubrimiento del hormigón

El recubrimiento de hormigón es la distancia entre la superficie exterior de la armadura (incluyendo cercos y estribos) y la superficie del hormigón más cercana.

Se define como recubrimiento mínimo de una armadura pasiva aquel que debe cumplirse en cualquier punto de la misma. Para garantizar estos valores mínimos, se prescribirá en el proyecto un valor nominal del recubrimiento $r_{nom}$, definido como:

$$r_{nom} = r_{mín} + \Delta r$$

donde:

$r_{nom}$ Recubrimiento nominal

$r_{mín}$ Recubrimiento mínimo

$\Delta r$ Margen de recubrimiento, en función del nivel de control de ejecución, y cuyo valor será:

0 mm en elementos prefabricados con control intenso de ejecución

5 mm en el caso de elementos ejecutados in situ con nivel intenso de control de ejecución

10 mm en el resto de los casos

El recubrimiento nominal es el valor que debe reflejarse en los planos, y que servirá para definir los separadores. El recubrimiento mínimo es el valor que se debe garantizar en cualquier punto del elemento y que es objeto de control, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 95º de la EHE 08.

En los casos particulares de atmósfera fuertemente agresiva o especiales riesgos de incendio, los recubrimientos indicados en el presente Artículo deberán ser aumentados.

## Tabla 37.2.4.1.a
Recubrimientos mínimos (mm) para las clases generales de exposición I y II

| Clase de exposición | Tipo de cemento | Resistencia característica del hormigón [N/mm²] | Vida útil de proyecto ($t_g$), (años) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 50 | 100 |
| I | Cualquiera | $f_{ck} \geq 25$ | 15 | 25 |
| II a | CEM I | $25 \leq f_{ck} < 40$ | 15 | 25 |
| | | $f_{ck} \geq 40$ | 10 | 20 |
| | Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón | $25 \leq f_{ck} < 40$ | 20 | 30 |
| | | $f_{ck} \geq 40$ | 15 | 25 |
| II b | CEM I | $25 \leq f_{ck} < 40$ | 20 | 30 |
| | | $f_{ck} \geq 40$ | 15 | 25 |
| | Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón | $25 \leq f_{ck} < 40$ | 25 | 35 |
| | | $f_{ck} \geq 40$ | 20 | 30 |

## Tabla 37.2.4.1.b
Recubrimiento mínimo (mm) para las clases generales de exposición III y IV

| Hormigón | Cemento | Vida útil de proyecto ($t_g$) (años) | Clase general de exposición | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | IIIa | IIIb | IIIc | IV |
| Armado | CEM III/A, CEM III/B, CEM IV, CEM II/B-S, B-P, B-V, A-D u hormigón con adición de microsílice superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20% | 50 | 25 | 30 | 35 | 35 |
| | | 100 | 30 | 35 | 40 | 40 |
| | Resto de cementos utilizables | 50 | 45 | 40 | * | * |
| | | 100 | 65 | * | * | * |
| Pretensado | CEM II/A-D o bien con adición de humo de sílice superior al 6% | 50 | 30 | 35 | 40 | 40 |
| | | 100 | 35 | 40 | 45 | 45 |
| | Resto de cementos utilizables, según el Artículo 26° | 50 | 65 | 45 | * | * |
| | | 100 | * | * | * | * |

* Estas situaciones obligarían a unos recubrimientos excesivos, desaconsejables desde el punto de vista de la ejecución del elemento. En estos casos, se recomienda comprobar el Estado Límite de Durabilidad según lo indicado en el Anejo n° 9, a partir de las características del hormigón prescrito en el Pliego del prescripciones técnicas del proyecto.

Los recubrimientos deberán garantizarse mediante la disposición de los correspondientes elementos separadores colocados en obra.

Estos calzos o separadores deberán disponerse de acuerdo con la siguiente tabla:

**Tabla 69.8.2**
Disposición de separadores

| Elemento | | Distancia máxima |
|---|---|---|
| Elementos superficiales horizontales (losas, forjados, zapatas y losas de cimentación, etc.) | Emparrillado inferior | 50 ø ⩽ 100 cm |
| | Emparrillado superior | 50 ø ⩽ 50 cm |
| Muros | Cada emparrillado | 50 ø ó 50 cm |
| | Separación entre emparrillados | 100 cm |
| Vigas [1)] | | 100 cm |
| Soportes [1)] | | 100 ø ⩽ 200 cm |

[1)] Se dispondrán, al menos, tres planos de separadores por vano, en el caso de las vigas, y por tramo, en el caso de los soportes, acoplados a los cercos o estribos.
ø Diámetro de la armadura a la que se acople el separador.

Los separadores deberán estar constituidos por materiales resistentes a la alcalinidad del hormigón, y no inducir corrosión de las armaduras. Deben ser al menos tan impermeables al agua como el hormigón, y ser resistentes a los ataques químicos a que se puede ver sometido este.

Independientemente de que sean provisionales o definitivos, deberán ser de hormigón, mortero, plástico rígido o material similar y haber sido específicamente diseñados para este fin.

Si los separadores son de hormigón, éste deberá ser, en cuanto a resistencia, permeabilidad, higroscopicidad, dilatación térmica, etc., de una calidad comparable a la del utilizado en la construcción de la pieza. Análogamente, si son de mortero, su calidad deberá ser semejante a la del mortero contenido en el hormigón de la obra.

Cuando se utilicen separadores constituidos con material que no contenga cemento, aquellos deberán, para asegurar su buen enlace con el hormigón de la pieza, presentar orificios cuya sección total sea al menos equivalente al 25% de la superficie total del separador.

Se prohíbe el empleo de madera, así como el de cualquier material residual de construcción, aunque sea ladrillo u hormigón. En el caso de que puedan quedar vistos, se prohíbe asimismo el empleo de materiales metálicos. En cualquier caso, los materiales componentes de los separadores no deberán tener amianto.

### 3.9.11. Hormigonado en condiciones climáticas desfavorables

#### Definición

Se define como hormigonado en condiciones climáticas desfavorables la puesta en obra y el curado del hormigón en ambiente adverso para la obtención de propiedades finales exigidas.

#### Clasificación

Se distinguen los tres casos siguientes:

Hormigonado en tiempo frío.
Hormigonado en tiempo caluroso.
Hormigonado en tiempo lluvioso.

#### Hormigonado en Tiempo Frío

Se estará lo dispuesto en el Artículo 71.5.3.1 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde encofrado, no será inferior a 5ºC. Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados. En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados.

En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento de hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

En el caso de que se produzca algún tipo de daño, deberán realizarse los ensayos de información (véase Artículo 86º) necesarios para estimar la resistencia realmente alcanzada, adoptándose, en su caso, las medidas oportunas.

El empleo de aditivos aceleradores de fraguado o aceleradores de endurecimiento o, en general, de cualquier producto anticongelante específico para el hormigón, requerirá una autorización expresa, en cada caso, de la Dirección de Obra. Nunca podrán utilizarse productos susceptibles de atacar a las armaduras, en especial los que contienen ion cloro.

### Hormigonado en Tiempo Caluroso

Se estará lo dispuesto en el Artículo 71.5.3.2 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón y para reducir la temperatura de la masa. Estas medidas deberán acentuarse para hormigones de resistencias altas. Para ello los materiales constituyentes del hormigón y los encofrados o moldes destinados a recibirlo deberán estar protegidos del soleamiento.

Una vez efectuada la colocación del hormigón se protegerá éste del sol y especialmente del viento, para evitar que se deseque.

Si la temperatura ambiente es superior a 40ºC o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten medidas especiales.

### Hormigonado en Tiempo Lluvioso.

Se suspenderá el hormigón en caso de producirse lluvias intensas que deslaven el hormigón fresco.

En tiempo lluvioso se evitará el aumento de la cantidad de agua aportado al hormigón fresco, protegiéndolo adecuadamente durante el transporte, vertido y compactación, hasta que alcance un grado suficiente de endurecimiento.

Se evitará la acumulación de agua en los tajos. Excepcionalmente, cuando el Director lo estime imprescindible, se permitirá el hormigonado sobre pequeñas acumulaciones de agua de pequeña profundidad tomando las precauciones que aquél determine, tales como el aumento de la dosificación de cemento, proceso y orden de vertido, posible descabezado superficial o eliminación de las zonas de hormigón deslavadas por el contacto con el agua.

### Control de Calidad

### Generalidades.

Se estará lo dispuesto en los Capítulos XIV, XV, XVI y XVII de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

### Control de producción.

El Contratista redactará y someterá a la aprobación del Director una Pauta de Control de producción que, obligatoriamente, deberá efectuar para el hormigonado en condiciones climáticas desfavorables.

El Contratista llevará un control estricto de temperaturas máximas y mínimas durante la ejecución del hormigonado mediante la colocación y consiguiente lectura y registro de los termómetros necesarios en función de las características de la obra y la situación de los puntos de colocación del hormigón. En obras importantes se instalarán termómetros registradores.

Durante la ejecución del hormigonado, en el lapso de tiempo que duren las condiciones climáticas desfavorables, se controlará la realización de todas las operaciones previstas en el correspondiente Plan de Hormigonado que el Contratista deberá someter a la consideración del Director y de todas las especificaciones fijadas en este Pliego y ordenadas por el Director.

Los materiales especialmente empleados para el hormigonado en condiciones climáticas desfavorables se controlarán de acuerdo con el articulado de este Pliego, exigiendo, en todo caso, los Certificados de Origen y Garantía de los Fabricantes.

### Control de recepción.

Se estará lo dispuesto en el Artículo 79.3 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

El Director establecerá las condiciones de aceptación o rechazo de los materiales y de la ejecución de las protecciones sobre los puntos señalados anteriormente para el control de la producción.

## 3.9.12. Curado del hormigón

### Definición

Se define como curado del hormigón el conjunto de operaciones necesarias para asegurar que el fraguado y el primer endurecimiento del hormigón colocado se produzcan en las adecuadas condiciones, y así evitar el menoscabo de las características finales del hormigón por causas ambientales.

Los objetivos del curado son el mantenimiento en toda la masa del hormigón colocado y especialmente en las partes superficiales de:

La humedad necesaria para garantizar la completa hidratación de las partículas de cemento.
La temperatura, entre los límites convenientes, para garantizar el correcto proceso ininterrumpido del fraguado y endurecimiento del hormigón.

No son objeto de este artículo los procedimientos de curado acelerado por temperatura o vapor que se emplean en la ejecución de piezas prefabricadas de hormigón.

Las medidas de protección para el hormigonado en condiciones climáticas desfavorables no son objeto de este artículo, aunque contribuyan al correcto proceso de fraguado y endurecimiento del hormigón.

Durante el primer período de endurecimiento, se someterá el hormigón a un proceso de curado, que se prolongará a lo largo de un plazo, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas.

Como término medio, resulta conveniente prolongar el proceso de curado durante siete días, debiendo aumentarse este plazo cuando se utilicen cementos de endurecimiento lento o en ambientes secos y calurosos. Cuando las superficies de las piezas hayan de estar en contacto con aguas o filtraciones salinas, alcalinas o sulfatadas, es conveniente aumentar el citado plazo de siete días en un 50% por lo menos.

### Clasificación

### Humectación del hormigón.

Por humectación del hormigón se designan todos los procesos de curado que, con distintos medios auxiliares, se basan en el riego o inundación con agua.

### Chorro de agua.

El curado se realiza manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón, mediante riego directo con manguera, de forma que no produzca deslavado.

### Aspersión.

El riego se efectúa por medio de aspersores o difusores de agua.

### Curado al vapor.

En este procedimiento de endurecimiento acelerado el curado se realiza calentando el hormigón en una atmósfera saturada al vapor de agua y a la presión ordinaria. Este procedimiento de curado no podrá iniciarse hasta que no haya transcurrido el período de prefraguado.

### Protección de las superficies.

Para mantener constantemente la humedad, en el caso de riego intermitente, las superficies se cubrirán, una vez que el hormigón haya alcanzado la resistencia suficiente para que no se vea perjudicada la terminación superficial, con un material poroso, susceptible de empaparse y que retenga el agua por capilaridad, dificultando su evaporación, pero facilitando la acumulación del agua. Los sistemas de protección pueden ser los que a continuación se indican.

### Simple protección.

Se podrán utilizar como materiales de protección de las superficies alguno de los siguientes: tela de arpillera, lona, esteras de fibra de coco o de yute, paja o algodón sueltas o en esteras, o arena.

### Lámina impermeable.

El curado también podrá realizarse cubriendo la superficie con láminas impermeables, una vez que el hormigón vaya alcanzando la resistencia suficiente para que no se vea perjudicada la terminación superficial. Por lo general se emplearán láminas impermeables de polímeros, películas o láminas delgadas, que cumplirán lo especificado en los artículos correspondientes de este Pliego.

### Recintos cerrados con ambiente artificial.

Este método consiste en la creación de recintos cerrados que cubren la superficie del hormigón por alguno de los procedimientos descritos, como simple protección. En su interior se colocan elementos que modifican y controlan las condiciones de temperatura y humedad del ambiente (estufas, acondicionadores de aire, humidificadores, etc.), manteniéndolas dentro de los límites adecuados.

### Curado por higroscopicidad.

Se define como higroscopicidad la propiedad que tienen algunas sustancias de absorber la humedad del aire. Este procedimiento de curado consiste en esparcir sales higroscópicas, bien pulverizadas, sobre la superficie tratada y en cantidad suficiente para mantenerla húmeda. Las sustancias a emplear podrán ser: cloruro cálcico (Cl2 Ca), silicato sódico (SiO4 Na2) o hipoclorito cálcico (Cl2 O Ca). Este método de curado solamente será aplicable previa autorización expresa del Director, pero en ningún caso, en obras de hormigón armado o pretensado.

### Productos filmógenos de curado.

Se define como productos filmógenos de curado los que forman una película impermeable sobre el hormigón. Se aplican sobre superficies horizontales e inclinadas de hormigón con objeto de retardar la evaporación del agua durante su primer período de endurecimiento y reducir, al mismo tiempo, la elevación de temperatura en el hormigón expuesto a los rayos solares. Los productos comprendidos bajo esta definición son aptos para ser usados como medio de curado del hormigón y pueden ser también utilizados para posterior curado del hormigón después del desencofrado o de un curado húmedo inicial.

### Ejecución

Se estará lo dispuesto en el Artículo 71.6 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

### Control de calidad

Será de aplicación lo establecido en el Artículo correspondiente de este Pliego.

Se comprobará el cumplimiento de las especificaciones relativas a los materiales utilizados en el proceso de curado.

Se realizarán las inspecciones necesarias para determinar la correcta realización del proceso de curado de acuerdo con lo que indique el Director.

En los casos de curado en recintos cerrados con ambiente artificial, curado por calor, curado al vapor, etc., se realizarán, salvo indicación contraria del Director, los ensayos previos que permitan definir el ciclo térmico más adecuado para la dosificación de hormigón proyectada.

## 3.9.13. Control de calidad de las obras de hormigón

### Definiciones

Control de calidad: conjunto de actividades que se desarrollan antes, durante y después de la ejecución de una obra para verificar si ésta alcanza el nivel de calidad exigido en el Proyecto.

El control de la calidad del hormigón se realizará de acuerdo con lo indicado en los Capítulos XIV, XV, XVI y XVII de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 08, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

### Control de producción.

Control de calidad que el Contratista o el fabricante, en su caso, realiza para asegurarse de que el producto final alcanza el nivel de calidad que ha sido establecido en el Contrato mediante prescripciones técnicas fijadas en los Pliegos.

El control de producción del hormigón se realizará siguiendo los preceptos establecidos en los artículos del párrafo anterior según lo dispuesto en la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

## Control de recepción.

Control de calidad realizado por la Administración bien sea directamente o por medio de terceros para determinar si los materiales, los procesos de ejecución de las unidades de obras o las obras terminadas cumplen las condiciones de calidad establecidas en el Contrato.

## Control de la Recepción

El Contratista estará obligado a definir y desarrollar un sistema de seguimiento de acuerdo a la EHE 08, que permita comprobar la conformidad de la ejecución. Para ello, elaborará un plan de autocontrol que incluya todas las actividades y procesos de la obra e incorpore, contemplando las particularidades de la misma, el programa previsto para su ejecución y que deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa antes del inicio de los trabajos.

El Control de recepción se realizará sobre los mismos aspectos que el control de producción, de acuerdo con lo establecido en el Pliego en cuanto a intensidad, frecuencia y selección de los puntos o materias de control que este documento indique o, en su defecto, según el criterio del Director.

El sistema de seguimiento definido por el contratista y redactado de acuerdo con el plan de control definido en el proyecto, deberá contemplar como mínimo los siguientes aspectos:

la identificación de productos y procesos objeto de control, definiendo los correspondientes lotes de control y unidades de inspección, describiendo para cada caso las comprobaciones a realizar y los criterios a seguir en el caso de no conformidad;
la previsión de medios materiales y humanos destinados al control con identificación, en su caso, de las actividades a subcontratar;
la programación del control, en función del procedimiento de autocontrol del Constructor y el plan de obra previsto para la ejecución por el mismo;
la designación de la persona encargada de las tomas de muestras;
el sistema de documentación del control que se empleará durante la obra.

Los resultados de todas las comprobaciones realizadas en el autocontrol deberán registrarse en un soporte, físico o electrónico, que deberá estar a disposición de la Dirección Facultativa. Cada registro deberá estar firmado por la persona física que haya sido designada por el Constructor para el autocontrol de cada actividad.

Durante la obra, el Constructor deberá mantener a disposición de la Dirección Facultativa un registro permanentemente actualizado, donde se reflejen las designaciones de las personas responsables de efectuar en cada momento el autocontrol relativo a cada proceso de ejecución. Una vez finalizada la obra, dicho registro se incorporará a la documentación final de la misma.

Además, en función del nivel de control de la ejecución, el Constructor definirá un sistema de gestión de los acopios suficiente para conseguir la trazabilidad requerida de los productos y elementos que se colocan en la obra.

Los criterios de aceptación o rechazo serán los indicados en este Pliego complementados o modificados por el Director.

En caso de disparidad de resultados del control de recepción y el de producción, sobre los ensayos, pruebas o inspecciones realizados para un determinado material o unidad de obra, sea ésta por los valores numéricos o por los criterios de estimación, organización de lotes, etc., prevalecerá lo que a juicio del Director resulte más fiable, atendiendo a las condiciones de ejecución de los ensayos, representatividad de las muestras e importancia de la parte de obra afectada.

En tal caso, el Contratista podrá proponer al Director la realización de uno o más ensayos contradictorios sobre los aspectos en los que se haya presentado la disparidad, siempre que ello fuera posible por disponibilidad de muestra u otras circunstancias y aconsejable por la trascendencia de la decisión que el Director hubiera de tomar al respecto sobre el material o parte de la obra afectada.

La realización de estos ensayos contradictorios se confiará a un laboratorio o entidad independiente del ámbito de la obra, propuesto por el Contratista y que sea aceptado por el Director.

Se recomienda en estos casos la redacción previa de un documento sobre los puntos o resultados en los que se basa la disparidad, las características de la muestra o unidad que se somete al nuevo ensayo, la norma o procedimiento por el que ha de realizarse éste, incluyendo los criterios de interpretación de los resultados y la forma de abono de los gastos derivados de todas estas actividades.

### 3.9.14. Control de los materiales en obras de hormigón

#### Definición

Se define como control de los materiales en obras de hormigón el control de la calidad de los materiales constitutivos o incorporados al hormigón de la obra definitiva.

El control se ejercerá sobre los materiales siguientes:

Cemento.
Aditivos.
Productos de adición.
Agua de amasado.
Áridos.
Armaduras y sus accesorios.
Piezas incorporadas o ancladas al hormigón.
Bandas de estanqueidad de juntas.
Masillas e imprimaciones para juntas.
Apoyos.
Juntas de tablero.
Resinas sintéticas.
Fibras de refuerzo del hormigón.

Productos de material polimérico.
Materiales especiales.
Hormigones y morteros.

Será de aplicación lo establecido en el artículo correspondiente de este Pliego.

El Contratista estará obligado a realizar el control de los materiales anteriormente indicados como parte integrante del control de producción, tanto en lo referente a la recepción de los materiales como a su posterior almacenamiento y manipulación, hasta su empleo en obra.

### Control de los Componentes del Hormigón

### Control del cemento.

Se estará a lo dispuesto en el Artículo 85.1 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

### Control de los aditivos y de los productos de adición.

Se estará a lo dispuesto en los Artículos 85.3 y 85.4 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

### Control de agua de amasado.

Se estará a lo dispuesto en el Artículo 85.5 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

### Control de los áridos.

Se estará a lo dispuesto en el Artículo 85.2 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

### Control del Hormigón

El control de producción del hormigón será efectuado por el Contratista según la Pauta aprobada, la cual deberá contener los siguientes puntos:

Control de fabricación del hormigón, según lo especificado en el apartado específico del artículo correspondiente de este Pliego, para los hormigones fabricados en obra, y en el apartado correspondiente de este Pliego, para los hormigones suministrados.

Control del tamaño máximo. Será de aplicación lo establecido en el Artículo 85.2 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

Salvo en el caso al que se refiere el párrafo siguiente, los áridos deberán disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, por lo que su idoneidad se comprobará mediante la verificación documental de que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el proyecto y en el artículo 28º de la EHE 08.

En el caso de áridos de autoconsumo, el Constructor o, en su caso, el Suministrador de hormigón o de los elementos prefabricados, deberá aportar un certificado de ensayo, con antigüedad inferior a tres meses, realizado por un laboratorio de control según el apartado 78.2.2.1 de la EHE 08 que demuestre la conformidad del árido respecto a las especificaciones contempladas en el proyecto y en el artículo 28º de la EHE 08, con un nivel de garantía estadística equivalente que el exigido para los áridos con marcado CE en la norma UNE EN 12620.

Control de la resistencia. Será de aplicación lo establecido en el Artículo 86.5. de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 2008, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

Control de otras características. Se realizará según lo establecido en el Artículo de Hormigones, cuando lo exija el Pliego.

Control de la consistencia del hormigón fresco. Será de aplicación lo establecido en el Artículo 86.5 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 2008 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

### Regularidad del Hormigón

La calificación de regularidad del hormigón de un determinado tipo o clase, obtenida a lo largo de un período de tiempo o en una unidad de obra determinada, se hará de acuerdo con lo expuesto en el artículo correspondiente de la EHE, a partir de la desviación típica de la resistencia del hormigón.

Cuando el número de resultados sea inferior a veinte (20), la desviación típica se estimará, según la norma UNE 66006.

## 3.9.15. Control de la ejecución de las obras de hormigón

### Definición

Se define como control de la ejecución de las obras de hormigón el conjunto de actividades que se desarrollan con el fin de comprobar que la realización de las distintas unidades que componen la obra de hormigón se efectúa correctamente, y de acuerdo con las prescripciones establecidas en este Pliego.

El control de la ejecución comprenderá los siguientes puntos:

Control de los replanteos.
Control de las operaciones previas al hormigonado:
- Preparación del apoyo.
- Encofrados, apeos y cimbras.
- Armaduras.
- Otros elementos incorporados.

Control del hormigonado:
- Fabricación del hormigón.
- Transporte, colocación y curado.
- Desencofrado y descimbrado.
- Acabado de paramentos.

Control térmico del hormigón:
- Ambiente.
- Hormigón fresco.
- Hormigón endurecido.

Control geométrico.

Los puntos anteriores serán objeto tanto del control de producción, que obligatoriamente debe realizar el Contratista, como del control de recepción, que corresponde a la Dirección.

Será de aplicación lo establecido en el Artículo correspondiente de este Pliego.

### Pautas del Control de Producción

El Contratista someterá a la aprobación del Director las pautas de control de producción que se propone llevar a cabo en cada uno de los puntos indicados en el anterior apartado. Estas pautas deberán cumplir las prescripciones de este Pliego y las que, en su caso, estableciera el Director.

Las Pautas de Control se redactarán de acuerdo con lo indicado en el apartado específico del Artículo correspondiente de este Pliego, siendo de aplicación lo establecido en dicho artículo.

### Control de los Replanteos

El Contratista comprobará la correcta posición de las superficies finales, encofrados y dispositivos siguientes:

Excavación de la cimentación y preparación de la superficie de apoyo.
Encofrados de iniciación.
Encofrados de tongadas sucesivas, o tramos.
Encofrados o moldes de partes singulares: ranuras, cajetines, conductos interiores.
Armaduras.
Elementos y piezas incorporadas: bandas de estanqueidad, conductos para inyecciones, piezas fijas de equipos hidromecánicos y otros, etc.

Sensores de auscultación.
Otros dispositivos especiales.

### Control de las Operaciones Previas al Hormigonado

El Contratista comprobará las operaciones y el estado final inmediatamente anterior a la colocación del hormigón de:

La preparación del apoyo y hormigón de limpieza.
Encofrados, cimbras y apeos.
Armaduras y otras piezas incorporadas al hormigón.

Antes de iniciar las operaciones de fabricación y colocación del hormigón el Contratista comprobará lo siguiente:

Disponibilidad de los componentes del hormigón de calidad adecuada y en cantidad suficiente para garantizar el hormigonado completo de los tajos de hormigonado ininterrumpido previstos para la jornada.
El buen estado de las instalaciones auxiliares y equipos de maquinaria que vayan a emplearse.
Las condiciones climatológicas previsibles durante el hormigonado y curado, con el fin de tomar, en su caso, las medidas establecidas para los casos de hormigonado en condiciones climáticas desfavorables.

### Control de Hormigonado

El control de producción del hormigonado abarcará los siguientes aspectos:

Fabricación del hormigón.
Transporte y colocación del hormigón.
Curado del hormigón.
Descimbrado y desencofrado.
Acabado de paramentos.

### Control Térmico del Hormigón

Bajo el epígrafe de control térmico del hormigón se incluye lo siguiente:

El control de las condiciones climáticas, temperatura, humedad, velocidad del viento y lluvia, se efectuará por el Contratista con el fin de poder adoptar, en su momento y con la previa autorización del Director, las medidas previstas para el hormigonado en condiciones climáticas desfavorables.
El control de la temperatura del hormigón fresco.
El control de los tratamientos térmicos de los componentes del hormigón, en su caso.
El control de la adición de hielo en el hormigón, en su caso.
El control de la temperatura del hormigón endurecido y, en su caso, del enfriamiento artificial del hormigón colocado.

### Control Geométrico

El control geométrico consiste en la verificación de la forma y dimensiones de las obras y sus diferentes partes, y en su caso, las desviaciones respecto a las definidas en los Planos.

Se comprobará que las desviaciones no exceden de las tolerancias indicadas en el artículo correspondiente de este Pliego o de las especificadas, en su caso, por el Director.

## 3.9.16. Acabados superficiales de las obras de hormigón

### Superficies Encofradas

Acabado clase E-1 (HORMIGON OCULTO)

Esta clase de acabado es de aplicación, en general, a aquellos paramentos que quedarán ocultos debido a rellenos de tierras, cubrición con agua o tratamientos superficiales posteriores, o bien porque así se especifique en los Planos o P.P.T.P.

Los encofrados estarán formados por tablones cerrados, paneles metálicos o cualquier otro tipo de material adecuado para evitar la pérdida de la lechada cuando el hormigón es vibrado dentro del encofrado.

La superficie estará exenta de huecos, coqueras u otras deficiencias importantes.

En algunos elementos con esta clase de acabado podría permitirse el uso de latiguillos.

Acabado clase E-2 (HORMIGON VISTO)

Esta clase de acabado es de aplicación a aquellos paramentos que estarán generalmente a la vista, pero en los que no se exigirá un acabado de alta calidad. Los encofrados estarán formados por tablones de madera cepillada y canteada, de anchuras uniformes y dispuestas de forma que las juntas entre ellos queden en prolongación tanto en sentido vertical como horizontal. La Dirección de Obra podrá ordenar la reparación o sustitución de los elementos que forman el encofrado cuantas veces lo considere oportuno. Alternativamente se podrán utilizar paneles contrachapeados, fenólicos o metálicos. Los elementos de atado se dispondrán con un reparto regular y uniforme. Salvo especificación en contra las juntas de hormigonado serán horizontales y verticales, quedando marcadas mediante la colocación de berenjenos en el encofrado y su posterior retirada. Estos no serán objeto de abono por separado.

La superficie del hormigón estará exenta de huecos, coqueras y otros defectos, de forma que no sea necesario proceder a un relleno de los mismos. No se admitirán reboses de lechada en la superficie, manchas de óxido ni ningún otro tipo de suciedad. Las rebabas, variaciones de color y otros defectos serán reparados según un procedimiento aprobado por la Dirección de Obra, siendo todas las operaciones de cuenta del Contratista.

Acabado clase E-3 (HORMIGON VISTO ARQUITECTONICO)

Esta clase de acabado es de aplicación en paramentos vistos en los que se quiera conseguir un aspecto especialmente cuidado.

Para conseguir esto se utilizarán encofrados de madera machihembrada o paneles contrachapeados, de gran tamaño. Así mismo, se podrán utilizar encofrados con un diseño especial si el proyecto

lo especifica. Las juntas entre los tableros y el hormigonado serán verticales y horizontales salvo que se disponga lo contrario.

Se dispondrán haciéndolas coincidir con elementos arquitectónicos, dinteles, cambios de dirección, de la superficie, etc. No se permite el uso de tablones sin forro ni paneles metálicos ordinarios.

Las juntas se ejecutarán mediante la colocación en el encofrado de berenjenos, y su posterior retirada. Así mismo se podrán disponer berenjenos, según un modelo definido en los planos o por la Dirección de Obra. En ningún caso estos elementos serán objeto de abono por separado.

La superficie de hormigón será suave, sin marcas de los tableros, huecos, coqueras y otros defectos. El color de los paramentos acabados será uniforme en toda la superficie. No son admisibles las fugas de lechada, manchas de óxido ni ningún otro tipo de suciedad. Las rebabas deberán ser cuidadosamente eliminadas.

### Superficies No Encofradas

Acabado clase S-1 (RASTRELADO)

El hormigón será nivelado y rastrelado uniformemente para producir una superficie plana que pueda ser estriada cuando se pretenda aumentar la rugosidad.

Acabado clase S-2 (FRATASADO CON LLANA DE MADERA)

Sobre un acabado de clase S-1 se repasa la superficie presionando suavemente con llana de madera de forma que se obtenga una superficie exenta de las marcas del rastrelado.

Salvo indicación expresa en contra de los planos del proyecto, del P.P.T.P. o de la Dirección de Obra el acabado de las superficies no encofradas será del tipo S-2.

Acabado clase S-3 (FRATASADO CON LLANA METALICA)

Sobre una superficie de clase S-2 cuando la humedad superficial del hormigón ha desaparecido y éste ha endurecido lo suficiente para evitar que la lechada ascienda a la superficie, se alisará esta con llana metálica bajo presión firme o mecánicamente, de forma que se obtenga una superficie dura, lisa y uniforme exenta de las marcas de la llana. Este tipo de acabado es el indicado para tratamientos antideslizantes, ruleteado, etc., así como para todas aquellas superficies en las que se deba cuidar el aspecto.

### Tratamientos Superficiales del Hormigón

Tratamientos antideslizantes

Consiste en rociar la superficie del hormigón con polvo de cuarzo, corindón u otro producto similar una vez que aquel ha iniciado el fraguado. Cuando se quiere conseguir una buena terminación se adoptará un acabado tipo Clase S-3.

Salvo especificación en el P.P.T.P., la Dirección de Obra decidirá el color final de la superficie, así como otros detalles de ejecución que estime oportunos.

Tratamientos antipolvo

En aquellos recintos en los que se prevea la posibilidad de formación de polvo debido al desgaste superficial de las soleras del hormigón, se pintarán éstas con productos. En cualquier caso, el tratamiento será sometido a la aprobación de la Dirección de Obra.

Se aplicarán sobre superficies con acabado S-2 o S-3.

Tratamientos antiácidos

En aquellos elementos de hormigón que puedan estar en contacto con productos de carácter ácido, aunque sea en concentraciones bajas, se protegerá el hormigón con productos a base de resina epoxi, según se indica en el artículo correspondiente del presente Pliego. En cualquier caso, el tratamiento deberá ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra.

Este tratamiento se aplicará sobre superficies con acabado clase S-2 o S-3.

Tratamientos mecánicos de las superficies de hormigón

Estos tratamientos comprenden aquellas operaciones que alteran la superficie del hormigón por medios mecánicos como el abujardado, chorreado con arena, picado con martillina, etc., con la intención de obtener elementos ornamentales o con un acabado especialmente cuidado.

La Dirección de Obra ordenará las pruebas que estime necesarias hasta alcanzar el grado de acabado que estime adecuado para el elemento objeto del tratamiento.

Albañilería

Los planos del Proyecto definirán las superficies que tendrán un tratamiento posterior de albañilería y las características de la misma.

Salvo modificación expresa en el P.P.T.P. se cumplirán las especificaciones del artículo 3.19. del presente Pliego, así como las instrucciones que emita la Dirección de Obra.

### 3.9.17. Medición y abono

La medición de los hormigones en general que tendrá lugar por metros cúbicos (m3), se calculará exactamente por procedimientos geométricos, tomando como datos las dimensiones que figuran en los planos junto con las modificaciones que hubiera podido autorizar la Dirección de Obra durante la construcción y comprobado en la obra ejecutada. Se abonará según sección teórica reflejada en planos, no admitiéndose ningún exceso de medición sobre dichas secciones, salvo aprobación expresa y por escrito de la D.O. Se abonarán mediante aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios.

Los diferentes Artículos relacionados con la ejecución de las obras de hormigón en masa o armado definen las unidades de obras que serán de abono directo.

Las operaciones y materiales que, siendo necesarios para la ejecución de las unidades de obra, no figurasen explícitamente en el Pliego o en los Cuadros de Precios, no serán de abono directo; y se entenderá que su coste está incluido en los precios unitarios o en las partidas alzadas de abono íntegro establecidas en dichos documentos.

En los precios unitarios del hormigón de limpieza de la obra a cimentar estarán incluidos todos los gastos de las operaciones de preparación y limpieza de la superficie de apoyo o cimiento, definidos en el presente artículo; por tanto, no serán objeto de abono directo.

En los precios de las distintas clases de hormigón quedará incluido:

El estudio y la obtención de la fórmula de trabajo para cada tipo de hormigón, así como los materiales necesarios para dicho estudio; el cemento, árido, agua y aditivos necesarios para la fabricación y aprobados por la Dirección de Obra.

La fabricación (incluyendo los materiales el cemento, árido, agua y aditivos), dosificación, amasado, transporte, puesta en obra del hormigón con la fórmula de trabajo obtenida (incluidos separadores armadura-encofrados) y compactación del hormigón; la ejecución y tratamiento de las juntas; la protección del hormigón fresco, el curado y los productos de curado; el acabado y la realización de la textura superficial; y cuantos materiales, maquinaria y mano de obra sean necesarios para la correcta, rápida y segura ejecución de las unidades de obra objeto de éste Artículo.

Los gastos derivados de los controles de materiales, las comprobaciones y controles de la ejecución para el correcto mantenimiento de las condiciones relativas a las operaciones de fabricación del hormigón, dosificación, amasado y puesta en obra, no serán objeto de abono directo; sus costes estarán incluidos en los precios unitarios del hormigón colocado en obra.

El contratista no tendrá derecho al abono de cantidad alguna por la definición y desarrollo del sistema de seguimiento del control de calidad de la ejecución de la obra, por encontrarse dicho abono repercutido dentro de los precios del hormigón utilizado en la obra.

Será de abono un suplemento por metro cúbico ($m^3$) en aquellos hormigones en cuya fabricación sea necesario emplear cemento sulforresistente para garantizar su durabilidad según las clases de exposición definidas en la EHE.

La capa de asiento, o de unión entre tongadas, se abonará al mismo precio por metro cúbico ($m^3$) que el hormigón colocado sobre ella.

Los acabados superficiales de paramentos encofrados vienen determinados por la calidad de éste. En consecuencia, los materiales y elementos que se deben emplear y todas las operaciones necesarias para cumplir las especificaciones definidas para cada clase, forma parte de la unidad correspondiente de encofrado y están incluidos en el precio de aquél, no siendo objeto de abono por separado ninguno de los conceptos.

El acabado superficial de los hormigones sin encofrado de clases S-1 y S-2 se considera incluido en la unidad de obra del hormigón correspondiente en todos los casos.

Las operaciones necesarias para obtener el acabado de clase S-3 pueden estar incluidas en los precios de la unidad de hormigón correspondiente, si así lo indica el texto y la justificación del precio de aquella, o bien abonarse por metro cuadrado de suplemento para ejecución del acabado especificado.

Salvo que el P.P.T.P. lo establezca de otra forma se abonarán los tratamientos superficiales, incluidos en el presente artículo, por metro cuadrado realmente ejecutado, a los precios que para ellos se definan en el Cuadro de Precios nº1 del Proyecto.

La imprimación epoxi para unión del hormigón fresco al endurecido, cuando sea precisa, se abonará por separado al precio correspondiente incluido dentro del cuadro de precios nº1 del proyecto.

Los volúmenes de hormigón originados por exceso de excavación no serán de abono excepto si hubieran sido previamente autorizados por la Dirección de Obra o si corresponden a desprendimientos, no imputables al Contratista. En este último caso el hormigón empleado en su relleno se abonaría al precio correspondiente.

En el caso de que se requiera para la colocación del hormigón un equipo de bombeo, este será de abono como suplemento por metro cúbico ($m^3$) de bombeo de hormigón y al precio correspondiente incluido dentro del cuadro de precios nº1 del proyecto.

Las precauciones y medidas para realizar el hormigonado en condiciones climáticas desfavorables, referidas en este Artículo, no serán objeto de abono directo, sino que su coste estará incluido en los precios unitarios del hormigón.

## 3.10. Aceros y fundición

### 3.10.1. Armaduras a emplear en obras de hormigón

#### Barras aisladas

Se definen como armaduras a emplear en hormigón armado al conjunto de barras de acero que se colocan en el interior de la masa de hormigón para ayudar a éste a resistir los esfuerzos a que está sometido.

#### Formas y dimensiones

Se cumplirá lo dispuesto en el Artículo 32.1 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 08 y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

#### Colocación

Se cumplirá lo dispuesto en el Artículo 69 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 08, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de toda suciedad, grasa y óxido no adherente. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los planos, y se fijarán entre sí mediante las oportunas sujeciones manteniéndose mediante piezas adecuadas la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de las armaduras durante el vertido y compactación del hormigón y permitiendo a éste envolverlas sin dejar coqueras.

Estas precauciones deberán extremarse con los cercos de los soportes y armaduras del trasdós de placas, losas o voladizos, para evitar su descenso.

Las armaduras pasivas se doblarán previamente a su colocación en los encofrados y ajustándose a los planos e instrucciones del proyecto. Esta operación se realizará a temperatura ambiente, mediante dobladoras mecánicas, con velocidad constante, y con la ayuda de mandriles, de modo que la curvatura sea constante en toda la zona.

Excepcionalmente, en el caso de barras parcialmente hormigonadas, podrá admitirse el doblado en obra por procedimientos manuales.

No se admitirá el enderezamiento de codos, incluidos los de suministro, salvo cuando esta operación pueda realizarse sin daño, inmediato o futuro, para la barra correspondiente.

Asimismo, no debe doblarse un número elevado de barras en una misma sección de la pieza, con objeto de no crear una concentración de tensiones en el hormigón que pudiera llegar a ser peligrosa.

Si resultase imprescindible realizar desdoblados en obra, como por ejemplo en el caso de algunas armaduras en espera, éstos se realizarán de acuerdo con procesos o criterios de ejecución contrastados, debiéndose comprobar que no se han producido fisuras o fracturas en las mismas. En caso contrario, se procederá a la sustitución de los elementos dañados. Si la operación de desdoblado se realizase en caliente, deberán adoptarse las medidas adecuadas para no dañar el hormigón con las altas temperaturas.

El diámetro mínimo de doblado de una barra ha de ser tal que evite compresiones excesivas y hundimiento del hormigón en la zona de curvatura de la barra, debiendo evitarse fracturas en la misma originadas por dicha curvatura. Para ello, salvo indicación en contrario del proyecto, se realizará con mandriles de diámetro no inferior a los indicados en la tabla 69.3.4. de la EHE 08.

Los empalmes y solapes serán los indicados en los Planos, o en caso contrario se dispondrán de acuerdo con lo prescrito en la Instrucción EHE.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener de la Dirección de Obra, la aprobación de las armaduras colocadas.

## Medición y Abono

Las armaduras de acero empleadas en hormigón armado se abonarán por su peso en kilogramos (kg), aplicando para cada tipo de acero los precios unitarios correspondientes a las longitudes deducidas en los planos, con inclusión de los solapes y anclajes previstos en el proyecto.

No serán de abono las longitudes de anclajes y solapes que sean necesarios como consecuencia de las modificaciones introducidas por el Contratista en el procedimiento constructivo, salvo que previamente hayan sido aprobadas por la Dirección de Obra.

En los precios unitarios estarán incluidos tanto el acero como los materiales auxiliares y mano de obra necesarios para la elaboración, colocación, apoyo y fijación de las armaduras.

El abono de las mermas y despuntes se considerará incluido en el kilogramo (kg) de armadura.

## Mallas electrosoldadas

### Definición

Se define como mallas electrosoldadas a los paneles rectangulares formados por barras lisas de acero trefilado, soldadas a máquina entre sí, y dispuestas a distancias regulares.

### Colocación

Las mallas electrosoldadas se colocarán limpias, exentas de toda suciedad, grasa y óxido no adherente. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los Planos y se fijarán entre sí mediante las oportunas sujeciones, manteniéndose mediante piezas adecuadas la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de las armaduras durante el vertido y compactación del hormigón permitiendo a éste envolverlas sin dejar coqueras.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado el Contratista deberá obtener de la Dirección de la Obra, la aprobación de las mallas electrosoldadas colocadas.

### Medición y Abono

Las mallas electrosoldadas se abonarán por su peso en kilogramos (kg) deducido de los Planos con inclusión de los solapes.

El abonado de las mermas y despuntes se considerará incluido en el kilogramo (kg) de malla.

### Tolerancias

Las desviaciones permisibles (definidas como los límites aceptados para las diferencias entre dimensiones especificadas en proyecto y dimensiones reales en obra) en el corte y colocación de las armaduras, serán las siguientes:

Longitud en corte L:

Si L ≤ 6 metros: + 20 mm.

Si L > 6 metros: + 30 mm.

Doblado, dimensiones de forma L:

Si L ≤ 0,5 metros: + 10 mm.

Si 0,5 m. < L < 1,50 metros: + 15 mm.

Si L ≥ 1,50 metros: + 20 mm.

Recubrimiento:

Desviaciones en menos: 5 mm.

Desviaciones en más, siendo h el canto total del elemento:

Si h ≤ 0,50 metros: 10 mm.

Si 0,50 m < h < 1,50 metros: 15 mm.

Si h ≥ 1,50 metros: 20 mm.

Distancia entre superficies de barras paralelas consecutivas, L:

Si L ≤ 0,50 metros: + 5 mm.

Si 0,050 m < L < 0,20 metros: + 10 mm.

Si 0,20 m ≤ L < 0,40 metros: + 20 mm.

Si L ≥ 0,40 metros: + 30 mm.

Desviación en el sentido del canto o del ancho del elemento de cualquier punto del eje de la armadura, siendo L el canto total o el ancho total del elemento en cada caso:

Si L ≤ 0,25 metros: + 10 mm.

Si 0,25 m < L < 0,50 metros: + 15 mm.

Si 0,50 m ≤ L <1,50 metros: + 20 mm.

Si L 1 ≥ 1,50 metros: + 30 mm.

### Control de calidad

Se cumplirá lo dispuesto en el Artículos del 87 al 89 de la Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 08, y en cualquiera de sus posteriores modificaciones.

## 3.10.2. Estructura de acero

### Definición

Se define como estructura de acero los elementos o conjuntos de elementos de acero que forman la parte resistente y sustentante de una construcción.

Las obras consistirán en la ejecución de las estructuras de acero, y de las partes de acero correspondientes a las estructuras mixtas de acero y hormigón.

En este Artículo se han fijado las condiciones en las que se deberán desarrollar los trabajos de fabricación, inspección, transporte y montaje de las estructuras metálicas de la obra.

No es aplicable este Artículo a las armaduras de las obras de hormigón, ni a las estructuras o elementos construidos con perfiles ligeros de chapa plegada.

### Materiales, Forma y Dimensiones

A menos que se indique lo contrario en planos o en Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, el acero utilizado en las estructuras será de calidad como mínimo de S 275 JR.

La forma y dimensiones de la estructura serán las definidas en los Planos y/o Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, no permitiéndose al Contratista modificaciones de los mismos sin la previa autorización del Director de las Obras.

Se usarán preferentemente perfiles laminados frente a perfiles armados con chapas, que se utilizarán exclusivamente cuando las series comerciales de perfiles laminados resulten insuficientes.

Las series de perfiles laminados que se permitirá utilizar son las siguientes, también se indica entre paréntesis los perfiles mínimos a utilizar de cada serie:

IPN, para perfiles menores preferentemente (IPN-120)
IPE (IPE-160)
UPN (UPN-100)
HEB (HEB-100)
Angulares (L50x5)
Tubos cuadrados y rectangulares (B≥50 y e≥3)

Las chapas utilizadas para cartelas y realización de uniones tendrán un espesor mínimo de 6 milímetros.

Los perfiles usados para monorraíles en los que el elemento de elevación está suspendido del ala inferior del perfil, se usarán preferentemente los correspondientes a la serie IPN.

Los perfiles que soporten losas de hormigón tendrán al menos 65 milímetros de ancho de ala.

Se deberá evitar el uso de perfiles cerrados, o bien, disposiciones de los mismos que impidan su correcta inspección y mantenimiento.

## Condiciones generales de Fabricación

## Planos de taller

Para la ejecución de toda la estructura metálica, el Contratista, basándose en los Planos de Proyecto, realizará los Planos de Taller para fabricación y montaje, precisos para definir completamente todos los elementos de aquélla.

El Contratista comprobará en Obra las cotas de replanteo de la estructura para la realización de los Planos de Taller.

Los Planos de Taller contendrán en forma completa:

Las dimensiones necesarias para definir inequívocamente todos los elementos de la estructura.
Las contraflechas de vigas, cuando estén previstas.
La disposición de las uniones, incluso las provisionales de armado, distinguiendo las dos clases: de fuerza y atado.
El diámetro de los agujeros de tornillos, con indicación de la forma de mecanizado.

Las clases y diámetros de tornillos, indicando expresamente para cada uno los diámetros y sus longitudes, así como un recuento global de los tornillos contenidos en cada plano.
La forma y dimensiones de las uniones soldadas, la preparación de los bordes, el procedimiento, métodos y posiciones de soldeo, los materiales de aportación a utilizar y el orden de ejecución.
Las indicaciones sobre mecanizado o tratamiento de los elementos que lo precisen.
Método usado en la preparación de superficies.
Imprimación usada.
Procedimientos especiales de montaje o arriostramientos
Provisionales.
Todo plano de taller llevará indicados los perfiles, las clases de los aceros, los pesos, las marcas de cada uno de los elementos de la estructura representados en él, y si la pieza va o no ignifugada.
Lista de materiales.

La Dirección de Obra podrá exigir al Contratista que aporte un modelo informático en 3D para facilitar la preparación de los planos de taller.

El Contratista antes de comenzar la ejecución en taller presentará dos (2) copias de los Planos de Taller al Director de Obra, para someterlo a su aprobación. En el caso de que se produzca una aprobación con comentarios, el Contratista deberá volver a enviar nuevas copias de los Planos corregidos donde se hayan comentado.

Si el proyecto se modifica durante la ejecución de los trabajos, los Planos de Taller se rectificarán para que la Obra terminada quede exactamente definida por estos planos.

Si durante la ejecución fuese necesario introducir modificaciones de detalle respecto a lo definido en los Planos de Taller, se harán con la aprobación de la Dirección de Obra y se anotará en los Planos de Proyecto todo lo que se modifique.

En ambos casos el Contratista ha de mandar dos (2) copias de los Planos de Proyecto con las modificaciones introducidas y también en formato digital.

### Restricciones en la fabricación

Cuando por estar la estructura sometida a acciones sísmicas en las que se prevean deformaciones plásticas, o cuando se den condiciones de fatiga de material, se evitará cualquier actuación que produzca endurecimiento del material, tal como:

Corte con llama de gas
Marcado fuerte
Enlaces con soldaduras temporales
Reparación de superficie mediante soldadura

El corte mediante cizalla sólo se permite para chapas de espesor inferior a 15 milímetros.

Los agujeros se realizarán siempre mediante taladro, no aceptándose la utilización de punzón.

### Preparación del material

Previamente a cualquier proceso de fabricación de las piezas se procederá a una serie de acciones precisas que se citan a continuación:

Eliminar todos los defectos de laminación que no hayan sido causa de rechazo por su pequeña importancia.
Suprimir las marcas de laminación en relieve en aquellas zonas que deban entrar en contacto con otras piezas (por ejemplo: en uniones).
Eliminar las impurezas que lleve adheridas.
Enderezado de perfiles o planeado de chapas.

### Operaciones de enderezado y conformación de elementos

Las operaciones de enderezado de perfiles, y la de planeado de chapas se realizará preferentemente en frío, mediante prensa o máquina de rodillos.

Las operaciones de plegado o curvado se realizarán preferentemente en frío. No se permitirá que aparezcan en el elemento manipulado abolladuras ni grietas. Si el plegado es muy acusado se recomienda el recocido posterior de la pieza.

El estampado y la embutición de chapas se realizarán utilizando dispositivos que permitan la operación de una sola vez. La conformación podrá realizarse en frío cuando el espesor de la chapa sea no mayor de 9 milímetros o el radio de curvatura no sea menor que cincuenta veces el espesor.

Cuando las operaciones definidas anteriormente se realicen en caliente, se seguirá lo indicado a continuación:

El calentamiento se efectuará a ser posible en horno, admitiéndose también el uso de fragua y hornillo, pero no el calentamiento directo con soplete.
La temperatura máxima de calentamiento será de 950°C (rojo cereza claro), interrumpiéndose la operación cuando la temperatura baje de 700°C (rojo sombra) para proceder a su nuevo calentamiento.
Se tomarán todas las medidas necesarias para evitar cambios en la estructura del acero o la acumulación de tensiones parásitas durante los procesos de calentamiento y enfriamiento.

### Comienzo de la fabricación

El contratista no podrá comenzar los trabajos de fabricación de la estructura hasta haber recibido los siguientes documentos la dirección de obra y haber dado el visto bueno correspondiente:

Certificados de calidad de los materiales
Homologación del personal del taller constructor
Planos

## Transporte

La carga, transporte, descarga, manejo y almacenaje serán responsabilidad del Contratista. Todo el material recibido en obra será almacenado en las áreas indicadas.

Todo transporte, incluidos transportes parciales, irán acompañados por suficiente cantidad de tornillos de las longitudes, diámetros adecuados correspondientes al conjunto transportado.

Con anterioridad a cualquier transporte, el Contratista hará llegar a obra los correspondientes planos de montaje, donde se especifiquen las distintas marcas de las piezas y su posición.

El contratista deberá estudiar el envío, dentro de lo posible, de piezas premontadas en taller estimado si es económicamente rentable recurrir incluso a transportes especiales.

Todas las piezas que se envíen premontadas, especialmente escaleras verticales, jaulas de seguridad, barandillas, etc. se asegurarán de forma que durante el transporte se eviten daños en las mismas.

## Condiciones Generales de Ejecución

Para la ejecución de este tipo de obras se tendrán en cuenta las prescripciones incluidas en el Código técnico de edificación, las normas UNE, las normas NTE, la norma American Institute of Steel Construction (AISC) y la norma Uniform Building Code (UBC).

Salvo autorización expresa por parte del Director de Obra, todas las uniones de la obra realizadas en obra deberán ser atornilladas. Aquellas uniones que se realicen en taller podrán ser soldadas, excepto en las estructuras galvanizadas.

Tornillos:

Tornillos de alta resistencia:

Se utilizarán tornillos de alta resistencia de calidad A10t en todas las uniones de fuerza de la estructura principal, preferiblemente usando un único diámetro de al menos 20 milímetros.

Los tornillos se apretarán dando el par de apriete que se indica a continuación:

| | |
|---|---|
| TR12 | 11,9 m.kg |
| TR 16 | 29,8 m.kg |
| TR 20 | 58,4 m.kg |
| TR 22 | 80,7 m.kg |
| TR24 | 101 m.kg |
| TR27 | 149 m.kg |

Se tendrá en cuenta que tras colocar el tornillo en su posición y con el apriete requerido debe quedar entre la tuerca y la parte sin rosca, al menos cuatro vueltas de rosca.

En el caso de existir vibraciones en la estructura no es necesario disponer ningún tipo de fijación mecánica de las tuercas si han sido apretadas siguiendo el procedimiento normalizado.

Cuando se dispongan placas de testa se cuidará especialmente la planeidad de la misma, rechazándose las placas que presenten curvaturas o irregularidades.

Se dispondrán siempre arandelas entre la pieza a unir y la cabeza del tornillo y entre la pieza y la tuerca. La posición de la arandela será siempre con el bisel hacia la cara exterior.

El contratista suministrará todos los tornillos necesarios, tuercas, arandelas, etc., para todas las conexiones a realizar en obra, incluyendo una cantidad extra adicional del 5%.

Tornillos ordinarios:

Para aquellas uniones secundarias, tales como sujeción de barandillas, escaleras verticales, correas de cubierta, etc., podrán ser usados como tornillos ordinarios de calidad A4t con un diámetro mínimo de 16 milímetros. Preferiblemente se utilizará un único diámetro para este tipo de tornillos.

Se tomarán las medidas oportunas para que la zona roscada no esté nunca en el plano de corte.

Cuando existan vibraciones, las tuercas deberán ir provistas de medios mecánicos que impiden que se aflojen con el paso del tiempo.

En el caso de que el tornillo se apriete contra una superficie inclinada se dispondrán necesariamente arandelas de espesor variable, para el correcto apoyo de la tuerca.

Todos los tornillos utilizados en la obra tendrán un acabado superficial galvanizado en caliente, para las estructuras galvanizadas y pavonadas para las estructuras pintadas. Se deberá utilizar tornillos de acero inoxidable (A4) en estructuras de acero AISI 316L. En caso de estructuras formadas por distintos metales se deberán emplear los elementos aislantes necesarios que eviten la corrosión por el efecto del par galvánico.

Cuando se requieran agujeros avellanados, el ángulo del avellanado se corresponderá con aquél de los tornillos correspondientes, cuidando que el canto del avellanado sea suficiente para acomodar la cabeza del tornillo.

Soldadura:

Los electrodos a utilizar en las soldaduras de perfiles y placas cumplirán con las normas UNE 14022 y UNE-EN 499:1995, debiendo estar homologadas ante un organismo oficialmente reconocido.

En las estructuras galvanizadas que serán atornilladas, está prohibido el uso de soldadura, aunque será excepcional su uso y siempre bajo el criterio de la Dirección de Obra.

El tipo de electrodo a emplear será estructural básico, siguiendo las normas de conservación y empleo que estos electrodos requieran, pudiendo ser sustituido, bajo aprobación, por electrodo estructural rutilo.

Las superficies que vayan a ser soldadas deberán estar libres de cascarilla, grasa, pintura o cualquier otro material extraño con excepción de aquella cascarilla de laminación que resista un vigoroso cepillado metálico. No se tendrá en cuenta una ligera película de aceite de linaza.

Todas las partes que hayan de soldarse en ángulo (fillet weld) habrán de acercarse hasta donde sea factible y de ningún modo la separación entre dichas partes será mayor de 3 milímetros. Si la separación fuera de 1,5 milímetros o mayor, el tamaño de la soldadura será aumentado en los milímetros que mida la separación.

La separación entre las superficies a soldar, cuando la junta sea a solape, no será mayor de 1,5 milímetros. Se alinearán cuidadosamente las partes a soldar a tope.

Siempre que sea factible se pondrá la pieza en posición para soldadura plana. Al montar y unir partes de una estructura o de piezas compuestas, el procedimiento y la secuencia de soldadura serán tales que se eviten tensiones innecesarias y se reduzcan al mínimo las tensiones residuales. Cuando sea imposible evitar altas tensiones residuales en las soldaduras de cierre de un montaje rígido, se hará tal soldadura de cierre en los elementos de compresión.

Todas las soldaduras a tope serán continuas y de penetración completa.

Cuando el espesor de las piezas a unir sea igual o menor que 6 milímetros se permitirá la soldadura a testa por un solo lado, sin necesidad de preparación de los bordes, siempre que se utilice un electrodo que asegure una penetración completa. La separación entre bordes en este caso deberá ser inferior a la mitad del espesor de la pieza a soldar más delgada.

Cuando el espesor de las piezas a unir sea superior a 8 milímetros, se deberán preparar los bordes para junta en X o en V, según sean o no accesibles ambos lados. En cualquiera de los dos casos, la separación entre bordes no será mayor de 3 milímetros.

En juntas en X deberá realizarse, por sistema un saneado de la raíz por procedimientos mecánicos o por arco-aire, antes de iniciar la soldadura por el lado opuesto. En el caso de que se utilice el electrodo de grafito deberá eliminarse con muela la capa carburada de color azul que se haya formado.

Cuando se especifique la necesidad de utilizar anillo o placa de respaldo, el material utilizado deberá ser de la misma naturaleza que el material de base y las variables de soldadura serán tales que aseguren una perfecta fusión de las tres piezas que intervienen en la unión.

Cuando para el relleno de juntas sea necesario depostar varios cordones, deberá limpiarse de escoria cada uno de ellos antes de proceder a depositar el siguiente. Esta operación podrá ser efectuada con muela mecánica o piqueta de soldador. En la realización de esta

operación se utilizarán las mejores prácticas del oficio. El último cordón deberá ser suficientemente ancho para que la superficie de la soldadura quede lisa.

Cuando se realice la soldadura en varias pasadas, de ser requerido, podrán golpearse ligeramente las soldaduras de varias capas con un martillo mecánico de forma oblonga y boca redonda. Los martillazos se darán después de enfriada la soldadura a una temperatura cálida al tacto de la mano. Se tendrá cuidado para que ni la soldadura ni el metal de base sufran incrustaciones, desprendimientos o deformaciones a consecuencia de los martillazos.

En cualquier caso, se exigirá que todos los soldadores que intervengan en la fabricación (y en su caso el montaje) estén en posesión de la correspondiente homologación AWS.

No serán aceptados materiales procedentes de recuperación o con uniones diferentes a las previstas en los planos, excepto que dichas uniones vengan requeridas por necesidades de transporte y previa aceptación.

### Montaje

Al realizar la planificación del montaje de la estructura metálica, el Contratista deberá estudiar los problemas originados por obstáculos u obstrucciones existentes, o por las interferencias o solapes derivados del trabajo de otros, no admitiéndose luego retrasos por estos temas.

El Contratista deberá disponer de arriostramientos, puntales, o cualquier otro método que resulte necesario para asegurar la estabilidad temporal y el aplomado correcto de la estructura durante el periodo de montaje.

Todos los trabajos deberán realizarse de manera sancionada por la experiencia y siempre de acuerdo a la normativa vigente.

El Contratista deberá preparar un procedimiento de montaje de estructuras que normalmente no sean estables como consecuencia del montaje de equipos.

En el caso de los forjados con encofrado de chapa colaborante, se deberá tener en cuenta:

El apuntalamiento, en los casos que se requiera, podrá realizarse apoyando un tablón en las alas inferiores de las jácenas de apoyo del forjado.

Sobre la chapa se dispondrá un remate a escuadra sujeto a la propia chapa para encofrado perimetral de cierre de la losa de hormigón, y con los elementos necesarios para aguantar el empuje del hormigón fresco.

No se permitirá el uso de calzos metálicos para la sujeción de armaduras en la losa.

En la fase de hormigonado se evitará la coincidencia de personas en una misma chapa (máximo dos personas).

En la fase de hormigonado, se pondrá especial cuidado con el vertido de hormigón, procurando no hacer montones de más de 300 kg. y hacerlo en las zonas coincidentes con las vigas.

## Tolerancias

### Tolerancias de fabricación

Todo elemento estructural: pilar, viga cercha. etc. fabricado en taller y enviado a obra para su montaje, cumplirá las tolerancias siguientes:

| TOLERANCIAS DIMENSIONALES | |
|---|---|
| **Longitud en mm** | **Tolerancia en mm** |
| Hasta 1000 | ∀ 2 |
| De 1001 a 3000 | ∀ 3 |
| De 3001 a 6000 | ∀ 4 |
| De 6001 a 10000 | ∀ 5 |
| De 10001 a 15000 | ∀ 6 |
| De 15001 a 25000 | ∀ 8 |
| 25001 o mayor | ∀ 10 |

La tolerancia en la flecha de todo elemento estructural recto, de longitud l, será el menor de los dos valores siguientes:

l/1500
10 milímetros

En los elementos compuestos de varias barras, como cerchas, vigas de celosías, etc., la tolerancia se refiere a cada barra, siendo l su longitud entre nudos extremos.

Las tolerancias en agujeros destinados a tornillos ordinarios y tornillos de alta resistencia, cualquiera que sea el método de perforación, serán las que se detallan a continuación:

| TOLERANCIA EN LOS AGUJEROS | | |
|---|---|---|
| **Diámetro del agujero en mm** | **Separaciones y Alineaciones en mm** | **Diámetro para tornillos en mm** |
| 11 | ∀ 1.0 | -- |
| 13, 15, 17 | ∀ 1.5 | ∀ 1 |
| 19, 21, 23 | ∀ 2.0 | -- |
| 25, 28 | ∀ 3.0 | -- |

Las tolerancias en las dimensiones de los biseles de la preparación de bordes y en la garganta y longitud de soldaduras serán las dadas a continuación:

| TOLERANCIAS DIMENSIONALES | |
|---|---|
| Longitud en mm | Tolerancia en mm |
| Hasta 15 | ∀ 0.5 |
| De 16 a 50 | ∀ 1.0 |
| De 51 a 150 | ∀ 2.0 |
| 151 o mayor | ∀ 3.0 |

## Tolerancias de montaje

La tolerancia de las dimensiones fundamentales del conjunto montado será la suma de las tolerancias de los elementos estructurales sin sobrepasar ∀ 15 mm.

La tolerancia en el desplome de un pilar de una estructura, medido horizontalmente entre los pomos de dos pisos consecutivos, o de pisos cualesquiera, será el menor de los dos valores siguientes:

h / 1000 Siendo h la diferencia en altura entre ellos
25 milímetros

La tolerancia en el desplome de una viga de canto d, medido en las secciones de apoyo, será:

Vigas en general: d / 250
Vigas carril: d / 500

Rectitud de pilares y de otros elementos a compresión, entre punto de restricción lateral después del montaje ∀ L/1000 (siendo L la distancia entre punto de restricción lateral).

Rectitud de las alas de vigas con respecto a la normal, entre puntos con restricción después del montaje L/1000 (siendo L la longitud entre puntos de restricción lateral).

Tolerancia en la alineación de los pilares de fachada (alineación por cara) no superará los 5 milímetros entre dos pilares consecutivos y un total de 15 milímetros para cualquier caso.

## Protección contra la corrosión

La estructura que no lleve una protección especial deberá estar protegida contra la corrosión mediante la aplicación de las necesarias capas de imprimación y pintura, así como la preparación de superficie requerida.

El Contratista deberá seguir las indicaciones recogidas en el artículo 3.20 Pinturas y recubrimientos.

El color de la capa de acabado será decidido por la Dirección de Obra.

## Ignifugado

Previamente a cualquier actuación de ignifugado, el Contratista comprobará que están colocados todos los soportes de tuberías, de cables eléctricos o de instrumentos, que puedan interferir en la realización del ignifugado.

Los elementos a ignifugar vendrán marcados al efecto en los Planos de estructura.

En el caso de los forjados con encofrado de chapa colaborante se deberá proteger contra el fuego la chapa inferior, o bien disponerse una armadura complementaria con los recubrimientos y espesor de capa de compresión que fije la Norma EHE.

## Criterio de marcado de piezas

Todas las piezas fabricadas y transportadas a obra para su montaje deberán ir provistas de la correspondiente marca que las identifique inequívocamente respecto a los correspondientes planos de montaje.

El criterio para marcar los distintos elementos es el siguiente:

Todas las marcas se realizarán mediante pintura en forma legible, y con un tamaño mínimo de letras y signos de 37 mm de altura.

La primera letra será el prefijo asignado a una determinada estructura, así identificada en el plano de montaje.

La segunda letra indicará el elemento estructural de que se trate, según la tabla adjunta:

- "B" para perfiles laminados en vigas
- "C" para columnas, puntales, etc., no designadas por un sistema de coordenadas en el plano de montaje. Donde se tengan coordenadas o denominación para el soporte, éstas irán marcadas en la pieza
- "D" para arriostramientos verticales
- "E" para pórticos transportados en una pieza
- "G" para correas
- "H" para colgantes
- "K" para torres
- "L" para jaulas de seguridad de escaleras verticales
- "M" para calzos y materiales diversos
- "P" para chapas de suelo (lisas o lagrimadas)
- "R" para barandillas
- "S" para tirantes
- "T" para cerchas
- "X" para arriostramientos horizontales
- "BK" para tornapuntas
- "BP" para placas base o placas de apoyo

"CS" para chapas de revestimiento
"MB" para cabezales de hornos
"PG" vigas armadas
"SS" zancas de escalera
"TB" vigas carril
"TS" para tubuladuras en hornos

Entre las letras indicadas en los tres primeros apartados se dispondrá un punto como separador.

Las marcas se pintarán sobre las vigas y en el mismo lado en que se muestra en los planos de montaje.

Tras las letras indicadas en los tres primeros apartados se dispondrá un número secuencial, cuidando que cada elevación vaya con una serie diferente (por ejemplo, el primer nivel se numerará de 101 a 199, el segundo de 201 a 299, etc.).

Cuando una estructura tenga dimensiones en planta superiores a 30 m., se deberán delimitar subestructuras identificadas mediante sufijos.

Todas las vigas que no sean simétricas se marcarán identificando inequívocamente la dirección de montaje (por ejemplo, indicando Norte o Este).

En todos los elementos susceptibles de ser montados invertidos se marcará la posición correcta indicando la palabra "TOP" en el extremo superior según la posición del montaje.

En los soportes, la marca se dispondrá en la cara exterior del ala, indicándose la posición Norte o Este.

En arriostramientos verticales la marca se dispondrá en el extremo inferior del elemento.

Cuando un mismo elemento estructural deba transportarse en varias piezas, cada una de ellas llevará su correspondiente marca.

El uso de letras, coincidente con las indicadas en el tercer apartado con fines aclaratorios diferentes a los anteriores significados no está permitido.

Todos los elementos tales como varillas, pasadores, etc., irán marcados mediante etiquetas atadas con alambre.

Todos los tornillos, arandelas y tuercas se transportarán en paquetes específicos, debidamente etiquetados, indicando el diámetro, longitud total y roscada.

Donde existan unidades duplicadas se usará un código de colores para distinguirlas, siempre de acuerdo a los planos de montaje. Este código de colores aparecerá en una banda de aproximadamente 3 centímetros de ancho pintado en un extremo de la pieza, cajas o embalajes.

Los elementos que vayan a ser galvanizados se etiquetarán mediante chapas metálicas atadas con alambre, cuyas marcas sean visibles después del galvanizado.

El contratista podrá proponer algún otro sistema de marcado que deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.

## Control de calidad

## Inspección

Todos los materiales y trabajos de transporte cubiertos por este Pliego estarán sujetos a inspección, tanto en taller como en campo, por un Inspector cualificado y designado por la Dirección de Obra.

Sin embargo, estas inspecciones nunca servirán como justificación para eludir la responsabilidad del Contratista en cuanto a materiales, fabricación o montaje de las estructuras.

## Control de calidad

El Contratista, previamente a cualquier otro trabajo, deberá presentar al Director de Obra un Plan de Puntos de Inspección (PPI) para su aprobación, en los que se fije la forma y número de ensayos para el control de calidad, así como las inspecciones que deben realizarse.

Al menos se inspeccionará lo siguiente:

Determinación de la composición química del acero.
Determinación de las propiedades mecánicas del acero.
Comprobar que la fabricación se ajuste a las normativas vigentes y a este Pliego.
Comprobar que las tolerancias de fabricación (y posterior montaje) son admisibles.
Inspección de las maniobras de premontaje.
Inspección de soldaduras:
Inspección visual del 100% de las soldaduras
Utilización de líquidos penetrantes o de partículas magnéticas hasta un 20% de la longitud total de los cordones en los lugares que determine la Dirección de Obra.
Pruebas radiográficas o ultrasónicas hasta un 10% de la longitud total de los cordones en los lugares en que sea posible.

Las pruebas de utilización de líquidos penetrantes y de ultrasonidos se realizarán en función de la importancia de la unión en un porcentaje variable sobre el total de uniones que se fijará en el PPI.

En el caso en que las soldaduras no resulten satisfactorias a la vista de los ensayos realizados se procederá a repararlas, y ampliar la inspección al 100% de las soldaduras similares, sin que ello suponga un extracosto.

## Medición y Abono

Las estructuras de acero se abonarán por kilogramos (kg) de acero deducidos de la medición teórica, aplicando a dicha medición el precio correspondiente. En el precio irán incluidos todos los elementos de unión y secundarios necesarios para el enlace de las distintas partes de la estructura.

Para dicha medición teórica, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

La longitud de las piezas lineales de un determinado perfil se multiplicará por el peso unitario respectivo, que se reseña en el Código técnico de edificación.
Para el peso de las chapas se tomará como peso específico del acero el de siete kilogramos y ochocientos cincuenta gramos por decímetro cúbico (7,850 kg/dm3).

La suma de los resultados parciales obtenidos por cada pieza lineal y chapa será la medición.

Para otros perfiles especiales que pudieran emplearse, se fijarán los pesos unitarios que hayan de aplicarse mediante acuerdo entre el Contratista y el Director de la Obra.

El abono de los casquillos, tapajuntas, y demás elementos accesorios y auxiliares de montaje, se considerará incluido en el precio de la estructura.

Así mismo se considera incluida en el precio de la estructura la protección de la misma.

Los gastos de inspección radiográfica serán de cuenta del Contratista, si no se fija otra cosa en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Se encuentran igualmente incluidos en los precisos los costes de ensayos mecánicos, de composición química, controles por líquidos penetrantes, etc. de acuerdo con las condiciones exigidas en este Pliego.

Todos los gastos de inspección y/o ensayos no destructivos serán de cuanta del Contratista.

El contratista también será responsable de efectuar todos los trámites necesarios ante la Administración a su cargo, incluyendo la realización de instancias, proyectos oficiales, OCA, etc., así como los costes y tasas por visados de dichos proyectos y cualquier otro que hubiera para legalizar las instalaciones.

### 3.10.3. Anclajes, marcos y elementos metálicos embebidos en obras de fábrica

#### Definición

Son todos aquellos elementos fabricados a partir de perfiles y chapas de acero, convenientemente elaborados mediante corte y soldadura, de acuerdo a las dimensiones especificadas en los planos de detalle, que posteriormente son colocados embebidos en elementos de hormigón armado, para servir de conexión, fijación y soporte de los mecanismos y otras disposiciones.

#### Ejecución

Tanto los materiales de base como los elementos de elaboración (electrodos, etc.), se ajustarán a lo dispuesto en el apartado correspondiente de este Pliego.

La colocación en obra, con anterioridad al hormigón del macizo en que quedarán embebidos, se efectuará posicionando la pieza de acuerdo con lo indicado en planos y asegurando su estabilidad durante el vertido del hormigón mediante soldadura a las armaduras o por cualquier otro medio adecuado (atado con alambre, etc.).

Todos los elementos a embeber en hormigón serán galvanizados por inmersión en caliente, asegurando un espesor de recubrimiento no inferior al especificado en el Capítulo II de este Pliego.

En este caso se evitará durante el acopio y montaje que pueda sufrir daño el recubrimiento. En estos elementos no se efectuará soldadura en obra.

### Medición y Abono

El abono se hará por aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1 a los kg. de material realmente colocado en obra.

Este precio incluirá el suministro de acero y elementos de unión, elaborados en taller, carga, transporte, descarga y movimientos interiores, montaje, uniones atornilladas o soldadas en obra, incluso medios auxiliares mecánicos y personal necesario para su ejecución.

#### 3.10.4. Acero en entramados metálicos antideslizantes

### Definición

El entramado metálico antideslizante es de fabricación estándar industrial, al que se acopla un marco metálico y perfiles de apoyo ajustados a las dimensiones periféricas precisas en cada caso, en acero galvanizado por inmersión en caliente con la aplicación de una protección de pintura.

El Contratista presentará a la Dirección de Obra, en caso de que no esté definido en Proyecto, tres tipos de entramado metálico antideslizante de diferentes fabricantes para su elección.

La carga que debe soportar el entramado estará definida en los Planos de Proyecto y como mínimo será 500 Kg.

Si la distribución de las placas no está definida en los planos el Contratista preparará una distribución para su aceptación por la Dirección de Obra

### Ejecución

Tanto la protección de galvanizado por inmersión en caliente como la pintura, se ejecutarán de acuerdo con lo establecido en el Capítulo II de este Pliego.

### Medición y Abono

El abono se hará por aplicación del precio correspondiente a los metros cuadrados (m2) realmente colocados de entramado metálico, de acuerdo con la definición del Cuadro de Precios nº 1 y en el que se encontraran incluidos los elementos de sujeción.

#### 3.10.5. Chapas estriadas antideslizantes

### Definición

Las chapas estriadas antideslizantes se emplearán en plataforma o pasarelas de trabajo únicamente en el interior de los edificios y en los casos en que así se requiera en los Planos del Proyecto.

El Contratista presentará a la Dirección de Obra una distribución de las placas, con sus formas y dimensiones, para su estudio y aceptación si procede, antes de efectuar el corte del material.

### Ejecución

Las chapas, se cortarán por medios mecánicos para acoplarlas a las medidas y formas requeridas en los planos de distribución.

Las cargas que debe soportar el entramado se definirán en los Planos de Proyecto.

Todo el material llegará a obra galvanizado.

Una vez montado en obra, los puntos deteriorados por golpes, soldaduras, etc., se repasarán con el mismo tipo de pinturas de imprimación para tras la adecuada limpieza proceder a la aplicación de las dos manos de acabado según se indica en el presente Pliego.

### Medición y abono

El abono se hará por aplicación del precio correspondiente a los metros cuadrados (m2) realmente colocados dependiendo del espesor de la chapa, según está definido en el Cuadro de Precios n.1.

En el precio no están incluidos los trabajos correspondientes a la pintura.

## 3.10.6. Elementos de acero inoxidable

### Definición

Se definen como elementos de acero inoxidable los fabricados a partir de perfiles, chapas y tubos de acero inoxidable elaborados mediante corte y soldadura, de acuerdo con las dimensiones y con las características especificadas en los planos de Proyecto.

### Ejecución

Los materiales serán los especificados en los planos de Proyecto.

La ejecución se realizará de acuerdo con la memoria de fabricación, en la que se detallarán los procedimientos de ejecución, materiales, soldadores, etc..., etc. aprobados por la Dirección de Obra previa presentación por el Contratista. Todas las superficies vistas tendrán un acabado pasivado.

### Control de calidad

El fabricante por medio de su departamento de Control de Calidad y por personal especializado aceptado por la Dirección de Obra presentará un informe de los controles realizados durante las sucesivas fases de la ejecución.

Se efectuarán los controles indicados en el apartado 0.

### Medición y abono

El abono se hará por kilogramos (Kg.) de material realmente colocado en obra.

Este precio incluirá el suministro y elementos de unión de acero inoxidable, elaboración en taller, carga, transporte, descarga y movimientos interiores, montaje, uniones atornilladas o soldadas en obra, y todos los trabajos de acabado y limpieza, incluso medios auxiliares mecánicos, personal necesario para su ejecución.

## 3.10.7. Fundición

### Tapas de registro y rejillas

Tendrán las características y dimensiones que figuren en los planos o, en su defecto, autorice el Director de Obra.

Los cercos de las tapas se fijarán, mediante tuerca y contratuerca, a los anclajes embebidos en la parte superior de la arqueta o pozo de registro. Se nivelarán cuidadosamente de modo que las tapas queden enrasadas con el pavimento, y posteriormente se rellenará el espacio bajo los cercos con un mortero sin retracción.

La reposición del pavimento alrededor de la tapa se hará de modo que quede perfectamente acabado contra el marco de la misma, sin dejar huecos.

Cumplirá la Norma UNE-EN 124 en cuanto a principios de construcción, ensayos de tipo, marcado y control de calidad.

### Pates

Los pates se distanciarán 30 cm. y estarán 15 cm. empotrados en las fábricas, salvo indicación contraria en Planos. En obras de ladrillo se colocarán a medida que se levanta la fábrica. En obras de hormigón se colocarán, amarradas convenientemente a los encofrados, antes de verter aquél.

También podrán colocarse los pates una vez hormigonado y desencofrado el paramento de la obra de fábrica taladrando dicho paramento y colocando posteriormente el paté. El hueco existente entre este último y las paredes del taladro se rellenará con mortero de cemento.

### Medición y abono

Los pates, tapas de registro y rejillas unitarias, se abonarán y medirán mediante la aplicación de los precios del Cuadro de Precios n.1, a las unidades (Ud.) realmente instaladas en obra, incluyendo todas las operaciones necesarias para su correcta colocación.

Con las mismas condiciones de correcta colocación se medirán las rejillas sumideros longitudinales, por metros lineales (ml) de canal sumidero.

## 3.11. Pavimentaciones

### 3.11.1. Consideraciones generales

Para la reparación y/o reposición del pavimento en aquellas zonas urbanizadas que son afectadas por las obras, se utilizarán las unidades de obra de este apartado que correspondan, según las características de aquél, en la forma y dimensiones que se definen en los planos del Proyecto y/o Replanteo o según lo que determine para cada caso la Dirección de Obra.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias definidas en dichos planos o P.P.T.P. serán reparadas por el Contratista sin que tenga derecho a abono suplementario alguno por este concepto.

### 3.11.2. Capas granulares

#### Sub-bases granulares

#### Definición

Se define como sub-base granular la capa de material granular situada entre la base del firme y la explanada o capa anticontaminante.

#### Ejecución de las Obras

Para la ejecución de esta unidad de obra, el Contratista deberá ajustarse a las prescripciones que, al efecto, se incluyen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) art. 500.3 a 500.5.

## Control de calidad

Antes de la ejecución:

El Contratista propondrá a la Dirección de Obra para su aprobación, la localización de yacimientos, acompañando cantidad suficiente de ensayos para demostrar su idoneidad y cubicación de cada yacimiento.

Los ensayos deberán estar realizados de acuerdo con las siguiente Normas:

| | |
|---|---|
| Granulometría | (NLT-150/89) |
| Límite líquido | UNE 103103 |
| Límite plástico | UNE 103104 |
| Equivalente de arena | UNE 103109 |
| Próctor modificado | UNE103105 |
| Los Ángeles | (NLT-149/91) |
| Estabilidad a los sulfatos sódico o magnésico | (NLT-158/94) |

Durante la ejecución:

Por cada quinientos metros cúbicos (500 m3) o fracción de material, serán exigibles:

| | |
|---|---|
| 1 Granulométrico | (NLT-150/89 |
| 1 Límite líquido | UNE 103103 |
| 1 Límite plástico | UNE 103104 |
| 1 Próctor modificado | UNE 103501 |
| 1 C.B.R. (tres puntos) | UNE 103502 |

Por cada mil metros cuadrados (125 m3) o fracción de capa colocada, serán exigibles:

1 Densidad y humedad in situ (ASTM D 3017)

## Medición y Abono

La sub-base granular se abonará por aplicación del precio correspondiente a los metros cúbicos ($m^3$) deducidos de las secciones tipo de los Planos del Proyecto, con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

La preparación de la superficie de la explanada o capa anticontaminante se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente al relleno compactado a cielo abierto o en zanja y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.

## Bases granulares

### Definición

Se define como base granular la capa de firme situada inmediatamente debajo de la mezcla bituminosa en caliente o del simple o doble tratamiento superficial y sobre la sub-base granular.

### Ejecución de las obras

Para la ejecución de esta unidad de obra el Contratista deberá ajustarse a las prescripciones que, al efecto, se incluyen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) artículos 501.3 a 501.5.

### Control de calidad

Antes de la ejecución:

El contratista propondrá a la Dirección de Obra para su aprobación, la localización de yacimientos, acompañando cantidad suficiente de ensayos para demostrar su idoneidad y cubicación de cada yacimiento. Los ensayos deberán estar realizados de acuerdo con las siguientes Normas:

| | |
|---|---|
| Granulométrico | (NLT-150/89 |
| Límite líquido | UNE 103103 |
| Límite Plástico | UNE 103104 |
| Equivalente de arena | UNE 103109 |
| Los Ángeles | (NLT-149/91 |
| Estabilidad a los sulfatos sódico o magnésico | (NLT-158/94) |

Durante la ejecución:

Por cada quinientos metros cúbicos (500 m3) o fracción serán exigibles:

| | |
|---|---|
| 1 Granulométrico | (NLT-150/89) |
| 1 Límite líquido | UNE 103103 |
| 1 Límite plástico | UNE 103104 |
| 2 Equivalentes de arena | UNE 103109 |
| 1 C.B.R. | UNE 103502 |

Por cada mil metros cuadrados (125 m3) o fracción de capa colocada, serán exigibles:

1 Densidad y humedad in situ (ASTM D 3017)

## Medición y Abono

La base granular se abonará por aplicación de los precios correspondientes a los metros cúbicos ($m^3$) deducidos de las secciones tipo de los Planos del Proyecto con las limitaciones máximas a efectos de abono que, se establecen en ellos o en el P.P.T.P.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias antedichas, serán corregidas por el Contratista sin que les sean de abono.

## Base de macadam

## Definición

Se define como macadam el firme constituido por un conjunto de áridos de granulometría discontinua, que se obtiene extendiendo y compactando un árido grueso cuyos huecos se rellenan con un árido fino, llamado recebo.

## Ejecución de las obras

Tanto en lo referente a los materiales a emplear como a la ejecución de las obras se seguirán las prescripciones incluidas en el PG-3. art. 502.3 a 502.5

## Control de calidad

Antes de la ejecución:

El Contratista propondrá a la Dirección de Obra para su aprobación, la localización de yacimientos, acompañando cantidad suficiente de ensayos para demostrar su idoneidad y cubicación de cada yacimiento. Los ensayos deberán estar realizados de acuerdo con las siguientes Normas:

Árido Grueso:
- Granulométrico (NLT-150/89)
- Los Ángeles (NLT-149/91)
- Estabilidad a los sulfatos sódico o magnésico (NLT-158/94)

Recebo:
- Granulométrico (NLT-150/89)
- Límite líquido (UNE 103103)
- Límite plástico (UNE 103104)
- Equivalente de arena (UNE 103109)

Durante la ejecución:

Por cada quinientos metros cúbicos (500 m3) o fracción, serán exigibles:

| | |
|---|---|
| 1 Granulométrico | (NLT-150/89) |
| 1 Límite líquido | (UNE 103103) |
| 1 Límite plástico | (UNE 103104) |
| 2 Equivalente de arena | (UNE 103109) |
| 1 C.B.R. | (UNE 103502) |

Por cada mil metros cuadrados (125 m3) o fracción de capa colocada, serán exigibles:

| | |
|---|---|
| 1 Densidad y humedad in situ | (ASTM D 3017) |

### Medición y Abono

El macadam se abonará mediante la aplicación del precio correspondiente a los metros cúbicos ($m^3$) deducidos de las secciones tipo de los planos del Proyecto, con las limitaciones máximas que a efectos de abono se establezcan en ellos en el P.P.T.P.

## 3.11.3. Riegos asfalticos

### Riegos de imprimación

### Definición

Se define como riego de imprimación la aplicación de un ligante bituminoso sobre una capa no bituminosa, previamente a la extensión sobre ésta de una capa bituminosa.

### Ejecución de las obras

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

Preparación de la superficie existente.
Aplicación del ligante bituminoso.
Eventual extensión de un árido de cobertura.

Se realizará según las directrices del art. 530.5 del PG-3 y con las limitaciones del art. 530.6 del mismo Pliego, empleando una maquinaria que cumpla las condiciones del Art. 530.4 del PG-3.

### Control de calidad

Durante la ejecución serán exigibles, por cada diez toneladas (10 t.), los mismos ensayos que los indicados para los betunes fluidificados.

### Medición y Abono

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente, y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.

El abono del riego como tal, se encuentra incluido en el del aglomerado asfáltico, y por lo tanto no procede su abono por separado.

## Riego de adherencia

### Definición

Se define como riego de adherencia la aplicación de un ligante bituminoso sobre una capa bituminosa previamente a la extensión, sobre ésta, de otra capa bituminosa.

### Ejecución de las obras

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

Preparación de la superficie existente.
Aplicación del ligante bituminoso.

Los equipos empleados se ajustarán a lo establecido en el Art. 531.4 del PG-3.

En la ejecución se seguirá lo expuesto en el Art. 531.5 del PG-3 con las limitaciones del art. 531.6 del mismo PG-3.

### Control de calidad

Durante la ejecución serán exigibles por cada diez toneladas (10 t.), los mismos ensayos que los indicados para los betunes fluidificados.

### Medición y abono

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente; y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.

El abono del riego como tal se encuentra incluido en el del aglomerado asfáltico, y por tanto no procede su abono por separado

### 3.11.4. Tratamientos superficiales

#### Definición

La aplicación consecutiva de dos simples tratamientos superficiales, en general de distintas características, se denomina doble tratamiento superficial, definiéndose como simple tratamiento superficial la aplicación de un ligante bituminoso sobre una superficie seguida de la extensión y apisonado de una capa de árido.

#### Ejecución de las obras

Tanto en lo referente a los materiales a emplear como a la ejecución de las obras, se seguirán las Prescripciones incluidas en el PG-3. Se atendrá a las prescripciones del Art.532.5 y las limitaciones del Art. 532.6 del PG-3.

#### Control de calidad

Antes de la ejecución:

El Contratista propondrá a la Dirección de Obra para su aprobación la localización de yacimientos, acompañando cantidad suficiente de ensayos para demostrar su idoneidad y cubicación de cada yacimiento. Los ensayos deberán estar realizados de acuerdo con las siguientes Normas:

Áridos:

| | |
|---|---|
| Granulométrico | (NLT-150/89) |
| Adhesividad | (NLT-166/92) |
| Los Ángeles | (NLT-149/91) |
| Equivalente de arena | (UNE 103109) |
| Estabilidad a los sulfatos sódico o magnésico | (NLT-158/94) |

Durante la ejecución serán exigibles:

Áridos:

Por cada veinticinco metros cúbicos (25 m3) o fracción:

| | |
|---|---|
| 1 Granulométrico | (NLT-150/89) |
| 1 Equivalente de arena | (UNE 103109) |

Betunes fluidificados:

Por cada diez toneladas (10 t.), serán exigibles los mismos ensayos que los indicados para los betunes fluidificados.

### Medición y Abono

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente, y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.

El simple y doble tratamiento superficial se abonará por aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cuadrados ($m^2$) deducidos de las secciones tipo de los planos del Proyecto, con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

## 3.11.5. Mezclas bituminosas

### Mezclas bituminosas en frío

### Definición

Se define como mezcla bituminosa en frío la combinación de áridos y un ligante bituminoso, para realizar la cual no es preciso calentar previamente los áridos. La mezcla se extenderá y compactará a la temperatura ambiente.

### Ejecución de las obras

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.
Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo propuesta
Transporte de la mezcla al lugar de empleo.
Extensión y compactación de la mezcla.

Los equipos e instalaciones empleados se atendrán a lo prescrito en el Art. a 541.4 del PG-3.

La ejecución se realizará según lo especificado en el art. 541.5 del PG-3.

### Control de calidad

Antes de la ejecución:

El Contratista propondrá a la Dirección de Obra para su aprobación la localización de yacimientos, acompañando cantidad suficiente de ensayos para demostrar su idoneidad y cubicación de cada yacimiento.

Los ensayos deberán estar realizados de acuerdo con las siguientes Normas:

Áridos grueso y fino:

| | |
|---|---|
| Los Ángeles | (NLT - 149/91) |
| Estabilidad a los sulfatos sódico y magnésico | (NLT - 158/94) |
| Granulométrico | (NLT - 150/89) |
| Equivalente de arena | UNE 103109 |
| Coeficiente de pulido acelerado | (normas NLT -174/93 y NLT 175/98) |
| Índice de lajas | (NLT - 354/91) |
| Adhesividad árido grueso | (NLT - 166/92, NLT - 162/84) |
| Adhesividad árido fino | (NLT - 162/84, NTL - 355/93) |

Filler:

| | |
|---|---|
| Coeficiente de emulsibilidad | (NLT - 180/93) |
| Densidad aparente mediante sedimentación en tolueno | (NLT - 176/92) |

Durante la ejecución, serán exigibles:

Áridos:

Por cada cincuenta metros cúbicos (50 m3) o fracción:

| | |
|---|---|
| 1 Granulométrico | (NLT - 150/89) |
| 1 Equivalente de arena | (NLT - 103/09) |

Betunes fluidificados:

| | |
|---|---|
| 1 Destilación | (NLT - 134/99) |
| 1 Viscosidad | (NLT - 133/99) |

1 Penetración (NLT - 124/99)

Por cada 700 T extendidas o por cada jornada de trabajo:

| | |
|---|---|
| 1 Granulométrico | (NLT - 165/90 |
| 1 Proporción de ligante | (NLT - 164/90) |
| 1 Marshall | (NLT - 159/86) |

## Medición y Abono

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.

La fabricación y puesta en obra de las mezclas bituminosas en frío se abonará mediante la aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cuadrados (m2) en función de su espesor deducidos de las dimensiones definidas en los Planos del Proyecto con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

## Mezclas bituminosas en caliente

### Definición

Se define como mezcla bituminosa en caliente la combinación de áridos y un ligante bituminoso, para realizar la cual es preciso calentar previamente los áridos y el ligante. La mezcla se extenderá y compactará a temperatura superior a la del ambiente.

### Ejecución de las obras

Su ejecución incluye las operaciones siguientes;

Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.
Fabricación de la mezcla de acuerdo con la fórmula de trabajo propuesta.
Transporte de la mezcla al lugar de empleo.
Extensión y compactación de la mezcla.

Los equipos e instalaciones empleados cumplirán con el Art. 542.4 del PG-3.

Para la ejecución se seguirá lo expuesto en los art. 542.5 a 542.7, con las limitaciones del art. 542.8 del PG-3.

### Control de calidad

Antes de la ejecución:

El Contratista propondrá a la Dirección de Obra para su aprobación la localización de yacimientos, debiendo acompañar cantidad suficiente de ensayos para demostrar su idoneidad y cubicación de cada yacimiento. Los ensayos deberán estar realizados de acuerdo con las siguientes Normas:

Áridos grueso y fino:

| | |
|---|---|
| Granulométrico | (NLT-150/89) |
| Adhesividad árido grueso | (NLT-166/92NLT-162/84) |
| Adhesividad árido fino | (NLT-162/84NLT-355/93) |
| Equivalente de arena | UNE 103109 |
| Los Ángeles | (NLT-149/91) |
| Estabilidad a los sulfatos sódico y magnésico | (NLT-158/94) |
| Coeficiente de pulido acelerado | (NLT-174/93NLT-175/98) |
| Índice de lajas | (NLT-354/91) |

Filler:

| | |
|---|---|
| Coeficiente de emulsibilidad | (NLT-180/93) |
| Densidad aparente | (NLT-176/92) |

Durante la ejecución serán exigibles:

Áridos:

Por cada cincuenta metros cúbicos (50 m3) o fracción:

| | |
|---|---|
| 1 Granulométrico | (NLT-150/89) |
| 1 Equivalente de arena | (UNE 103109) |

Betunes asfálticos:

Por cada diez toneladas (10 t.) o fracción:

| | |
|---|---|
| 1 Penetración | (NLT-124/99) |
| 1 Solubilidad en tricloroetileno | (NLT-130/98) |

Por cada hora de trabajo:

1 determinación de la temperatura de los áridos y del ligante a la entrada del mezclador.
1 determinación de la temperatura de la mezcla a la salida del mezclador.

Por cada unidad de transporte:

1 Determinación de la temperatura de la mezcla al descargar la obra.

Por cada 200 t. a la salida de la planta o por cada jornada de trabajo:

| | |
|---|---|
| 1 Granulométrico | (NLT-165/90) |
| 1 Proporción de ligante | (NLT-164/90) |
| 1 Inmersión - compresión | (NLT-162/84) |
| 1 Marshall | (NLT-159/86) |

Por cada 700 t. extendidas o por cada jornada de trabajo:

| | |
|---|---|
| 1 Granulométrico | (NLT-165/90) |
| 1 Proporción de ligante | (NLT-164/90) |
| 1 Marshall | (NLT-159/86) |

## Medición y Abono

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente y, por tanto, no procederá abono suplementario alguno por este concepto.

La fabricación y puesta en obra de las mezclas bituminosas en caliente se abonará mediante la aplicación del precio correspondiente del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cuadrados (m2) en función de su espesor deducidos de las dimensiones definidas en los planos de Proyecto, con las limitaciones máximas a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

El cemento a emplear como filler de aportación, está también incluido en el precio indicado.

### 3.11.6. Pavimentos de hormigón

#### Definición

Se define pavimento rígido de hormigón al constituido por losas de hormigón en masa o armado, cuya principal característica es una marcada resistencia a flexión.

#### Ejecución de las obras

La ejecución puede incluir las operaciones siguientes:

Estudio del hormigón y obtención de la fórmula de trabajo
Preparación de la superficie de apoyo del hormigón
Fabricación del hormigón
Transporte del hormigón
Colocación de encofrados y/o elementos de rodadura o guiado de las máquinas
Colocación de los elementos de las juntas
Puesto en obra del hormigón
Colocación de armaduras
Ejecución de armaduras
Realización de la textura superficial
Acabado
Protección del hormigón fresco y curado
Desencofrado
Sellado de juntas

El equipo a emplear cumplirá lo especificado en el Art. 550.6 del PG-3.

La ejecución de las obras se hará de acuerdo en el Art. 550.8 del PG-3.

#### Control de calidad

Se llevará a efecto de acuerdo con lo especificado en los Apartados 550.9 y 550.10 del PG-3.

#### Medición y Abono

El pavimento de hormigón se abonará por aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1 a los metros cúbicos (m3) deducidos de las secciones tipo de los Planos de Proyecto con las limitaciones a efectos de abono que se establezcan en ellos o en el P.P.T.P.

Dentro de dichos precios se considera incluida la parte proporcional de encofrado y desencofrado, compactación, fratasado, juntas, aditivos, y curado del hormigón.

Si fuera armado, las armaduras se medirán y abonarán por kilogramos (kg.).

#### 3.11.7. Cunetas

##### Definición

Se define como cuneta las piezas prefabricadas de hormigón colocadas sobre la cuneta excavada y preparada.

##### Ejecución de las obras

Las piezas se asentarán sobre un lecho de hormigón HM-20.

Las piezas que formen la cuneta se colocarán dejando un espacio entre ellas de cinco milímetros (5 mm) rellenándose posteriormente este espacio con mortero 1:2.

##### Control de calidad

No se aceptarán variaciones superiores a 6 mm, medidas por solapo con regla de 2 m., ni cejas superiores a 4 mm, en el caso de cunetas prefabricadas.

##### Medición y Abono

La cuneta se medirá por metros lineales (m) deducidos de los planos de Proyecto, abonándose mediante aplicación del precio correspondiente, estando incluido en el mismo todas las operaciones necesarias para su correcta colocación.

### 3.12. Protección e integración ambiental

#### 3.12.1. Medidas de protección-prevención

##### Jalonado temporal de protección

##### Definición y condiciones generales

*Definición*

Esta unidad tiene por objeto delimitar el perímetro de actividad de obra mediante un jalonamiento temporal, de forma que el tráfico de maquinaria, las instalaciones auxiliares y caminos de obra se ciñan obligatoriamente al interior de la zona acotada.

*Condiciones generales*

La ejecución de la unidad de obra incluye las operaciones siguientes:

- Replanteo del jalonamiento
- Suministro y transporte a la obra de los materiales necesarios
- Colocación de los soportes y cinta de señalización
- Revisión y reposición sistemática del jalonamiento deteriorado
- Retirada del mismo a la terminación de las obras

El jalonamiento temporal de protección estará constituido por soportes de angular metálico de treinta milímetros (30 mm) y un metro de longitud, estando los veinte centímetros (20 cm) superiores cubiertos por una pintura roja y los treinta centímetros (30 cm) inferiores clavados en el terreno. Estos soportes, colocados cada ocho metros (8 m), se unirán entre sí mediante una cinta de señalización de obra, atada bajo la zona pintada del angular metálico.

El jalonamiento temporal reforzado estará constituido por soportes metálicos de cuarenta milímetros (40 mm) y dos metros de longitud, anclados a bases de hormigón. Estos soportes se colocarán cada tres metros y medio, se unirán entre sí mediante malla electrosoldada de un metro y ochenta y cinco centímetros de altura.

## Ejecución

El jalonamiento se instalará siguiendo el límite de expropiación para el trazado y reposiciones de servidumbres, así como en el límite de las zonas de ocupación temporal, incluyendo préstamos, vertederos, instalaciones y caminos de acceso. Siguiendo las indicaciones del Técnico de Seguimiento Ambiental en Obra, se jalonarán asimismo las zonas a proteger, tales como las de vegetación de mayor valor, yacimientos arqueológicos, etc.

Será competencia de la Dirección de Obra la determinación de zonas nuevas que deban jalonarse, a fin de señalizar la prohibición de acceso por parte de la maquinaria o incluso del personal que intervenga en la ejecución de las obras.

El jalonamiento deberá estar totalmente instalado antes de que se inicien las tareas de desbroce o de cualquier otro movimiento de tierras. El contratista será responsable del adecuado mantenimiento del mismo hasta la emisión del Acta de recepción de las obras, y de su desmantelamiento y retirada posterior.

## Medición y abono

Estas unidades se medirán y abonarán al precio indicado en el cuadro de precios para las unidades correspondientes. Se medirán y abonarán por metros linéales (ml), realmente ejecutados.

Los precios incluyen, el suministro de los materiales, el replanteo y ejecución del jalonamiento, su mantenimiento y retirada al finalizar las obras.

## Riego antipolvo

### Definición y alcance

Se define como riego antipolvo el aporte artificial de agua, sobre las superficies afectadas por la obra (viales, explanadas de acopios, etc…) cuya misión es evitar la resuspensiónde las partículas de polvo acumuladas, durante los periodos secos, como resultado del tránsito de obra, y por tanto, contribuir a la protección de la atmosfera.

Se podrán realizar de manera manual , con manguera,o con camión cisterna.

### Ejecución de las obras

En la ejecución de los riegos se tendrá especial cuidado en no dificultar la seguridad vial por lo que, en el caso de que el vehículo cisterna deba ocupar la calzada o arcenes, deberá procederse a una señalización suficiente que alerte a los usuarios de la vía de que se están realizando trabajos en la misma. Se evitará en todo momento que el agua de riego moje la calzada.

Salvo en aquellas zonas provistas de bocas de riego o cualquier sistema de riego por aspersión, goteo, etc., el agua de riego se aplicará mediante manguera por impulsión desde cisterna.

La aplicación con manguera ha de realizarse de modo que:

- No se origine un lavado del suelo.
- No se produzcan erosiones en el terreno.
- No se hagan aflorar a la superficie los fertilizantes.
- No se descalcen las plantas ni se deteriore su alcorque.

Para todo lo cual se ajustarán convenientemente la presión, caudal, dirección del chorro y distancia de la boca de la manguera a la superficie a regar.

Los daños causados por una aplicación indebida del agua de riego serán a cuenta del Contratista y deberán ser subsanados seguidamente por él. De modo particular, el deterioro del alcorque de las plantas como consecuencia del riego exige su inmediata reposición a las correctas condiciones de forma.

Corresponde exclusivamente al Contratista conseguir el lugar y condiciones de suministro del agua para riego, así como el pago de la misma.

### Medición y abono

Los riegos se abonrán con las unidades contemadas para tal fin en el Cuadro de Precios Nº1 del proyecto.

En el caso de riego mediante cisterna, se abonará por hora de camnión cisterna, includo en dicha hora el coste del conductor.

### Gestión de residuos

### Definición

Residuo de construcción y demolición: cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de «Residuo» incluida en el artículo 3.a) de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, se genere en una obra de construcción o demolición.

### Gestión

Los residuos inertes de construcción y demolición deberán segregarse durante su generación, localizando contenedores adecuados para su acopio en diferentes partes de la obra.

El contratista deberá establecer en obra los medios necesarios para garantizar la ausencia de mezcla de estos materiales con residuos peligrosos; así como la inaccesibilidad pública a estos depósitos, en caso de que no pueda garantizarse la no-utilización de estos contenedores por parte del público, deberán trasladarse diariamente a gestor autorizado de residuos.

Estos residuos deberán ser gestionados independientemente por la empresa adjudicataria a través de gestor autorizado, garantizando un medio de transporte inscrito en el registro de transportistas autorizados para traslado de este tipo de residuos.

En cualquier caso, la actividad del contratista debe garantizar el cumplimiento de la legislación en materia de residuos, dando cumplimiento a lo establecido en el DECRETO 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

### Medición y abono

Estas unidades se medirán y abonarán al precio indicado en el cuadro de precios para las unidades correspondientes. Se medirán y abonarán por metros cúbicos(m3) o toneladas (tn), realmente gestionados.

Los precios de aplicación en la Gestión de Residuos serán los definidos en el Cuadro de Precios Nº1 del proyecto.

## Punto limpio

### Definición y alcance

El objeto del Punto Limpio es adecuar una zona señalizada dentro de la obra para el acopio y almacenamiento temporal de los distintos tipos de residuos generados en la obra y gestionados por el contratista, que deberá incluir un tejado, cubeto retentor de fugas, y depósitos estancos y abiertos en numero suficiente para los distintos tipos de residuos previstos .

Se trata de un emplazamiento aislado de las aguas de lluvia y las aguas de escorrentía, y con capacidad de contención de forma que cualquier vertido que se produzca en su interior pueda ser recogido con seguridad para el medioambiente, sin que se transmita al suelo o a las aguas.

### Ejecución de las obras

El punto limpio deberá ejecutarse considerando el plan de obra en el que se establezcan los parques de maquinaria, áreas de acopio, zonas de paso y otras instalaciones auxiliares, proponiéndose su localización de acuerdo con el estudio de impacto ambiental, y la mejor accesibilidad para su utilización desde las zonas de posible generación de los residuos.

Esta instalación se ejecutará íntegramente en el primer mes desde la emisión del acta de replanteo, debiéndose mantener en adecuadas condiciones a lo largo de toda la duración de la obra: en esto se incluirá su limpieza, la integridad del aislamiento, la integridad del cierre, y cualquier otro aspecto que influya en su funcionalidad.

Finalmente se desmontará antes de la entrega de la obra, tras la autorización por escrito del Técnico de Seguimiento Ambiental en Obra, reutilizándose los postes, el vallado, los depósitos y los carteles, y gestionando como residuos los materiales de hormigón demolido.

Finalmente se reintegrará la zona en el entorno, aportando tierra vegetal y realizando las siembras y plantaciones que sean precisas.

### Control de calidad

Se comprobará antes de la ejecución del punto limpio:

- La idoneidad de la propuesta de localización;

Se comprobará durante su ejecución:

- La solidez de los elementos que la forman,
- La accesibilidad,

- Otras características establecidas en este artículo (contenido, protección y señalización)

Se comprobará tras su ejecución:

- El mantenimiento de su funcionalidad,
- El mantenimiento de la correcta señalización exigible,
- El estado de limpieza,
- La presencia de todos los elementos que la integran,

Se comprobará antes de la entrega de la obra:

- La demolición efectiva de los materiales de hormigón y la gestión de sus constituyentes residuales
- La no permanencia de los elementos constituyentes o residuos en la parcela.
- La integración ambiental mediante tierra vegetal, siembras y plantaciones en el área afectada.

### Medición y abono

La medición se hará por unidad (ud.) realmente ejecutada en obra.

## Barrera de retención de sedimentos

### Definición

El principal objetivo de esta medida consiste en reducir la carga de finos de las aguas de escorrentía previa a su incorporación a cauce o sistema de saneamiento, y así evitar afecciones a la calidad de las aguas por aporte de sólidos en suspensión.

Esta medida consiste en la colocación de barreras de retención de sedimentos provisionales, que se mantendrán durante el tiempo que duren las obras en el entorno del cauce.

Para la colocación de estas barreras se deberá tener en cuenta la morfología del terreno, de tal modo que toda el agua de escorrentía que se genere durante el trascurso de la obra en dirección a cauce o sistema de saneamiento, sea filtrada previamente por la barrera.

Las barreras de retención de sedimentos pueden ser de dos tipos:

- Barreras formadas por una lámina de geotextil,
- Barreras formadas por una lámina de geotextil y balas de paja.

En ambos casos, estas deberán colocarse de forma que se cree una barrera longitudinal continua, la cual deberá quedar perfectamente fijada al terreno.

### Materiales

En el caso de las barreras formadas por láminas de geotextil, los materiales necesarios serán;

- Estacas de madera u otro material resistente con dimensiones 10 x 10 cm y 2 m de alto o al menos 50 cm más altas que la lámina de geotextil.
- Lámina de polipropileno (no tejido) de una anchura mínima de 50 cm y densidad 200g/m2.
- Grapas de cable de acero de al menos 1,6 mm de grosos y de al menos 4,5 cm de longitud.
- Cable de diámetro de 3,1 mm.

En el caso de barreras formadas por láminas de geotextil y balas de paja, adicionalmente serán necesarios lo siguientes materiales:

- Balas de paja de 0,40 x 0,50 x 1 m,
- Estacas de madera u otro material resistente con dimensiones 10 x 10 cm y 2 m de alto.

### Ejecución

La instalación de las barreras de retención se realizará preferentemente de manera paralela al cauce. En cualquier caso, las barreras se colocarán interceptando el flujo de tierras hacia el cauce o sistema de saneamiento.

En primer lugar será necesario nivelar la zona posterior donde se pretende instalar la barrera, para evitar pendientes hacia el elemento que se pretende proteger. De esta manera se provee un área amplia donde almacenar sedimentos y escorrentías.

La barrera deberá ir enterrada los primeros 20 cm, para resistir el empuje de las aguas para lo que es necesario excavar una zanja.

Es necesario prever un acceso suficiente para realizar las tareas de limpieza y mantenimiento de las zonas donde se acumulen los sedimentos.

Los pasos de ejecución de las barreras compuesta por láminas de geotextil son:

- Cavar una zanja a lo largo de toda la zona donde se instalará el geotextil. Esta zanja deberá tener una sección de 10 cm de ancho por 25 cm de alto.

- Colocar las estacas de madera, separadas entre si por una distancia máxima de 2 m y enterradas un mínimo de 30 cm.

- Instalar el geotextil y sujetarlo a las estacas de madera mediante grapas (o amarrarlo si las estacas son metálicas).

- Minimizar el número de empalmes. Si los empalmes son necesarios, sujetar firmemente a los postes y sobreponerlo hasta el siguiente poste, de acuerdo con los planos.

- Rellenar la zanja con suelo compactado.

Los pasos de ejecución de las barreras compuesta por láminas de geotixil y balas de paja son:

- En primer lugar, se debera ejecutar la instalacion de la lámina de geotextil atendiendo a los pasos antes comentados.

- Para la colocalcion de las balas de paja se debera realizar previamente un explanamiento del terreno, con el objetivo de que estas queden al menos 5 cm enterradas en el terreno.

- Las balas de paja deberan se colocadas de manera longitudinal, formando una barrera continua y deberán colocarse en la parte anterior (según la direccion del flujo del agua de escorrentía) de la lámina de geotextil.

- Las balas de paja deberán quedar fijadas al terreno mediante estacas de madera. Se usarán dos estacas de madera por bala de paja, una de ellas deberá perforar la bala de paja de manera perperdicular y enterrada al menos 50 cm. La otra estaca deberá colocarse inclinada hacia la bala de paja adyacente, de esta manera, se conseguirá que las balas de paja queden fijidas unas a otras y al mismo tiempo al terreno.

Tras la finalización de las obras, se retirarán los materiales y la zona afectada por la instalación de la barrera será reintegrada en el medio, de manera acorde con el resto del proyecto. Al menos se realizará la descompactación de los materiales, el aporte de la tierra vegetal que sea precisa, y una siembra.

La instalación de las barreras de retención se realizará preferentemente de manera paralela al cauce. En cualquier caso, las barreras se colocarán interceptando el flujo de tierras hacia el cauce o sistema de saneamiento.

En primer lugar, será necesario nivelar la zona posterior donde se pretende instalar la barrera, para evitar pendientes hacia el elemento que se pretende proteger. De esta manera se provee un área amplia donde almacenar sedimentos y escorrentías.

La barrera deberá ir enterrada los primeros 20 cm, para resistir el empuje de las aguas para lo que es necesario excavar una zanja.

Es necesario prever un acceso suficiente para realizar las tareas de limpieza y mantenimiento de las zonas donde se acumulen los sedimentos.

La ejecución de la unidad de obra incluye las operaciones siguientes:

- Replanteo de la alineación de la barrera
- Excavación y adecuación del terreno previas a la colocación, si fuese necesario
- Colocación de balas de paja necesarias para proteger los cauces
- Colocación de estacas de sujeción de la bala de paja al terreno
- Reposiciones mensuales durante el tiempo que duren las obras
- Cualquier otra operación, maquinaria o material necesario para su correcta instalación o mantenimiento.

### Medición y Abono

La ejecución de las barreras de retención de sólidos a base de balas de paja se medirá por unidad de longitud (m) realmente ejecutada.

Se abonará aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios.

### Control y supervisión

Control de la correcta ejecución de la zanja en consonancia con la anchura de las balas de paja, y control del correcto anclaje de las balas con el fin de que la propia escorrentía superficial no las arrastre

### Balsa de decantación

### Definición

Se define como balsa de decantación, aquel dispositivo capaz de retener los sólidos en suspensión arrastrados por las aguas de obra, tanto de escorrentía, como de agotamiento o de ejecución de hincas o pantallas, de manera que no lleguen a los cauces próximos o a redes del CABB cercanas.

### Materiales

La presente unidad comprende:

- Replanteo.

- Excavación y refino del fondo.
- Extendido de lámina de arcilla.
- Instalación de lámina PEAD.
- Instalación de arqueta de control.
- Conexión a la red de drenaje o cauce próximo.
- Cualquier otra operación necesaria para el correcto mantenimiento y funcionamiento de la balsa durante las obras.

### Ejecución

Al objeto de evitar la obturación de las redes de drenaje existentes y la contaminación de los cauces públicos por la llegada a ellos de residuos sólidos provenientes de los trabajos de movimiento de tierras, se hade proyectar una serie de medidas con el fin de evitar la citada situación.

En general consisten en:

- Construcción de una balsa de decantación temporal previa a la anterior zona de vertido definitivo.
- Realización de zanjas o conducciones provisionales de recogida de aguas que conduzcan las aguas de escorrentía interior a la balsa.

### Medición y Abono

El abono de las balsas de decantación se realizará por Unidad totalmente ejecutada, con los precios inluidos en el Cuadro de Precios Nº1.

### Control y supervisión

Todo el material será de primera calidad y adecuados a la función que desarrollen.

Cada componente deberá contar con su correspondiente sello de calidad oficial.

El adjudicatario, antes de instalar los materiales, los someterá a la aprobación del Técnico de Seguimiento Ambiental en Obra.

## Balsa de limpieza de hormigoneras

### Definición

Se entiende por punto de limpieza de hormigoneras aquella zona habilitada para que las hormigoneras realicen la limpieza de las canaletas, a fin de evitar vertidos indiscriminados por la obra y poder controlar y gestionar las aguas de limpieza, que poseen pH elevado.

### Materiales

Comprende:

- La excavación de una fosa.
- Recubrimiento con lámina de PEAD aislante.
- La gestión de las aguas de limpieza por gestor autorizado.
- Picado.
- Tratamiento por gestor autorizado, del residuo y desmantelamiento o reutilización del material extraído en la propia obra, y recuperación del área afectada.

### Ejecución

- Consistirá en una balsa excavada en tierras, el dimensionamiento quedará en función del espacio libre disponible en la obra y la frecuencia de lavado de hormigoneras máximo que se prevea, de fácil acceso para las hormigoneras.
- Las aguas de limpieza se recogerán periódicamente y se gestionarán por gestor autorizado.
- También periódicamente se retirará el hormigón acumulado en la balsa, que será gestionado así mismo por un gestor autorizado o se procederá a su reutilización en la propia obra.

### Medición y Abono

El abono de las balsas de limpieza de hormigoneras se realizará por Unidad totalmente ejecutada, con los precios inluidos en el Cuadro de Precios Nº1.

## Control y supervisión

Todo el material será de primera calidad y adecuados a la función que desarrollen. Cada componente deberá contar con su correspondiente sello de calidad oficial.

No existirán plastas de hormigón a lo largo de la obra fuera de las zonas habilitadas al efecto. En el caso de localizar una hormigonera realizando un lavado fuera de la fosa, se procederá a la toma de sus datos para realizar un aviso, y si se repite el hecho para proceder a multar a la subcontrata.

Se deberá proceder a la demolición de las instalaciones y a la posterior restauración de las condiciones del terreno previas a la instalación de la misma.

Se determinarán puntos de limpieza debidamente establecidos para la limpieza de las canaletas de las hormigoneras. Estos puntos de limpieza deben de estar controlados, de manera que no exista afección alguna al dominio público hidráulico

El adjudicatario, antes de instalar los materiales, los someterá a la aprobación del Técnico de Seguimiento Ambiental en Obra.

## Lavarruedas

### Definición

En todas las salidas/entradas, de la zona de obras a la red viaria de uso general se dispondrán sistemas de lavado de ruedas que permitan la eliminación de los residuos adheridos a las ruedas de los vehículos.

La unidad comprende la instalación completa terminada y funcionando del dispositivo lavarruedas, disponiendo el mismo de las siguientes características:

- Ser dispositivos automáticos, dotados de un depósito de agua reciclable, y un sistema de conducciones que conduzcan el agua a presión.
- Que pueda ser utilizado por todos los vehículos de la obra.
- Que estén conectados a sistemas de captación o de sedimentación de sólidos para evitar el vertido directo a los cauces del territorio. Estos sistemas de captación deben ser accesibles y los lodos eliminados de forma periódica.
- Que tenga un dispositivo de concentración de las grasas y aceites, para que puedan ser gestionados de forma independiente como residuos peligrosos.
- Debe tener un tamaño suficiente para permitir el paso de cualquier vehículo o maquinaria a la obra.

- Debe contar con dispositivos para evacuación del agua si fuese necesario.

Esta unidad incluye toda obra civil necesaria para la instalación, las acometidas de energía y agua que se precisen, así como la adecuada retirada periódica y gestión tanto de los lodos que se generen en el proceso de lavado, como de los aceites y grasas que puedan recogerse.

Se incluyen todas las operaciones de mantenimiento necesarias, así como el desmantelamiento posterior y la recuperación del área afectada para devolverla al estado.

### Materiales

- Ud. de dispositivo lavarruedas automático,
- Depósito de agua reciclable.
- Dispositivos de decantación de sólidos.
- Captación independiente de grasas y aceites, gestión completa de residuos y lodos.
- Totalmente instalado y funcionando.
- Incluso montaje y obra civil.
- Acometidas de energía y agua.
- Mantenimiento durante el periodo de las obras.
- Desmantelamiento y recuperación de la zona afectada a la conclusión de éstas.
- Cualquier otra operación adicional necesaria.

### Ejecución

Dado que la componente principal de esta unidad de obra es la instalación industrial, el resto de la obra deberá ajustarse a ella, basándose en el diseño indicado en planos.

### Medición y Abono

El abono de los lavaruedas se realizará por Unidad totalmente ejecutada, con los precios inluidos en el Cuadro de Precios Nº1.

### Control y supervisión

Cada componente deberá tener su correspondiente sello o certificado de calidad oficial. Se comprobará por parte del Técnico de Seguimiento Ambiental en Obra los siguientes aspectos:

Tras su ejecución:

- Ejecución adecuada del lavadero de ruedas de acuerdo con el plano de detalle.
- Colocación del balizamiento y orientación del lavadero para garantizar su uso por parte de los vehículos.
- Señalización de la obligación del uso por parte de vehículos y maquinaria móvil.
- Mantenimiento del lavadero y limpieza periódica del fondo.

Tras la finalización de su uso, antes de la recepción de la obra

- Completa retirada y relleno del hueco.
- Integración ambiental de la zona afectada mediante aporte de tierra vegetal y siembras.

## Sistema de tratamiento de aguas de obra (STAO)

### Definición

El sistema de tratamiento de aguas de obra (STAO) es un sistema temporal de obra, cuyo principal objetivo es el tratamiento de las aguas, provenientes de las obras con alto contenido en partículas finas en suspensión. El fin último es reducir o evitar afecciones a la calidad de las aguas por aporte de sólidos en suspensión.

Su funcionamiento se basa en procesos de filtración y sedimentación de las partículas presentes en el agua. Para facilitar ambos procesos, se pueden añadir sustancias floculantes que facilitan la agregación de las partículas formando flóculos de mayor tamaño.

El sistema está compuesto por un conjunto de elementos, cuya configuración debe adaptarse a las condiciones particulares de cada obra; particularmente a la carga de finos prevista, y al caudal de agua que se prevé tratar.

El STAO es un sistema modular, que puede tener las siguientes configuraciones:

- Configuración 1: Zanja de tratamiento (ZT).
- Configuración 2: Zanja de tratamiento (ZT)+ Sistema activo de tratamiento (SAT).

Zanja de tratamiento

La zanja de tratamiento permite tratar el agua, mediante decantación y filtración, antes de su vertido, cuando las cantidades de agua y su contenido en sedimentos no son muy elevados, y no es necesario el sistema activo de tratamiento.

El agua se incorporará a la zanja mediante bomba de achique procedente de la zona de trabajo, o en su caso, del sistema de tratamiento activo.

La zanja de tratamiento consiste en una zanja con una pendiente hacia el cauce que está dividida transversalmente por septos fabricados con rollos de fibra, que generan estanques de decantación sucesivos.

El agua pasa de un estanque al siguiente hasta llegar al río a través de los rollos de fibra (agua clarificada por filtración), o sobre estos (agua clarificada por sedimentación) cuando el flujo del agua supera la capacidad del estanque.

La zanja tendrá sección trapezoidal de dimensiones similares en toda su longitud. Los taludes laterales de la zanja tendrán pendiente 2H:1V, y la máxima pendiente longitudinal será del 2%. Dependiendo del caudal esperado, se ajustarán las dimensiones de la zanja de acuerdo con el plano de detalle.

La longitud de la zanja deberá prolongarse, o incorporarse módulos de Sistema Activo de Tratamiento si no se consigue alcanzar los niveles de clarificación suficientes (<50NTU). En previsión de necesidades posibles durante la ejecución de los trabajos, se dispondrá de terrenos adicionales para prolongar la longitud de la zanja.

La zanja incorporará en la superficie del primer tramo (la zona de llegada de las aguas) de 5 m de longitud de lámina impermeable de 5 mm, anti-punzonamiento. En el resto de la superficie, se colocará una doble capa de malla de tejido 100% natural (fibra de coco o fibra de yute), con una densidad mínima de 700 gr/m2. Este tejido estará sujeto a la superficie de la zanja con piquetas en U (4 Ud./m2) que deberá espolvorearse previamente a su puesta en funcionamiento con floculante en polvo. El tipo de floculante deberá seleccionarse atendiendo a las características del agua, y tipología del suelo del que derivan los sólidos en suspensión.

Los rollos de fibra con los que se separan las presas, tienen el objetivo de separar y retener las partículas floculadas en suspensión, y reducir al mínimo la cantidad de sólidos en suspensión el agua. Los rollos de fibra serán de 40 cm de diámetro, y estarán formados por tejido natural (fibra de coco o fibra de yute). Los rollos estarán hincados 10 cm en el terreno, y fijados mediante redondos de acero o estacas de madera no tratada, de forma que puedan soportar velocidades de flujo de agua superiores a 2,5 m/s, y pendientes superiores a 2H:1V.

Los rollos de fibra contendrán, bien en su interior o ancladas en su parte posterior, pastillas de floculante de rápida reacción y específico para el tipo de suelo y aplicación.

Sistema activo de tratamiento (SAT)

Si la zanja de tratamiento es insuficiente para reducir el contenido en sólidos del agua, se podrá añadir un sistema activo de tratamiento (SAT). El sistema activo de tratamiento está compuesto a su vez por dos sistemas:

- Sistemas de dosificación,
- Sistema de agitación.

El agua de obra es bombeada al sistema de dosificación, donde el agua entrará en contacto con el floculante. Este sistema impulsará el agua hasta el sistema de agitación, donde el agua y floculante se mezclarán y homogenizarán.

El sistema de dosificación tiene el objetivo de captar el agua a tratar y dirigirlo, después de un tratamiento previo, al sistema de agitación. El sistema de dosificación está compuesto por unidades; cada una de estas unidades consiste en un tubo de PVC 200 mm diámetro y 1800 mm de longitud, con capacidad de tratar hasta 10 l/s de caudal. Cada unidad de dosificación estará equipada con una parrilla interior preparada para incorporar hasta 4 bloques de polímero sólido de lenta disolución y con acoples tipo camlock para una fácil y rápida apertura y acceso a su interior.

Las unidades de dosificación deben estar conectadas mediante manguera, tanto con la zona de captación del agua a tratar, como con el sistema de agitación y entre las propias unidades. Para esto, las unidades deben estar equipadas con conexión de manguera flexible 80/100 mm de diámetro y con capacidad de trabajar con una presión máxima de 6 bar.

El objetivo del sistema de agitación es la homogenización y mezcla del floculante con las aguas turbias mediante giros y constricciones. Esto se consigue mediante ampliaciones del tamaño de la tubería, las cuales provocan turbulencias y alteran los gradientes de velocidad y flujo, proporcionando mezclas radiales y axiales.

Este sistema deberá estar compuesto por un bastidor de acero inoxidable y tubo floculador, de PVC, de flujo forzado. Dependiendo del caudal, se incorporará una o varias unidades. Cada unidad tendrá dimensiones 2500 x 500 x 1000 mm, y tendrá una capacidad de caudal de entre 4-6 l/s. Estará conectado en línea con el sistema de dosificación, ser compacto y, sin partes móviles ni requerimientos de energía externa. También deberá estar equipado con 3 puntos de inyección y 2 válvulas de muestreo.

## Materiales

Los materiales necesarios para la aplicación del presente sistema son:

Sistema activo de tratamiento

- Sistema de impulsión: conformado por una bomba de impulsión de 5 cv para alimentacion del sistema con el agua residual a tratar. Incluye guarda motor, botonera para funcionamiento manual y automático, sistema de boya y 20 metros de cable eléctrico.

- Mangeras de conexión: mangera felexible de 80/100 mm de diametro, capacidad de trabajo a una presión máxima de 6 bar y caudal de hasta 10 l/s.

- Unidades de dosificación de 200 mm de diámetro y 1800 mm de longitud: diseñados para introducir floculante en la linea de impulsion, con capacidad para alberagar 4 pastillas de floculante. Cada unidad deberá tener una capacidad de tratamiento de entre 4 – 15 l/s.

- Sistema de agitación; compueso por bastidor de acero inoxidable y tubo floculador de flujo forzado de PVC, con capacidad de caudal de entre 4 – 6 l/s. Equipado con 3 puntos de inyección y dos valvulas de muestreo.

- Pastillas floculantes de lenta disolución de 4,5 kg la unidad, formadas por polimero aniónico en forma sólida. Cada pastilla deberá poseer certificados, bajo norma ANSI/NSF, de no peligrosidad y tóxicidad para el medioambiente. El tiempo de reacción deberá ser inferior a 20 segundos y deberá producir un sobrenadante casi trasparente. Para la selección del floculante, también se deberá tener en cuenta las caracteristicas del agua a tratar y la tipología del suelo.

Zanja de tratamiento

- Lámina impermeable, resistente a punzamiento y de al menos 5 mm de espesor, para recubrir la primera zona de la zanja de tratamiento.

- Malla de tejido natural: de al menos 700 gr/m2, tamaño de cuadrícula de 20 mm x 20 mm y 8-10 mm de espesor, fijado al terreno mediente grapas.

- Dique natural filtrante: Compuesto por rollo de fibra orgánico fabricado 100% en fibras naturales muy compactado de 3 m de longitud, 40 cm de diámetro y 11,5 kg/ml de relleno de fibras.

- Dique natural filtrante: compuesto por rollos de fibra fabricado 100% de fibras naturales (fibra de yute o fibra de coco), de 3 m de longitud, 30 cm de diámetro y 6 kg/ml de relleno de fibras o compost.

- Polímero en polvo, de rápida reacción, seleccionado atendiendo a las caracteristicas del agua a tratar y tipología del suelo, con certificados de no peligrosidad y toxicidad para el medioambiente, bajo norma ANSI/NSF.

- Polimero en bloque. Pastilla, de 4,5 kg, de polímero aniónico, de rápida reacción, seleccionado atendiendo a las caracteristicas del agua a tratar y tipología del suelo. Con certificado de no peligrosidad y tóxicidad para el medioambiente, bajo norma ANSI/NSF. Cada pastilla debe tener capacidad para tratar entre 700 y 1.800 m3 de agua.

- Redondo de acero, con dimensiones 19 mm de sección y 1.5 metros de longitud.

## Ejecución

La instalación del sistema de tratamiento de aguas de obra se realizará respetando la vegetación de ribera y otros valores naturales que puedan estar presentes en la zona, y ocupando el mínimo espacio necesario.

Previo a la ejecución del presente sistema, el contratista deberá revisar tanto los cálculos como la información del proyecto, con el objetivo de optimizar al máximo el sistema. Esta revisión deberá ser aprobada por la Dirección Facultativa.

La selección de los polímeros se hará mediante la realización de pruebas de sedimentación de aguas y suelos de la zona con diferentes polímeros.

Es necesario que el sistema sea fácilmente accesible para poder realizar las labores de mantenimiento que sean necesarias.

Los pasos para la ejecución del presente sistema son:

*Sistema activo de tratamiento*

- Suministro e instación de las unidades de dosificación, incluyendo la incorporación en su interior de las pastillas de floculante. Es recomendable que las unidades se instalen sobre un terreno llano.
- Conexión de las unidades de dosificación entre sí y con la zona de achique de agua a tratar.
- Suministro e instalación de sistema de agitación. Es recomendable que el sistema de agitación se instale sobre un terreno llano.
- Conexión del sistema de agitación, mediante manguera, con unidad de dosificación.
- Instalación de zona de incorporación del sistema a la zanja de tratemiento.

*Zanja de tratamiento*

- La zanja de tratamiento se ejecutará preferentemente de forma perpendicular al cauce, puesto que la parte posterior de la zanja deberá incorporar el agua tratada a cauce.
- Excavación de la zanja, con seccion trapezoidal con una anchura de 3 metros, taludes 2H:1V y pendiente no superior a 2%.
- Instalación de la lámina impermeable, recubriendo los primeros metros de la zanja.

- Instalación de doble capa de manta de fibra natural, que recubirá la total longitud de zanja que no ha sido cubierta por la lámina permeable. La manta deberá quedar perfectamente estirada, sin presentar arrugas, y anclada al terreno mediente grapas.

- Dosificación homogénea de polímero en polvo sobre la manta de fibra natural.

- Colocación de diques naturales (rollos de fibra) cada 2-5 metros, perfectamente fijados al terreno, de manera que el todo el agua fluya a tráves del dique. La fijación al terreno se realizará mediante estacas de madera no tratada, que perforarán los rollos de fibra de manera perpedicular y enterrada al menos 1 metro en el terreno natural. Los extremos del rollo de fibra deberán situarse, al menos, a 20 cm de sobre el vertedero del rollo de fibra, para evitar que el agua no fluya por los laterales de los rollos de fibra hacia el siguiente estanque.

- En caso de que los rollos no contengan los floculantes en su interior, se deberán colocar en la parte posterior de los diques.

- Instalación de zona de incorporación de agua a cauce, compuesta por elementos que eviten la erosión del terreno.

### Medición y abono

La medición y abono se realizarán por mes completo en el que el sistema de tratamiento y sus instalaciones auxiliares hayan estado en funcionamiento. El pliego de prescripciones particulares y los cuadros de precios deberán especificar la capacidad de tratamiento y/o número de unidades de tratamiento a disponer en cada caso.

## 3.12.2. Actuaciones encaminadas a la integración ambiental

### Revegetación

### Preparación del terreno

*Definición*

Una vez realizada la actuación previa de creación de un mejor estrato de acogida para la revegetación se procederá a la preparación del terreno, para las labores de plantación, mediante operaciones de apertura de hoyos de forma mecanizada, subsolado lineal por curvas de nivel con posterior formación de rellanos y, por apertura de hoyos de forma manual.

A continuación se describen la forma de realizar las diferentes preparaciones del terreno y con que tipo de unidad de actuación se corresponde

*Ejecución de las obras*

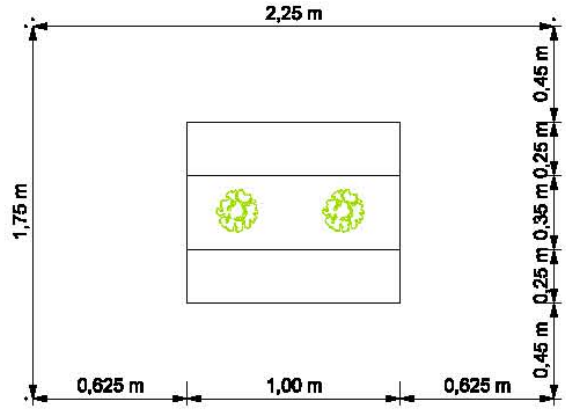
Apertura manual de hoyos

La apertura manual puede llegar a constar de dos fases, en el caso de requerirse un acondicionamiento previo de banqueta y posterior formación de hoyo

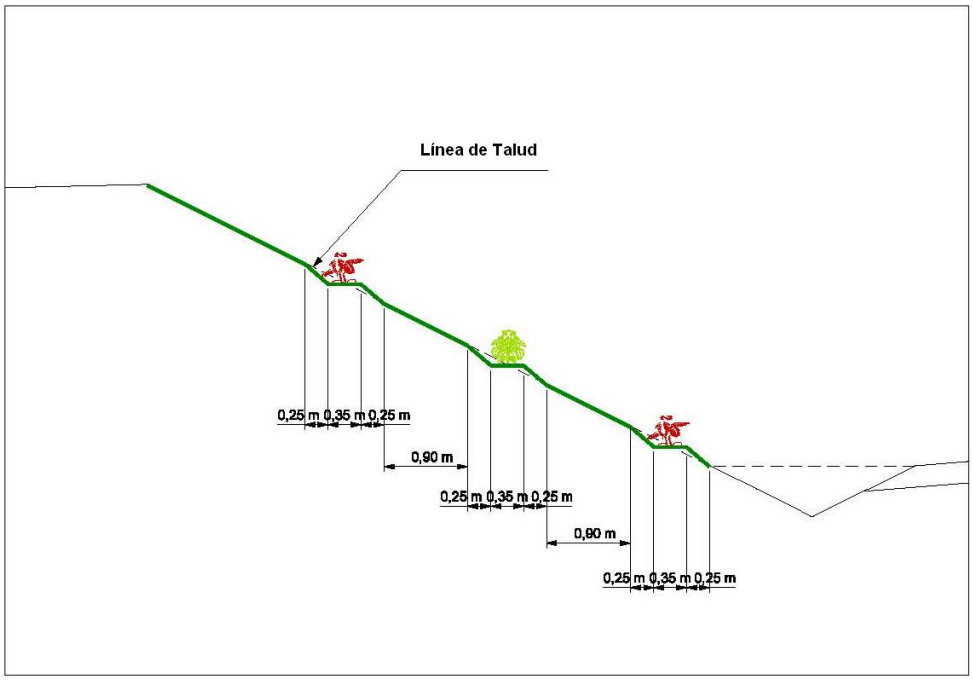
Acondicionamiento de banquetas en Talud

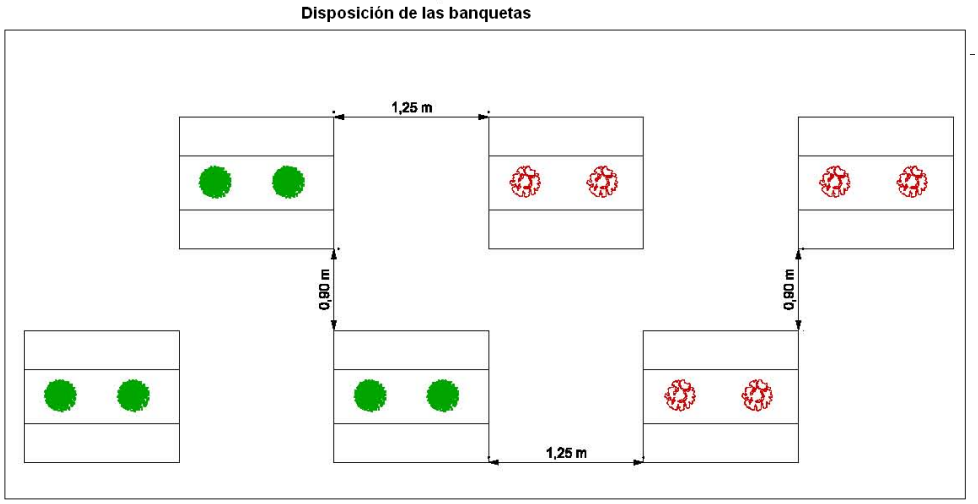
Esta operación se realizará en taludes (tanto terraplenes como desmontes) según las pendientes establecidas, con las indicaciones que se marcan en los tres gráficos siguientes:

**Dimensiones de Banqueta y su marco**




**Tratamiento en Talud formado por la excavación de la conducción**






De este modo, la creación de banquetas consta de 2 fases:

- Creación del Marco de Banqueta: base de 1m x 0,35m en contrapendiente, con pequeño desmontado de 0,25m en la parte superior de la banqueta y terraplenado de 0,25 m en la parte inferior.

- Disposición de banquetas: al tresbolillo, separadas 1,25 m en línea y 0,90 m entre líneas.

Considerando los dos puntos anteriores, la superficie de ocupación por banqueta será de 1,75m x 2,25m, es decir 3,935 m2.

Estableciendo el marco de ocupación de banqueta en 4m2 (3,935m2), determinamos el número de banquetas por Ha: 10.000/4 = 2.500 banquetas, de forma que considerando la plantación de dos (2) plantas por banqueta, tenemos 5.000 plantas/Ha.

Hoyos

La creación de hoyos de forma manual se llevará a cabo en las banquetas formadas en superficies de desmonte y terraplenes y, de forma complementaria para especies arbustivas y subarbustivas en otras superficies afectadas por la actuación. Consta de 2 fases:

- Apertura de hoyos de 40x40x40 para especies arbóreas y arbustivas y 30x30x30 cm. para especies subarbustivas.

- Tapado de hoyos respetando los perfiles del horizonte del suelo al proceder a esta fase y con al menos 15 días de margen desde la apertura de los mismos, para una correcta meteorización del volumen abierto.

*Subsolado lineal*

Se trata de una preparación mecanizada del suelo, que se realizará con un máquina tipo bulldozer de unos 270 CV, dotada de cadenas y de 1 a 3 rejones subsoladores (ripper) los cuales dispondrán en su

extremo de un desgarrador, con objeto de que no se produzca inversión de horizontes. Se podrá emplear maquinaria pesada en pendientes de hasta el 41%, siendo el destino de esta preparación la banda de ocupación de las obras en aquellos tramos en los que la pendiente sea suave (menor del 41%).

Acabada esta preparación, se realiza un acondicionamiento manual de rellanos sobre los surcos. Se formará así una plataforma o banqueta horizontal o con ligera contrapendiente, con el fin de recoger el agua de escorrentía. Esta operación se realizará manualmente y con azada.

*Apertura mecanizada de hoyos*

Esta preparación del terreno se realizará exclusivamente para las reimplantaciones de las especies arbóreas de interés encabañadas al inicio de las obras y cuyo porte aconseje la adopción de su reintroducción mediante maquinaria.

Consistirá en la apertura de hoyos con unas dimensiones mínimas de 1,5 m x 1,5 m x 1,5 m, y se abrirán con Retroexcavadora de 70 CV o superior, con apoyo manual en la recepción y ubicación definitiva.

La aplicación de una máquina de las características que se mencionan, aportaría la posibilidad de apertura de unos hoyos con unas dimensiones adecuadas, con el fin de formar un volumen suficiente de recepción, dado el cepellón de gran tamaño del que deben disponer estas unidades para garantizar una buena reserva de humedad y un mínimo shock durante el proceso referido.

### Medición y abono

Estas unidades se medirán y abonarán al precio indicado en el cuadro de precios para las unidades correspondientes.

## Hidrosiembra.

### Definición.

La hidrosiembra es la proyección a presión sobre el terreno de una suspensión de agua y semillas junto con fertilizantes, estabilizantes, mulches y aditivos especiales. Dicha suspensión se reparte homogéneamente sobre la superficie a tratar originándose una capa que permanece firmemente adherida al terreno. Esta capa asegura unas condiciones ideales para la germinación de las semillas, debido a que las fija, retiene la humedad del suelo y las aísla de condiciones climatológicas adversas.

Las hidrosiembras tienen 2 objetivos fundamentales:

- Proteger contra la acción de la erosión.
- Anular el impacto sobre el paisaje producido por las obras.

El fin último de las hidrosiembras es conseguir una cubierta vegetal herbácea inicial que sirva como punto de partida para el establecimiento posterior de una vegetación que cumpla con los objetivos de protección y de integración en el paisaje.

## Materiales.

*Semillas*

Las semillas son el albergue de las plantas en embrión. Almacenan las características del germen de los progenitores, protegiéndolo de diversas maneras contra el calor, el frío, la sequía y el agua, hasta que se presenta una situación favorable para su desarrollo. Son en definitiva una forma de supervivencia de las especies vegetales.

Pertenecerán a las especies indicadas en el presente Pliego, procederán de casas comerciales acreditadas y serán del tamaño, aspecto y color de la especie botánica elegida.

El peso de la semilla pura y viva (P1) contenida en cada lote no será inferior al 80% del peso del material envasado.

El grado de pureza mínimo (Pp), de las semillas será al menos del 85% de su peso, y el poder germinativo (Pg) tal, que el valor real de las semillas sea el indicado más arriba.

La relación entre estos conceptos es la siguiente:

$$P1 = Pg \times Pp$$

No estarán contaminadas por patógenos ni insectos, ni pueden presentar señales de haber sufrido enfermedades. Estarán limpios de materiales inertes, de semillas de malas hierbas y de otras plantas cultivadas.

Para todas las partidas de semilla se exige un certificado de origen y éste ha de ofrecer garantías suficientes al Director de la Obra. Cada especie deberá ser suministrada en envases individuales sellados o en sacos cosidos, aceptablemente identificados y rotulados, para certificar las características de la semilla.

La mezcla de semillas será de gramíneas y leguminosas recolectadas al inicio de la obra y en el entorno de la actuación y se incorporarán a la mezcla de hidrosiembra con una dosificación de:

1ª Fase:

- Semillas 20 g/m2
- Mulch de fibra corta 100 g/m2
- Estabilizador-fijador de suelos de tipo arcilloso-húmico o similar 60 g/m2

- Abono complejo de lenta liberación 60 g/m2
- Corrector orgánico líquido 0,6 ml/m2
- Agua 2 l/m2

2ª Fase:

- Mulch de fibra corta 60 g/m2
- Estabilizador-fijador de suelos de tipo arcilloso-húmico o similar 50 g/m2
- Abono complejo de lenta liberación 30 g/m2
- Agua 2 l/m2

*Agua*

El agua cumplirá las especificaciones recogidas en el capítulo 3.56.2.1.4 del presente pliego.

Mulch

Se define como mulch o acolchado al material de origen natural o artificial que, utilizado con los demás componentes de la hidrosiembra, reduce las pérdidas de agua en el suelo por evaporación. Las funciones de los acolchados son las siguientes:

- Proteger contra la erosión
- Proteger contra el impacto de las gotas de lluvia.
- Reducir la velocidad de evaporación, manteniendo más tiempo la humedad necesaria para la germinación.
- Proteger las semillas contra la avifauna y la microfauna.
- Aportar materia orgánica.
- Prolongar el período vegetativo y de siembra.
- Conservar la estructura superficial del suelo.
- Moderar la temperatura.
- Existen diversos tipos de mulch:
- Materiales pesados: Arcilla, bentonita,...

- Materiales ligeros: Lavas, silicatos, cenizas industriales, ..
- Materiales orgánicos: Paja, heno, celulosas, cortezas, ...
- Compost
- Hidrosilicatos
- Alginatos
- Espumas sintéticas

Antes del inicio de los trabajos, el Contratista someterá a la conformidad de la Dirección de Obra el tipo de mulch que vaya a utilizar.

*Estabilizadores*

Son productos que aplicados a la hidrosiembra forman una película homogénea, estable y permeable al terreno y que sujeta la mezcla de semillas y mulch.

Se entiende por "estabilizador" o acondicionador de suelo cualquier material orgánico o inorgánico aplicado en solución acuosa que, penetrando a través de la superficie del terreno, reduce la erosión por aglomeración física de las partículas del suelo, generalmente a través de la formación de enlaces coloidales de naturaleza orgánica.

Este reticulado debe permitir la circulación del aire y el mantenimiento de la humedad del suelo mejorando la estructura y proporcionando un medio biológico más idóneo. A la vez, debe ligar las semillas y el mulch, pero sin llegar a crear una película impermeable.

Los estabilizadores deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Ser productos que al incorporarse al terreno formen una capa superficial resistente a la erosión y de un espesor similar al que pueda ser afectado por aquella.
- Ser utilizables por pulverización, no combustibles, ni tóxicos.
- Ser biodegradables.
- Ser compatibles con otros productos que puedan reforzar o ampliar su campo de aplicación, para que satisfagan la exigencias más amplias posibles.
- Resistentes a las heladas
- Estabilidad de almacenamiento por un mínimo de seis meses.
- No producir inhibición a la germinación de las semillas a dosis usuales.

- Estar debidamente avalados en sus propiedades por ensayos estandarizados

Antes del inicio de los trabajos, el Contratista someterá a la conformidad de la Dirección de Obra el tipo de estabilizador que vaya a utilizar. Necesariamente presentará una memoria incluyendo los resultados de los ensayos que avalan las propiedades del producto. Esta conformidad no supondrá responsabilidad alguna por parte de la Dirección de Obra en cuanto a los resultados que se obtengan por la aplicación del producto, de los que será plenamente responsable el Contratista.

*Abonos minerales*

Los abonos minerales cumplirán las especificaciones recogidas en el capítulo 3.56.2.1.5 del presente pliego.

*Aditivos*

Se define el aditivo o mejorante de la hidrosiembra como el material no utilizado en las siembras habituales, pero que es necesaria su adición en ciertos casos, bien por ser las condiciones del medio a hidrosembrar extremas o muy duras, o bien porque las deficiencias de algún elemento del suelo sean tan importantes que puedan causar la muerte de la semilla o de la plántula.

Los posibles aditivos o mejorantes se clasifican en los siguientes grupos:

- Inóculos de Rhizhobium.
- Ácidos húmicos y fúlvicos.
- Quelatos.
- Complejos orgánicos
- Otros, como productos hormonales y fungicidas, caliza activa, enmiendas de alta eficacia para suelos, azufre, reductores de salinidad por disolución de sodio, etc.

*Rhizobium*

Se llama Rhizobium o Rizobio a ciertas bacterias del suelo pertenecientes a los géneros Rhizobium, Bradyrhizobium y Azorhizobium. Estas bacterias entran en asociación con las plantas de la familia Leguminosae formando en ellas un nuevo órgano llamado nódulo. Dentro de este nódulo se crea el ambiente necesario para la fijación del nitrógeno atmosférico por la bacteria que hace a la planta independiente del nitrógeno del suelo.

Cada rizobio interacciona con una o muy pocas especies de plantas estrechamente relacionadas. Esto hace que muchas veces el rizobio especifico de la planta no exista en la superficie a sembrar pudiendo dar lugar a deficiencias de nitrógeno en la planta.

Las semillas de leguminosas se inoculan mojándose ligeramente con agua, jarabe, latex, u otro adhesivo.

Deben ser humedecidas lo suficiente como para permitir que la bacteria se fije a las semillas, pero no tanto como para que las semillas se peguen entre si. La inoculación debe hacerse antes de que las semillas se siembren o al mismo tiempo. Esto último es mejor ya que en ciertas condiciones la bacteria puede morir por desecación o por altas temperaturas.

*Ácidos húmicos y fúlvicos*

Son la parte activa de la materia orgánica. Ellos son los que reaccionan con la arcilla formando el complejo argilohúmico, de aspecto esponjoso, y los que permiten liberar los abonos minerales bloqueados.

Se pueden diferenciar a partir de su distinta solubilidad:

- Ácido húmico: Es la fracción de las sustancias húmicas soluble en medio alcalino e insoluble en medio ácido.
- Ácido fúlvico: Es la fracción de las sustancias húmicas soluble, tanto en medio alcalino como en medio ácido.

Ni los ácidos húmicos ni los fúlvicos son compuestos químicos definidos. Cada grupo engloba multitud de compuestos diversos más o menos relacionados entre ellos.

Características de los ácidos húmicos:

- Contenido en carbono 50 a 60%
- Contenido en nitrógeno 2 a 6%
- Contenido en oxígeno 30 a 35%
- Acidez total 5,6 a 7,7 meq/g
- Actúan sobre la parte aérea de la planta

Características de los ácidos fúlvicos:

- Contenido en carbono 40 a 50%
- Contenido en nitrógeno 0,8 a 3%
- Contenido en oxígeno 44 a 50%
- Acidez total 6,4 a 14,2 meq/g
- Actúan sobre la parte hipogea de la planta.

Tienen una mayor capacidad para secuestrar metales que los ácidos húmicos.

En solución, las sustancias húmicas (ac. húmicos y fúlvicos) tienen un efecto directo y selectivo sobre el metabolismo de las plantas y como consecuencia en su crecimiento.

Los ácidos húmicos y fúlvicos, deberán proceder de yacimientos de Leonardita, de la cual se extraen los ácidos húmicos y fúlvicos de mayor calidad.

*Quelatos*

Son compuestos formados por isómeros, los cuales tienen la capacidad de englobar en su molécula átomos de metales alcalinotérreos y/o pesados, evitando su insolubilización. Los quelatos más comunes están elaborados a partir de ácido heptaglucónico o hexaglucónico, de Ca, Mg, Mn, Fe, etc.

Según los resultados de los análisis de suelo se añadirán los quelatos correspondientes.

Las dosis y el tipo de quelato los fijará la Dirección de Obra, ya que, los tipos de quelatos pueden ser para distintos metales, por lo tanto habrá que utilizar el que sea más apropiado para resolver las deficiencias concretas del suelo a tratar. La dosis también irá en función de la gravedad de la carencia del suelo tratado.

*Abonos orgánicos*

Los abonos orgánicos cumplirán las especificaciones recogidas en el capítulo 3.56.2.1.5 del presente pliego.

## Ejecución de las obras.

Condiciones de ejecución de las siembras

La hidrosiembra se efectúa mediante la máquina denominada hidrosembradora, que emplea el agua como medio de distribución. Las características de la máquina deberán ser tales que permitan el acceso a todas las superficies.

La mezcla de productos a incorporar a los taludes mediante la máquina consistirá en: agua, mulch de celulosa de fibra corta, mulch, ligante o estabilizador, semillas y abono de tipo NPK.

El proceso, descrito cronológicamente, consistirá en:

- 1º) Llenar el tanque de la hidrosiembra con agua hasta cubrir la mitad de las paletas del agitador; en este momento incorporar el mulch y esperar algunos minutos hasta que se haya extendido en la superficie del agua sin formar bloques o grumos que puedan causar averías en la máquina al ponerse en marcha el agitador.

- 2º) Poner en movimiento las paletas del agitador y continuar llenando el tanque hasta los 3/4 de su capacidad, al tiempo que se introduce en el interior del tanque las semillas y los posibles abonos preparasiembras. Es recomendable tener en marcha el agitador durante 10 minutos más, antes

de comenzar la siembra, para favorecer la disolución y estimular la facultad germinativa de las semillas. Seguir mientras tanto llenando de agua el tanque hasta que falten unos 10 cm. y entonces añadir el producto estabilizador de suelos. Con el llenado del tanque y el cierre de la trampilla se completa la operación.

- 3º) Colocar en forma conveniente la hidrosiembra con relación a la superficie a sembrar e iniciar la operación de siembra. Uno o dos minutos antes del comienzo, acelerar el movimiento de las paletas de los agitadores para conseguir una mejor homogeneización de la mezcla.

Tanto los trabajos de acondicionamiento del terreno como los correspondientes a la propia hidrosiembra se han de realizar en las épocas del año más oportunas, teniendo en cuenta tanto los factores de temperatura como los de precipitación. Las mejores épocas para la hidrosiembra coincidirán con los comienzos de la primavera y el final del otoño.

Desde el momento en que se mezclan las semillas hasta el momento en que se inicia la operación de siembra no transcurrirán más de 20 min.

El cañón de la hidrosembradora se situará inclinado por encima de la horizontal para lograr una buena distribución, es decir, el lanzamiento debe ser de abajo a arriba.

La hidrosiembra se realizará a través del cañón de la hidrosembradora, si es posible el acceso hasta el punto de siembra, o en caso contrario, por medio de una o varias mangueras enchufadas al cañón. La expulsión de la mezcla se realizará de tal manera que no incida directamente el chorro en la superficie a sembrar para evitar que durante la operación se produzcan movimientos de finos en el talud y describiendo círculos, o en zigzag, para evitar que la mezcla proyectada escurra por el talud. La distancia entre la boca del cañón (o de la manguera) y la superficie a tratar es función de la potencia de expulsión de la bomba, oscilando entre los 20 y 50 metros, y deberá ajustarse en obra, realizando las pruebas pertinentes a fin de evitar los efectos antes indicados.

La hidrosiembra se realizará en dos pasadas para aumentar su eficacia.

En la primera pasada (fase de siembra) se cubre la zona con agua, mezcla de semillas, mulch, fertilizante y fijador.

En la segunda pasada (fase de tapado) la mezcla de la hidrosiembra llevará agua, mulch y fijador.

El tiempo que tiene que transcurrir entre la 1ª y la 2ª pasadas será como máximo de 24 horas, siendo recomendable que este intervalo sea el mínimo posible que permitan las condiciones existentes en el momento de la actuación.

En el caso de taludes cuya base no sea accesible, debe recurrirse a situar mangueras de forma que otro operador pueda dirigir el chorro desde abajo. Esta misma precaución se ha de tomar cuando hay vientos fuertes, o tenga lugar cualquier otra circunstancia que haga previsible una distribución imperfecta cuando se lanza el chorro desde la hidrosembradora.

Se protegerá la plataforma de contaminación con la mezcla de la hidrosiembra (lonas, planchas de madera, etc.). En el caso de que la mezcla fértil utilizada en la hidrosiembra contaminara la plataforma, será responsabilidad del contratista el proceder a su limpieza.

La hidrosiembra se efectuará lo antes posible tras la finalización de las obras en los taludes, incluso antes de que se forme costra y regueros preferenciales de escorrentía. Las épocas más favorables para la siembra son la primavera y el otoño ya que son épocas de lluvia que ayudan a crecer y enraizarse a las plántulas. Si se hace en otoño, se procurará que sea a primeros o mediados de octubre; si fuera en primavera, interesa que sea de finales de marzo hasta mediados de abril.

Si se esperan lluvias en los días previstos para sembrar se retrasará la operación. Si los aguaceros se producen dentro de las primeras 24 horas puede correr peligro el éxito de la hidrosiembra.

Cuando las condiciones climatológicas, humedad excesiva, fuertes vientos y otros factores, dificulten la realización de las obras y la obtención de resultados satisfactorios, se suspenderán los trabajos, que sólo se reanudarán cuando se estime sean otra vez favorables las condiciones, o cuando se haya adoptado medidas y procedimientos alternativos o correctivos aprobados.

Mantenimiento durante el periodo de garantía

Durante el periodo de garantía se debe establecer un mantenimiento que consistirá en:

- Riegos:

- 16 riegos al año distribuidos según las necesidades estacionales

- Estos riegos serán a razón de 300 litros por especies arbóreas adultas que hubieran sido reimplantadas, 75 litros por cada planta de aproximadamente 1 m. de altura (palmitos), y 15 litros por cada planta de 1 a 2 savias.

- Tratamientos selvícolas:

- Poda, bina y escarda una vez al año

- Reposición de marras, siempre atendiendo al tipo de especie para la sustitución en Noviembre – Enero de cada año. En cualquier caso será total en el cumplimiento del mantenimiento.

- Aportes suplementarios:

- Abonado y tratamiento fitosanitario una vez al final del año, en cantidad de 1 gr/m2 de abono complejo de lenta liberación.

Incluido en la ejecución de la restauración, en todas las zonas tratadas se contemplará un riego de implantación, reposición de marras y aplicación de las actuaciones de mantenimiento durante el periodo de garantía.

El Programa de Mantenimiento sigue la estructura presentada en la siguiente tabla:

| ACTIVIDAD | UNIDAD |
|---|---|
| Riego | 16 veces |
| Poda | Una vez/año |
| Reposición de Marras | 100% durante la ejecución y en la época más adecuada durante el periodo de garantía y mantenimiento. Total al final del periodo de mantenimiento |
| Tratamiento Fitosanitario | Una vez |
| Abonado | Una vez |
| Escardas | Una vez al año, inmediatamente al despunte de gramíneas y leguminosas de la zona según especies |
| Binas | Una vez al año, inmediatamente al despunte de gramíneas y leguminosas de la zona según especies |
| Limpieza General | Cuantas veces sea necesaria a juicio del Director Ambiental |

### Medición y abono

Las hidrosiembras se medirán por m2 de superficie realmente tratada.

En el precio del m2 de hidrosiembra están incluidos los siguientes conceptos:

- Transportes, maquinaria y personal necesario.
- Suministro de materiales a pie de obra.
- Adopción de las precauciones indicadas en el artículo correspondiente.
- Realización de las operaciones necesarias para la siembra
- Riego de siembra
- Cualquier otro concepto que sea necesario para la correcta ejecución de la unidad.

### Control y supervisión

La calidad del agua de la hidrosiembra ha de estar de acuerdo con el tipo de suelo y con las exigencias de las especies a sembrar. En principio se pueden aceptar como apropiadas las aguas destinadas al abastecimiento público.

Cuando no exista bastante información sobre la calidad del agua propuesta para su uso en riegos, se han de tomar las muestras necesarias para su análisis, que se ha de realizar en laboratorios oficiales. Se cumplirán las condiciones especificadas en el artículo relativo a riegos del presente Pliego.

## Plantaciones

### Definición

Se entiende por "plantación", el conjunto de operaciones necesarias para el correcto establecimiento y el enraizamiento en el lugar definido en el proyecto de las especies objeto de revegetación procedentes de vivero.

### Materiales.

Condiciones generales de los materiales

Las especies vegetales autóctonas procederán de viveros cuyas condiciones climáticas, fisiográficas, edáficas, etc. hagan prever una adaptación correcta a la localización en que se realizará la plantación definitiva.

Las plantas se suministrarán etiquetadas por lotes, entendiéndose éstos como los conjuntos de plantas definidos en origen por la Dirección Ambiental de Obra a partir de la similitud en los siguientes parámetros: especie, variedad, edad, proceso de producción y zona de cultivo en vivero. En cada lote se definirán, como mínimo, los siguientes parámetros:

- Especie
- Variedad
- Tamaño
- Edad
- Procedencia del propágulo
- Número de repicados
- Fecha del último repicado
- Número de plantas
- Nombre del vivero y nombre de registro en el organismo de control

Las plantas suministradas poseerán un sistema radical en el que se hayan desarrollado las radicelas suficientes para establecer prontamente un equilibrio con la parte aérea.

Las plantas estarán ramificadas desde la base, cuando éste sea su porte natural; en las coníferas, además, las ramas irán abundantemente provistas de hojas.

Las plantas estarán ramificadas desde la base, cuando éste sea su porte natural; en las coníferas, además, las ramas irán abundantemente provistas de hojas.

Se deben corresponder el porte y desarrollo con la edad de las plantas. La edad de las plantas será la mínima necesaria para obtener el porte exigido, no admitiéndose aquellos ejemplares que, aún cumpliendo la condición de porte, sobrepasen en años la edad necesaria para alcanzarlo.

La planta estará bien conformada y su desarrollo estará en consonancia con la altura.

Los fustes serán derechos y no presentarán torceduras ni abultamientos anormales o antiestéticos.

En todas las plantas habrá equilibrio entre la parte aérea y su sistema radical. Este último estará perfectamente constituido y desarrollado de acuerdo con la edad del ejemplar, presentando de manera ostensible las características de haber sido repicado en vivero.

Serán rechazadas las plantas que:

- En cualquiera de sus órganos o en su madera sufran o puedan ser portadoras de plagas o enfermedades.
- Hayan sido cultivadas sin espaciamiento suficiente.
- Hayan tenido crecimientos desproporcionados por haber sido sometidas a tratamientos especiales o por otras causas.
- Lleven en el cepellón plántulas de otras especies.
- Durante el arranque o el transporte hayan sufrido daños que afecten a estas especificaciones.
- No vengan protegidas por el oportuno embalaje.
- Su parte aérea se halle dañada de forma que el daño no pueda ser remediado por recorte o poda sin caer en pérdidas de simetría.

Si se planta en primavera, se rechazarán las plantas que presenten brotes con avanzado desarrollo.

La Dirección de Obra podrá exigir un certificado que garantice todos estos requisitos, y rechazar las plantas que no los reúnan.

El Contratista vendrá obligado a sustituir todas las plantas rechazadas y correrán a su costa todos los gastos ocasionados por las sustituciones, sin que el posible retraso producido pueda repercutir en el plazo de ejecución de la obra.

Accesorios y materiales complementarios

En las especies arbóreas que se planten con más de un metro de altura podrá ser requerido, a juicio del Director de Obra, la colocación de tutores u otras medidas de soporte, al objeto de anclar y mantener en posición vertical los árboles acabados de plantar, evitando que sean abatidos por el viento o que por ceder el subsuelo en contacto con las raíces falle la plantación. Los tutores se colocarán del lado donde sople el viento dominante y se enterrarán al menos 50 cm de profundidad. Deben colocarse lo más centrado posible con el tronco y a una distancia mínima de unos 20 cm. Mediante un par de fijaciones se enlazará al árbol a la altura de las primeras ramificaciones. Los tutores pueden ser de acero, aluminio o madera y las fijaciones de los tutores sobre el tronco se harán con material elástico y no abrasivo para la corteza.

Tolerancias de acabado y reposición de marras

Transcurridos seis (6) meses desde la finalización de las plantaciones, se tolerará una mortandad máxima del diez por ciento (10%) del número total de individuos de cada especie en cada unidad de actuación. En caso de superarse este porcentaje, el Contratista vendrá obligado a reponer a su costa la totalidad de las marras producidas.

Todas las marras correspondientes a las plantaciones y siembras serán imputables al Contratista, siempre y cuando se constate que las mismas se han debido a la mala ejecución de la obra en su implantación o conservación.

De la misma manera, serán imputables al Contratista, todos aquellos daños producidos al árbol durante el proceso de manipulación que comienza con la carga y transporte desde los viveros de origen y termina al final del período de conservación.

Roces, golpes, heridas, roturas y otros accidentes que sobre la planta puedan producirse, serán motivo de valoración, y deducido su importe al Contratista. De igual forma se procederá con las marras que por cualquier circunstancia el Contratista no haya sustituido por otras totalmente semejantes, cuando la imputabilidad y cargo de las mismas corresponda.

Condiciones particulares de los materiales

*Plantas*

Se entiende por “planta” en este Proyecto toda especie vegetal que habiendo nacido y sido criada en un lugar, es sacada de éste y se sitúa en la ubicación que indica el Proyecto.

La presentación de la planta se realizará en contenedor, cepellón o a raíz desnuda, entendiéndose estos conceptos de la siguiente manera:

- Contenedor, bolsa y maceta: son recipientes pequeños a los cuales se ha trasplantado la planta desde la era o desde otro tiesto. Los dos primeros son de plástico, rígido el correspondiente al contenedor, y é ultimo de material cerámico.

• Cepellón: Se entiende por cepellón el conjunto de sistema radical y tierra que resulta adherida al mismo, al arrancar cuidadosamente las plantas, cortando tierra y raíces con corte limpio y precaución de que no se disgreguen. El cepellón podrá presentarse atado con red plástica o metálica, con paja o rafia, con escayola, etc. En caso de árboles de gran tamaño, el cepellón se presentará atado con red y escayola.

• A raíz desnuda: Planta cultivada en la tierra y extraída sin cepellón.

*Agua*

El agua cumplirá las especificaciones recogidas en el capítulo 3.32.1.4 del presente pliego.

Abonos

Los abonos cumplirán las especificaciones recogidas en el capítulo 3.32.1.5 del presente pliego.

## Ejecución de las obras

Precauciones previas a las plantaciones

Preparación y transporte de las plantas

La preparación de las plantas para su transporte al lugar de plantación debe efectuarse en función de las exigencias de cada especie, edad y sistema de transporte elegido. La extracción de planta se realizará con cuidado, así como su manejo de forma que no se dañe su parte aérea ni su parte radical. No se efectuarán podas ni repicados antes del transporte; ni se permitirá recortar plantas mayores para obtener el porte específico.

Las especies transplantadas a raíz desnuda se protegerán en su zona radicular mediante material orgánico adecuado.

Los árboles con cepellón se prepararán de forma que éste llegue completo al lugar de plantación, de manera que el cepellón no presente roturas ni resquebrajaduras, sino constituyendo un todo compacto.

En caso de sustitución de plantas a raíz desnuda por otras de iguales características en maceta, el transporte se realizará de manera que la maceta quede fija y las plantas estén lo suficientemente separadas unas de otras como para que no se estorben entre sí.

El transporte se realizará de manera que sea lo más rápido posible, tomando medidas protectoras contra los agentes atmosféricos. Si se realiza en vehículos cerrados, éstos deberán tener una ventilación adecuada. En todo caso, la planta deberá estar convenientemente protegida.

El número de plantas transportadas desde el vivero o depósito al lugar de la plantación definitiva no deberá sobrepasar al que diariamente pueda plantarse. Cuando no sea así, se depositarán las plantas

sobrantes en lugares adecuados (zanjas) protegidos del viento y de la insolación excesiva. Si el terreno no tuviera tempero, se efectuará un riego de la zanja manteniendo ésta con la suficiente humedad.

Depósito

Cuando la plantación no pueda efectuarse inmediatamente después de recibir las plantas, hay que proceder a depositarlas. El depósito solo afecta a las plantas que se reciban a raíz desnuda o en cepellón cubierto con envoltura porosa (paja, maceta de barro, yeso, etc.); no es necesario, en cambio, cuando se reciban en cepellón cubierto de material impermeable (maceta de plástico, lata, etc.).

La operación de depósito consistirá en colocar las plantas en una zanja u hoyo y en cubrir las raíces con una capa de tierra de diez centímetros al menos, distribuida de modo que no queden intersticios en su interior, para protegerlas de la desecación o de las heladas hasta el momento de su plantación definitiva.

Excepcionalmente, y sólo cuando no sea posible tomar las precauciones antes señaladas, se recurrirá a colocar las plantas en un lugar cubierto, tapando las raíces con un material (hojas, tela, papel, etc.), que las aísle del contacto con el aire.

Poda de plantación

El trasplante, especialmente cuando se trata de ejemplares añosos, origina un fuerte desequilibrio inicial entre las raíces y la parte aérea de la planta; ésta última, por tanto, debe ser reducida de la misma manera que lo ha sido el sistema radical, para establecer la adecuada proporción y evitar pérdidas excesivas de agua por transpiración.

Esta operación puede y debe hacerse con todas las plantas de hoja caduca; sin embargo, las de hoja persistente, y especialmente las coníferas, no suelen soportarla, por lo que esta poda no se realizará en este tipo de plantas. Aunque no es norma generalizada, sería deseable que esta poda se realizase en vivero y antes del suministro.

*Desecación y heladas*

La plantación no deberá realizarse en épocas de helada y si las plantas se hubiesen recibido en este intervalo, deberán depositarse hasta el cese de las heladas.

Si durante el período de transporte, las plantas hubiesen estado sometidas a temperaturas bajo cero, se mantendrán, sin desembalar, en un lugar bajo cubierta y evitando los locales provistos de calefacción, de manera que puedan deshelarse lentamente.

Si las plantas presentasen síntomas de desecación, se introducirán en recipientes con agua o con un caldo de tierra y agua, durante varios días, hasta que los síntomas desaparezcan, o bien se situarán en una zanja, cubriendo la totalidad de la planta (no sólo las raíces) con tierra húmeda.

*Lluvias*

Durante la época de lluvias, tanto los trabajos de preparación como los de plantación podrán ser suspendidos por la Dirección de Obra cuando la pesadez del terreno lo justifique, en base a las dificultades surgidas tanto en la labor de preparación como en la de plantación. En sentido contrario, los trabajos de preparación y de plantación podrán ser suspendidos por la Dirección de Obra cuando de la falta de tempero pueda suponer un fracaso de la plantación.

*Condiciones de viento*

En condiciones de viento muy fuerte deben suspenderse las labores de plantación, ya que estas situaciones son enormemente perjudiciales para las plantas. Caso de ser absolutamente necesaria la colocación de las plantas en los hoyos, se evitará el riego hasta que se establezcan condiciones más favorables.

*Capa filtrante*

Si la permeabilidad del suelo no es suficientemente alta, conviene colocar una capa filtrante en el fondo de los hoyos o zanjas de plantación de especies de gran tamaño y de coníferas de cualquier desarrollo.

Siempre se tendrá en cuenta el efecto de drenaje producido por la capa del suelo que rellena la parte más inferior del hoyo de plantación. Si se considera que el efecto de drenaje producido por esta capa no es suficiente, por estar formada por elementos muy finos, se colocará una capa filtrante de grava.

*Operaciones de plantación*

*Definición*

El trabajo de plantación comprende el suministro de la mano de obra, materiales, equipos y accesorios, y la ejecución de todas las operaciones relacionadas con la misma. Todo ello completo, de acuerdo con este capítulo de Prescripciones y los Planos correspondientes.

Durante la plantación se procurará que no se sequen las raíces. Se tomarán las máximas precauciones para evitar magulladuras, roturas y otros daños físicos a las raíces, tallos o ramas de las plantas. Para evitar que se rompan o deterioren los cepellones, todas las plantas que estén dispuestas de esta forma se bajarán del camión con sumo cuidado.

Las plantas nunca se apilarán unas encima de otras, o tan apretadamente que puedan resultar dañadas por la compresión o el calor. Las dañadas serán retiradas, o se dispondrá de ellas según ordene el Director de la Obra.

*Normas generales*

Los árboles y arbustos deben centrarse, colocarse rectos y orientarse adecuadamente dentro de los hoyos, al nivel adecuado para que, cuando prendan, guarden con la rasante la misma relación que tenían en su anterior ubicación.

La planta se presentará de forma que las raíces no sufran flexiones, especialmente cuando exista una raíz principal bien definida, y se rellenará el hoyo con la tierra adecuada y en cantidad suficiente para que el asentamiento posterior no origine diferencias de nivel.

La Dirección de Obra determinará si las envolturas pueden quedar en el interior del hoyo o deben retirarse. En todo caso, la envoltura de desligará o separará una vez colocada la planta en el interior del hoyo.

Al rellenar el hoyo e ir apretando la tierra por tongadas, se hará de forma que no se deshaga el cepellón que rodea a las raíces.

*Apertura de hoyos*

Se definen en este apartado las operaciones necesarias para preparar alojamiento adecuado a las plantas.

La excavación se realizará con la mayor antelación posible sobre la plantación, para favorecer la meteorización de las tierras; en cualquier caso, el plazo entre excavación y plantación no será inferior a una semana. Las rocas y demás obstrucciones del subsuelo serán retiradas cuando se considere necesario, a juicio de la Dirección de Obra.

Tanto en la implantación de árboles como de arbustos se admitirá un error en las dimensiones de los hoyos del 20%.

La creación de hoyos de forma manual se llevará a cabo en las banquetas formadas en superficies de desmonte y terraplenes y, de forma complementaria para especies arbustivas y subarbustivas en otras superficies afectadas por la actuación. Consta de 2 fases:

- Apertura de hoyos de 40x40x40 para especies arbóreas y arbustivas y 30x30x30 cm. para especies subarbustivas.

- Tapado de hoyos respetando los perfiles del horizonte del suelo al proceder a esta fase y con al menos 15 días de margen desde la apertura de los mismos, para una correcta meteorización del volumen abierto.

*Colocación de la planta y rellenos*

Los rellenos serán del mismo volumen que la excavación, realizando un alcorque superficial con la tierra sobrante.

Los árboles y arbustos deben centrarse, colocándose rectos y orientándose adecuadamente dentro de los hoyos. Antes de "presentar" la planta, se echará en el hoyo la cantidad precisa de tierra para que el cuello de la raíz quede a nivel del suelo o ligeramente más bajo (5 a 10 cm para permitir el riego). Sobre este particular, que depende de la condición del suelo y de los cuidados que puedan proporcionarse

después, se seguirán las indicaciones de la Dirección de Obra, y se tendrá en cuenta el asiento posterior del aporte de tierra que puede establecerse, como término medio, en un quince por ciento.

A la tierra extraída de las capas superiores del hoyo se le aportarán abonos orgánicos, preferentemente estiércol bien fermentado, y abono inorgánico, en las proporciones que se especifican a continuación. La mezcla se homogeneizará suficientemente de forma natural, evitando gránulos y terrones.

El abono orgánico se incorporará a la tierra de forma que quede en las proximidades de las raíces, pero sin llegar a estar en contacto con ellas. Se evitará, por tanto, la práctica bastante corriente de echar el abono en el fondo del hoyo.

Respecto de la orientación de las especies a plantar, se tendrán en cuenta los criterios siguientes:

Los ejemplares de mayor tamaño se colocarán con la misma que tuvieron en origen.

Las partes menos frondosas de ejemplares aislados se dirigirán hacia el sudoeste, para favorecer su crecimiento al recibir la máxima luminosidad.

Sin perjuicio de las indicaciones anteriores, la plantación se hará de modo que el árbol presente su menor sección perpendicularmente a la dirección de los vientos dominantes. Caso de ser estos vientos frecuentes e intensos, se consultará a la Dirección de Obra sobre la conveniencia de efectuar la plantación con una ligera desviación de la vertical en sentido contrario al de la dirección del viento.

*Época de plantación*

La plantación debe realizarse, en la medida de lo posible, durante el periodo de reposo vegetativo; la plantación no comenzará antes del primero de octubre ni se continuará pasado el mes abril. Únicamente las plantas en maceta o con cepellón podrán sobrepasar estas fechas, a juicio del Director.

El trasplante realizado en otoño presenta ventajas en los climas de largas sequías estivales y de inviernos suaves, porque al llegar el verano la planta ha emitido ya raíces nuevas y está en mejores condiciones para afrontar el calor y la falta de agua. En lugares de inviernos crudos es aconsejable llevar a cabo los trasplantes en los meses de febrero a marzo.

Se evitarán los días de fuertes heladas, por lo que suelen excluirse los meses de diciembre, enero y parte de febrero.

En el caso concreto de las plantas en maceta, el trasplante puede realizarse prácticamente en cualquier momento.

En cualquier caso estas épocas pueden sufrir modificación en función de la climatología, pero siempre bajo la aprobación de la Dirección de Obra.

Operaciones posteriores a la plantación

*Acollado*

La operación de acollar o aporcar consiste en cubrir con tierra el pie de las plantas, hasta una cierta altura. En las plantas leñosas, tiene como finalidad la protección del sistema radical frente a las heladas y contribuir a mantener la verticalidad.

Se aplicará el acollado cuando así lo indique la Dirección de Obra.

*Tratamiento de heridas*

Las heridas producidas por la poda o por otras causas, deben ser cubiertas por un mastic antiséptico, con la doble finalidad de evitar la penetración de agua y la consiguiente pudrición y de impedir la infección.

Se cuidará de que no quede bajo el mastic ninguna porción de tejido no sano y de que el corte sea limpio, y se evitará usar mastic cicatrizante junto a injertos no consolidados.

Se aplicará el tratamiento cuando así lo indique la Dirección de Obra.

*Alcorque de riego*

Antes de realizar el primer riego, se procederá a la formación del alcorque o cuenca de recepción del agua de riego o lluvia, consistente en un hueco circular, concéntrico con la posición del árbol o arbusto (siempre que la superficie donde se ubiquen sea llana), formando un caballón horizontal alrededor, de unos 25 cm de altura, que permite el almacenamiento de agua.

En caso de que la superficie en la que se vaya a ubicar la planta no sea llana, el alcorque debe localizarse en una situación tal que el agua de implantación afecte de lleno a la zona radical de la planta.

El diámetro del alcorque será proporcional al tamaño de la planta, que a su vez está relacionado con el tamaño del hoyo, de la forma que se indica en la siguiente tabla:

La realización de este trabajo se considerará incluida en la plantación, salvo especificación en contra.

Riego

Los riegos cumplirán las especificaciones recogidas en el capítulo 3.32.1.4 del presente pliego.

Mantenimiento durante el periodo de garantía

Durante el periodo de garantía se debe establecer un mantenimiento que consistirá en

- Riegos:

- 16 riegos al año distribuidos según las necesidades estacionales

- Estos riegos serán a razón de 300 litros por especies arbóreas adultas que hubieran sido reimplantadas, 75 litros por cada planta de aproximadamente 1 m. de altura (palmitos), y 15 litros por cada planta de 1 a 2 savias.

• Tratamientos selvícolas:

- Poda, bina y escarda una vez al año

- Reposición de marras, siempre atendiendo al tipo de especie para la sustitución en Noviembre – Enero de cada año. En cualquier caso será total en el cumplimiento del mantenimiento.

Aportes suplementarios:

- Abonado y tratamiento fitosanitario una vez al final del año, en cantidad de 1 gr/m2 de abono complejo de lenta liberación.

Incluido en la ejecución de la restauración, en todas las zonas tratadas se contemplará un riego de implantación, reposición de marras y aplicación de las actuaciones de mantenimiento durante el periodo de garantía.

El Programa de Mantenimiento sigue la estructura presentada en la siguiente Tabla:

| ACTIVIDAD | UNIDAD |
|---|---|
| Riego | 16 veces |
| Poda | Una vez/año |
| Reposición de Marras | 100% durante la ejecución y en la época más adecuada durante el periodo de garantía y mantenimiento. Total al final del periodo de mantenimiento |
| Tratamiento Fitosanitario | Una vez |
| Abonado | Una vez |
| Escardas | Una vez al año, inmediatamente al despunte de gramíneas y leguminosas de la zona según especies |
| Binas | Una vez al año, inmediatamente al despunte de gramíneas y leguminosas de la zona según especies |
| Limpieza General | Cuantas veces sea necesaria a juicio del Director Ambiental |

## Medición y abono

Se medirán por unidad de obra realmente plantada y se abonarán al precio fijado en el cuadro de precios para la unidad correspondiente.

### Control y supervisión

Control de calidad a la recepción

A la recepción se verificará el dimensionado de la planta (tamaño de muestra definido por la Dirección Ambiental de Obra) así como las condiciones establecidas en el epígrafe. Condiciones de los materiales. Todo esto quedará reflejado en la correspondiente ficha de Seguimiento y Recepción del Material Vegetal.

*Criterio de aceptación y rechazo*

Se aceptará el lote de plantas si todas las muestras cumplen las condiciones establecidas en el epígrafe Condiciones de los materiales. En caso de que algunas muestras incumplan las condiciones definidas en el presente Artículo, quedará a criterio de la Dirección Ambiental de Obra el rechazo del lote, sin que en ningún caso las plantas ni las operaciones necesarias para su correcta y total restitución sean objeto de abono.

## Riego

### Definición

Se define riego como el aporte de agua, por medios no naturales, a los diferentes vegetales de la obra, dirigido fundamentalmente a su sistema radicular.

Se efectuarán esporádicamente, en base a las condiciones edafoclimáticas existentes, de forma que se evite el agostamiento.

El Contratista queda obligado a proponer su aplicación, que deberá ser autorizada en todos los casos por la Dirección de Obra.

A efectos del presente Pliego se distinguen tres tipos de riegos:

- Riego de árbol.
- Riego de arbusto.
- Riego de césped.
- El riego comprende, además de los materiales, las operaciones de:
- Bombeo.

- Transporte.
- Aplicación.

### Materiales

Agua

El agua actúa como vehículo en la mezcla de los materiales a proyectar en la hidrosiembra.

El agua que se utilice en riego o en hidrosiembra tendrá que cumplir las siguientes especificaciones:

- El pH estará comprendido entre 6 y 8.
- El oxígeno disuelto será superior a 3 mg/l.
- El contenido en sales solubles debe ser inferior a 2 g/l.
- El contenido de sulfatos (SO4) debe ser menor de 0,9 g/l., el de cloruro (Cl) estar por debajo de 0,29 g/l. y el de boro no sobrepasar 2 mg/l.
- No debe contener bicarbonato ferroso, ácido sulfhídrico, plomo, selenio, arsénico, cromatos ni cianuros.

Se podrán admitir para este uso todas las aguas que estén calificadas como potables.

### Ejecución

En la ejecución de los riegos se tendrá especial cuidado en no dificultar la seguridad vial por lo que, en el caso de que el vehículo-cisterna deba ocupar la calzada o arcenes, deberá procederse a una señalización suficiente que alerte a los usuarios de la vía de que se están realizando trabajos en la misma. Se evitará en todo momento que el agua de riego moje la calzada.

Salvo en aquellas zonas provistas de bocas de riego o cualquier sistema de riego por aspersión, goteo, etc., el agua de riego se aplicará mediante manguera por impulsión desde cisterna.

La aplicación con manguera ha de realizarse de modo que:

- No se origine un lavado del suelo.
- No se produzcan erosiones en el terreno.
- No se hagan aflorar a la superficie los fertilizantes.
- No se descalcen las plantas ni se deteriore su alcorque.

Para todo lo cual se ajustarán convenientemente la presión, caudal, dirección del chorro y distancia de la boca de la manguera a la superficie a regar.

Los daños causados por una aplicación indebida del agua de riego serán a cuenta del Contratista y deberán ser subsanados seguidamente por él. De modo particular, el deterioro del alcorque de las plantas como consecuencia del riego exige su inmediata reposición a las correctas condiciones de forma.

Corresponde exclusivamente al Contratista conseguir el lugar y condiciones de suministro del agua para riego, así como el pago de la misma.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especificará la frecuencia de riegos y dosis de cada tipo que se establecen por el Proyecto durante el período de garantía, formando parte de los trabajos de mantenimiento, para las diferentes siembras y plantaciones.

La época y frecuencia de los riegos depende de las condiciones de suelo y clima, y de las especies vegetales existentes. En función de estas circunstancias, la Dirección de Obra y el Contratista establecerán al inicio de la primavera un calendario previo de riegos o las condiciones en que éste debe aplicarse. Este calendario podrá ser alterado si las circunstancias reales así lo aconsejan por parte del Contratista, siempre salvaguardando la obligatoriedad de informar con anterioridad a la Dirección de Obra y de recabar su autorización.

Si una sequía prolongada hace peligrar la supervivencia de las siembras o plantaciones y si el número de riegos necesarios no ha sido previsto en el Proyecto, el Contratista debe informar de dicha situación al Director de las Obras a fin de que éste ponga en marcha el procedimiento necesario para asumir el exceso de gasto consecuencia de la sequía.

Los riegos se realizarán a primera hora de la mañana o al atardecer.

No se regará en días de fuerte viento.

### Medición y Abono

El riego de plantas se medirá por unidades regadas.

El riego de superficies sembradas se medirá por metros cuadrados realmente ejecutados.

En ambos casos se excluyen expresamente de la medición los riegos cuya ejecución queda prevista en las unidades de siembra o plantación recogidas en el Proyecto.

Se abonarán aplicando a la medición los precios unitarios que constan en el

Cuadro de Precios nº 1.

### Control y supervisión

Los controles se dirigirán a comprobar la cantidad de superficie regada por cisterna de riego de capacidad conocida, la producción de erosiones del terreno y descalces de plantas, así como afloramiento de fertilizantes.

Los daños producidos por falta de observancia de las precauciones recomendadas en el apartado anterior habrán de ser subsanados por el Contratista, no dando lugar a nuevo abono.

En el caso de árboles, el agua de riego deberá atravesar el cepellón donde se encuentran las raíces, no perdiéndose por la tierra más mullida que lo rodea

## Abonado

### Definición

Se define abonado como la aportación de cualquier tipo de fertilizante que incorpore nutrientes minerales al volumen de suelo explorado por las raíces de las plantas.

Los abonados que aquí se definen son los que corresponde realizar en las superficies sembradas o a los vegetales plantados formando parte de los trabajos de mantenimiento a llevar a cabo durante el período de garantía. Quedan, por tanto, excluidos los abonados que se realicen en la preparación del terreno y las incorporaciones de fertilizantes previstas en las siembras o a los hoyos de plantación, los cuales forman parte de la unidad correspondiente.

Se pueden distinguir diferentes tipos de abonado según que sean plantas o superficies sembradas, que el abono sea un compuesto NPK 15-15-15, 14-14-14 o de liberación controlada y para el caso de plantas que la aplicación sea bajo placas de acolchado o no.

El abonado comprende, además de los materiales, las operaciones de:

- Carga del abono.
- Transporte hasta el lugar de aplicación.
- Distribución o extendido.

### Materiales

Abonos orgánicos

Se definen como abonos orgánicos o materia orgánica las sustancias de origen orgánico de cuya descomposición, causada por los microorganismos del suelo, resulta un aporte de humus y una mejora en la textura y estructura del suelo.

El tipo de abono orgánico que se empleará en las plantaciones será alguno de los expuestos a continuación.

La utilización de abonos distintos de los aquí reseñados podrá hacerse previa autorización de la Dirección de Obra.

Estiércol

El estiércol es el conjunto de las deyecciones sólidas y líquidas del ganado, mezclado con la paja componente de la cama, que han sufrido un proceso de fermentación natural superior a un año de duración, presentado un aspecto de masa húmeda y oscura, sin que se manifieste vestigio alguno de las materias de origen.

El estiércol deberá ser de ganado vacuno, caballar u ovino, siendo en este último caso menores las cantidades usadas, ya que puede quemar las plantas de la plantación.

Las características que debe cumplir el estiércol utilizado como fertilizante deben ser las siguientes:

- Estará desprovisto de cualquier otra materia, como serrín, cortezas, orujo, etc.
- Será condición indispensable que el estiércol haya estado sometido a una completa fermentación anaerobia, con una temperatura en el interior siempre inferior a cuarenta y cinco grados centígrados (45ºC) y superior a veinticinco grados (25ºC).
- La riqueza mínima de elementos fertilizantes, expresada en tantos por mil será: 5 para el nitrógeno, 3 para el anhídrido fosfórico y 5 para la potasa
- La proporción de materia seca estará comprendida entre el 23 y 33 por ciento.
- Su coeficiente isohúmico estará comprendido entre 0,4 y 0,5.
- La densidad media del estiércol será como mínimo de seiscientos cincuenta kilogramos cada metro cúbico (65 kg/m3).
- El aspecto exterior será el de una masa untuosa negra y ligeramente húmeda.

No se admitirá el estiércol que haya estado expuesto directamente a los agentes atmosféricos, una vez transportado a pie de obra, por un período superior a las 24 horas, sin mezclarse o extenderse con el suelo.

Compost

Procede de la fermentación de restos vegetales, durante un tiempo no inferior a un año, o del tratamiento industrial de las basuras urbanas. Su contenido en materia orgánica será superior al cuarenta por ciento (40%), y en materia orgánica oxidable al quince por ciento (15%).

En el caso de compost elaborado a partir de basuras urbanas, éste no deberá contener sustancias que puedan ser tóxicas para la planta o para el medio en el que sea utilizado.

Turba

Se define la turba como el material originado por la descomposición incompleta, en condiciones anaerobias, de grandes cantidades de restos vegetales. Esto crea un producto fósil rico en sustancias húmicas y compuesto fundamentalmente por materia orgánica. Sus altas edades y estado de descomposición intermedio, las sitúan entre los materiales fósiles tipo lignito o leonardita y los materiales frescos tipo estiércol o compost de residuos vegetales y urbanos. Por tanto, presentan simultáneamente carbohidratos y ligninas, importantes en la mejora de las propiedades físicas del suelo, y elevados contenidos en sustancias húmicas.

Las características de la turba serán las siguientes:

- No contendrá cantidades apreciables de cinc, leña u otras maderas, ni terrones duros.
- Su pH será inferior a siete y medio (7,5) y superior a cuatro (4).
- Su porcentaje mínimo en materia orgánica será del 75%.
- Nitrógeno total > 0,05%
- Humedad máxima 55%
- Tendrá como mínimo, capacidad para absorber el 200% de agua, sobre la base de su peso seco constante.

*Mantillo*

Se considera mantillo a la mezcla de residuos orgánicos, de origen animal o vegetal, y minerales de procedencia no animal, que han sufrido un acusado proceso de transformación (natural o mecánico) hasta el extremo de no reconocer "de visu" su procedencia. La mezcla tendrá las características siguientes:

- Procederá en un 70% al menos de estiércol de ganado ovino, y el resto de residuos animales y/o vegetales y/o minerales excepto gallinaza, palomina y materias extrañas como serrín, virutas, etc.
- Será de color oscuro, pulverulento y suelto, untuoso al tacto y con el grado de humedad necesario para facilitar su distribución y evitar apelotonamientos, debiendo pasar al menos un 95% por un tamiz de malla cuadrada de un centímetro de lado. Su contenido en Nitrógeno será al menos del 14%.
- La densidad media será como mínimo de seiscientos.

*Corteza compostada*

La composición física de este producto debe ser corteza de conífera, generalmente pino, perfectamente compostada y tamizada hasta una granulometría adecuada.

Dentro de las características físicas a cumplir por la corteza compostada se encuentran las siguientes:

- Densidad aparente de 0,25 a 0,30
- pH en agua de 6 a 7,5
- Porcentaje de materia orgánica mayor al 80%
- Debe estar libre de agentes patógenos y tóxicos

*Abonos inorgánicos*

Se definen los abonos inorgánicos o minerales como los productos químicos comerciales, ensacados y etiquetados, cuya finalidad es proporcionar al suelo uno o más elementos fertilizantes.

Deberán ser de casa comercial acreditada, estando precintados y acompañados de su correspondiente certificado de garantía, y carecer de alteraciones por humedad u otros agentes físicos o químicos.

Podrán emplearse abonos químicos en estado sólido o líquido. En cualquier caso deberán ser solubles y contener los elementos N-P-K en las siguientes proporciones: 15-15-15, pudiendo ser de mayor riqueza previa aprobación por parte de la Dirección de Obra.

El 80% del fósforo (P205) deberá ser soluble en agua, mientras que el nitrógeno será de asimilación lenta.

## Ejecución

Si fuera preciso estacionar, ocupando parte de la calzada o arcenes, vehículos o materiales durante la ejecución de los abonados, será obligatorio disponer de señalización consignada en el código de circulación y adoptar las debidas precauciones para garantizar la seguridad de los usuarios de la carretera. Se evitará la dispersión por la calzada de fertilizantes.

En el cuadro siguiente se establece, para cada tipo de planta, la periodicidad, la época de los abonados y la dosis de aplicación. El abono para las plantas será un abono mineral compuesto con N, P, K y microelementos estando parte del nitrógeno en forma de liberación lenta.

| CUADRO DE ABONADOS | | | |
|---|---|---|---|
| TIPO DE PLANTA | DOSIS POR APLICACIÓN | Nº TOTAL DE APLICACIONES | ÉPOCA |
| * Sin material acolchante en la base | | | |

| CUADRO DE ABONADOS | | | |
|---|---|---|---|
| Árboles mayores: | 350 gr/ud | 2 | Primavera y Otoño |
| Árboles medianos: | 200 gr/ud | 2 | Primavera y Otoño |
| Árboles forestales: | 50 gr/ud | 2 | Primavera y Otoño |
| Arbustos: | 50 gr/ud | 2 | Primavera y Otoño |
| * Con material acolchante en la base | | | |
| Arbustos en macizos y en setos | 50 gr/ud | 2 | Primavera y Otoño |

Si modificaciones necesarias en la ejecución del Proyecto o características edáficas o fisiológicas de los vegetales diferentes a las previstas lo hiciesen recomendable, la Dirección de Obra y el Contratista acordarán un nuevo plan de abonados.

En cualquier caso, el Contratista queda obligado a avisar al Director de las Obras con anterioridad a la aplicación de los abonos y a su conclusión.

Como norma general, al menos en las dos primaveras posteriores a la plantación y en la siguiente a las siembras de césped, es conveniente aportar algo de abono a las plantas para facilitar su desarrollo.

Los abonados de las superficies sembradas se podrán aplicar manual o mecánicamente. En el primer caso, que se realizará a voleo, habrá de contarse con operarios expertos capaces de conseguir un reparto de los fertilizantes uniforme y a la dosis establecida.

La aplicación mecánica se hará con abonadora y estando el terreno en tales condiciones de humedad que no queden marcas apreciables del paso de la maquinaria.

El abonado de las plantaciones se hará pie a pie, distribuyendo el abono en un círculo alrededor del tronco separado de éste tres veces el diámetro del tallo, a la altura del cuello y, al menos diez (10) centímetros. En el abonado de árboles bajo acolchados fijados con grapas, éstas habrán de ser colocadas nuevamente al finalizar la operación.

En el abonado de plantas dispuestas formando seto y separadas no más de 40 cms. unas de otras en la hilera, la aplicación de abonos puede realizarse en dos franjas continuas, paralelas, separadas cada una de ellas, al menos 10 cms. del eje de alineación.

El abonado es preferible realizarlo en tiempo nublado y cuando sean de prever lluvias suaves con posterioridad a la aplicación. En caso contrario, es conveniente efectuar un riego tras el abonado.

### Medición y Abono

El abonado de plantas se medirá por unidades abonadas.

El abonado de superficies sembradas se medirá por metros cuadrados realmente ejecutados.

En ambos casos se excluyen expresamente de la medición los abonos aplicados formando parte de las unidades de siembra, plantación o incorporación de fertilizantes inorgánicos.

Se abonarán aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios nº 1.

### Control y supervisión

Se controlará la dosis aplicada y la uniformidad del reparto conforme a las instrucciones establecidas en el apartado anterior.

## Siega

### Definición

Consiste la siega en la corta de la hierba y retirada, apilado, carga y transporte a vertedero, si es necesario.

Se pueden diferenciar tres tipos de siega:

- Siega mecánica con cortacésped.
- Siega manual con motodesbrozadora de hilo.
- Siega con tractor y brazo articulado.

El establecimiento del calendario de siegas, en función de la estación, y la altura máxima que puede alcanzar la hierba entre dos siegas, serán facultativos de la Dirección de Obra, bien a iniciativa propia o a petición del Contratista.

### Ejecución

A excepción de las siegas con tractor y brazo articulado, para el resto de siegas se prescribe la retirada de residuos de la siega, lo que deberá hacerse inmediatamente de finalizada la operación. A tales efectos, no podrá transcurrir más de un día entre el corte de la hierba y su apilado, ni más de dos días entre su apilado y la retirada. Aún cuando se deja a facultad del Director de las Obras la exigencia de cumplimiento de retirada de restos de siega en función de los casos particulares que pudieran presentarse, la retirada de residuos se llevará a cabo siempre que se trate de la primera siega o cuando la altura de la hierba sobrepase la máxima establecida para su corte.

La recogida y retirada de residuos están incluidos en el precio de la unidad.

En todos los casos, los trabajos comprenden la retirada de plásticos, papeles, troncos y cualesquiera otros objetos extraños de las superficies a segar.

Con carácter general, se establecen las siguientes recomendaciones para la realización de las siegas:

- En las áreas encespedadas se segará cuando la hierba alcance los diez (10) centímetros de altura, aunque no hay inconveniente en hacerlo antes de que alcance esta altura. Sin embargo, la primera siega, una vez que las semillas han nacido, se realizará cuando las plantas tengan cinco (5) centímetros de altura.

- El corte de la hierba será uniforme y limpio, no dejando ondulaciones ni señales del paso de la maquinaria. En el caso de que no se exija la retirada de restos de la siega, éstos deben repartirse uniformemente por el césped.

- Sobre superficies llanas la siega se hará alternativamente en sentidos opuestos.

- En las superficies hidrosembradas, o donde se haya realizado una siembra manual de carácter rústico, se segará cuando el cincuenta por ciento (50 %) de la hierba alcance entre 20 y 25 cm de altura. En ningún caso se segarán las superficies sembradas, en cuya mezcla de semillas se incluyan especies leñosas, una vez que éstas hayan germinado.

- En la siega de superficies plantadas se tendrá especial cuidado de no dañar a las plantas durante la siega, para lo que previamente serán marcadas.

Se darán ocho (8) siegas mecánicas durante el plazo de garantía de la obra en las superficies encespedadas llanas

Se darán ocho (4) operaciones en las de desmontes o terraplenes.

Se deberá informar a la Dirección de Obra de todas las siegas que se ejecutan, tanto de forma previa como a su conclusión.

## Medición y Abono

Esta unidad de obra se medirá por metro cuadrado realmente ejecutado.

El abono se efectuará aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios nº 1.

Se excluyen expresamente de la medición las siegas cuya ejecución queda prevista en las unidades de siembra o plantación recogidas en el Proyecto.

## Control y supervisión

En las siegas sobre áreas plantadas o sobre áreas encespedadas limitantes con plantaciones se exigirá una notable precisión para no dañar las plantas ni moverlas o desplazar el material acolchante, si lo hubiera.

Se comprobará la retirada del material segado y la altura de corte.

### Retirada de vegetación alóctona

### Definición

Se define como eliminación de vegetación alóctona al conjunto de operaciones destinadas a erradicar aquellos individuos de especies alóctonas e invasoras presentes en el área del proyecto.

Por tanto, en la denominación genérica de eliminación de la vegetación dada a esta unidad, se engloban tres tipos de actuaciones complementarias entre sí:

- Desbroce selectivo por medios manuales o mecánicos.
- Tratamiento herbicida.
- Destoconado o eliminación de raíces y ejemplares muertos.

Los tratamientos se efectuarán esporádicamente, atendiendo al desarrollo vegetativo, probabilidad de propagación de la especie y condiciones climáticas, factor este último de especial incidencia tanto en la eficacia del tratamiento como en la aparición de problemas en cultivos cercanos.

Al margen de las previsiones que se determinen en el Proyecto, corresponde al Contratista establecer un sistema de vigilancia de la obra que permita detectar la necesidad de aplicación de algún tratamiento de eliminación, circunstancia que habrá de ponerse en conocimiento de la Dirección de Obra para que actúe en consecuencia.

### Materiales

En el caso de los herbicidas, la Dirección de Obra, previo análisis de la especie a eliminar, prescribirá los materiales activos que han de contener los productos de aplicación.

Los productos herbicidas a emplear deberán ser especialmente activos con la vegetación que se deba eliminar, sin que por ello queden excluidos herbicidas selectivos que a tal fin mejor convengan.

Se propondrán preferentemente, a igualdad de acción, las materias activas cuya clasificación toxicológica corresponde a la categoría menos peligrosa, proscribiéndose las incluidas en las categorías C o D.

Los productos comerciales a emplear deberán estar reglamentariamente inscritos en el Registro Oficial Central de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura y no resultan afectados por prohibiciones relativas a su uso.

No se administrarán herbicidas que presenten riesgos para los cultivos colindantes; por lo cual no figurarán, entre los componentes de su formulación, productos tóxicos - tanto para personas como para animales -, combustibles ni comburentes.

Cualquier sustitución de los productos predeterminados, además de contar con la aprobación del Director de las Obras, habrá de hacerse cumpliendo los requisitos anteriormente explicados.

La maquinaria de aplicación para pulverización dispondrá, en todo caso, de grupo motobomba, regulador de presión, agitador mecánico, sistema eficaz de filtrado y boquillas adecuadas. No se admitirán, en ningún caso, aparatos de accionamiento manual ni aquellos otros que produzcan una dispersión inadecuada o incontrolable del caldo.

Los aparatos, máquinas y demás útiles que sean necesarios emplear para la ejecución de los desbroces, tratamientos y arranques estarán en perfectas condiciones para su funcionamiento.

El empleo de maquinaria pesada para el arranque de los ejemplares a eliminar, además de contar con la aprobación del Director de las Obras, debe hacerse de forma limitada, debido a la baja selectividad del trabajo y a la creación de superficies carentes de vegetación, que facilitan la erosión y la penetración de nuevas especies invasoras.

### Ejecución

Si fuera preciso estacionar vehículos o materiales durante la ejecución de los tratamientos ocupando parte de algún vial colindante, su calzada o arcenes, será obligatorio disponer la señalización consignada en el código de circulación y adoptar las debidas precauciones para garantizar la seguridad de los usuarios de la vía.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especificará las áreas y tipos de tratamiento previstos, así como las materias activas elegidas, frecuencia y época de aplicación.

Las obras de desbroce se realizarán de forma manual o mecanizada dependiendo de la accesibilidad del terreno y de la selectividad de la operación que se desee.

En el desbroce selectivo estará incluido el corte de todo tipo de vegetación invasora especificada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, de forma tal que la altura máxima de las plantas cortadas con respecto al terreno sea de tres (3) centímetros. En aquellos puntos que los tallos de las plantas tengan diámetros superiores a 3 cms. podrán quedar hasta 10 cms. de la cota del terreno, así como los tocones de árboles que pudieran existir.

Los tratamientos herbicidas normalmente se aplicarán una vez iniciado el proceso de rebrote de los ejemplares a eliminar.

De no ser así, establecerá los criterios generales que determinarán las condiciones en que sea oportuno efectuar tratamientos, con independencia de la facultad que se reserva a Contratista y Director de las Obras de proponer su aplicación en función de las circunstancias reales que se produzcan.

En todo caso el Contratista comunicará, previamente al tratamiento, a la Dirección de Obra la formulación, método y dosificación de los productos a aplicar.

La aplicación de herbicidas se hará con máquinas pulverizadoras provistas de manguera larga, mojando todas las superficies de las plantas a tratar, bien sean árboles o arbustos. Obligatoriamente se incorporará a las mezclas un mojante. Estas dos últimas normas no son de cumplimiento en los tratamientos de cuello y sistema radicular. Para el tratamiento de los tocones se realizarán taladros o cortes verticales sobre el corte donde depositar el herbicida, de modo que se facilite la absorción por la madera.

La aplicación de los herbicidas se hará de forma selectiva sobre la vegetación invasora existente en la zona a tratar.

Las pulverizaciones se realizarán a bajas presiones, preferentemente con presión en boquilla de 2 kg/cm2, que permiten una dispersión y alcance adecuados. Las aplicaciones a presiones distintas requerirán la autorización de la Dirección de Obra y en ningún caso se permitirán presiones en boquilla superiores a 4 kg/cm2.

Se suspenderán los tratamientos herbicidas cuando la velocidad del viento sea superior a 1,5 m/sg o las condiciones ambientales de humedad, temperatura, lluvia, etc. no sean favorables para conseguir una buena eficacia de los mismos o puedan originar daños en zonas distintas a aquellas en que se realiza la aplicación.

Una vez muertos los ejemplares tratados, se procederá a eliminar los sistemas radiculares y los tocones de los árboles (origen de posibles rebrotes) ya sea manual o mecánicamente, en función de la dificultad y la fragilidad del área tratada.

Respecto a las maderas, leñas y restos vegetales procedentes de la ejecución de estas operaciones se procederá de la siguiente manera:

- Se evitará a toda costa el abandono de partes de las plantas eliminadas, especialmente inflorescencias y semillas, que puedan dar lugar a nuevos rebrotes.

- Los productos resultantes de las operaciones de corte anteriores con tamaño superior a cinco (5) cms. serán, en principio, transportados a incineradora para su destrucción.

- El resto de productos, pueden quemarse "in situ" sobre terrenos silíceos, pero no sobre calizos que vayan a ser plantados, previa la obtención de los oportunos permisos y autorizaciones. Se tendrá especial cuidado en no dificultar la seguridad vial, específicamente en el caso de

visibilidad. En caso de imposibilidad de quema in situ, los residuos de bajo calibre deberán ser trasladados a incineradora para su destrucción.

Si fuera preciso por la persistencia de las especies a eliminar habrá que repetir el proceso sobre aquellos ejemplares resistentes hasta su completa eliminación.

### Medición y Abono

La eliminación de poblaciones invasoras se medirá por unidad de superficie (m2) realmente tratada, estableciéndose tres densidades de referencia: baja, media y alta.

Se abonarán aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios Nº 1.

### Control y supervisión

El control de calidad se podrá verificar de forma visual comprobando que ha sido eliminada toda la vegetación indeseable de las superficies contempladas en proyecto, así como retirados y eliminados (ya sea mediante quema in situ o en incineradora) los desperdicios vegetales susceptibles de crear nuevos focos.

Se controlará que los productos a utilizar, mezcla de los mismos, dosificación y regularidad de la aplicación sean los determinados por la Dirección de Obra.

Se comprobará la presencia de daños a bienes o cultivos próximos. Si se produjesen daños por una mala utilización de productos o indebida ejecución de la aplicación, será responsabilidad del Contratista, quien deberá resarcir al propietario de los bienes afectados sin que le corresponda reclamación alguna al C.A.B.B. por tal concepto.

La ineficacia de un tratamiento por su incorrecta aplicación, especialmente si lo ha sido con condiciones ambientales desfavorables, dará lugar a su repetición por el Contratista sin derecho a abono.

## Restauración de taludes

## Muro Verde

### Definición

Un muro verde o vegetalizado consiste en una estructura de suelo reforzado basado en geomallas de alta tenacidad. El muro verde conforma un paramento ejecutado con geomallas intercaladas entre capas de material de relleno, cuya apariencia final es un talud con un grado de verticalidad considerable en el que se han implantado diversos tipos de vegetación, consiguiéndose una apariencia ecológica.

La ejecución de un muro verde se realiza de acuerdo con cálculos aprobados por la Dirección de obra.

## Materiales

- Mallazo: El mallazo se suministra con las dimensiones y ángulos adecuados para cada obra.
- Geomalla de refuerzo Fortrac: Los geosintéticos empleados como refuerzo en la contención de los suelos son estructuras planares fabricadas con polímeros de alta resistencia y durabilidad.
- Geomalla de erosión y vegetación: Las geomallas sintéticas de estructura cuadriculada fabricada 100% con polipropileno, son eficaces en el refuerzo de entrelazado del binomio plantas-suelo en la medida en que son de mayor densidad que las anteriormente citadas.
- Ganchos de fijación: Son del mismo diámetro que el mallazo elegido y cumplen la función de enlazar la base del mallazo con la parte del mallazo expuesta en el muro.
- Tierra Vegetal: Se define como suelo o tierra vegetal, la mezcla de arena, limo, arcilla y materia orgánica, junto con los microorganismos correspondientes, existente en aquellos horizontes edáficos explorados por las raíces de las plantas.
- Hidrosiembra: Tal y como se recoge en el capítulo 3.56.2.1.2.

## Ejecución

PREPARACION DE LA BASE

Se debe replantear la cimentación y la cara vista del muro que se desea construir.

El terreno de cimentación debe regularizarse, eliminando blandones, zonas encharcadas, protuberancias rocosas, turbas o arcillas blandas de la base, etc.

La capa de base debe estar bien nivelada de acuerdo con las cotas de cimentación del muro. Cuando el terreno de cimentación no sea horizontal se realizan escalones para adaptarse al terreno natural, de acuerdo con los planos de obra. Estos escalones tendrán una diferencia de cota entre sí que será múltiplo del espesor de la tongada. De esta manera, las tongadas serán horizontales.

La banqueta o plataforma sobre la que apoyarán los mallazos en toda su longitud y en toda su anchura debe estar adecuadamente compactada. La precisión con la que se realice esta operación será determinante para conseguir un buen acabado de la cara vista final del muro.

DRENAJE

La cuenca de excavación realizada se debe drenar adecuadamente. Se debe evitar la llegada de aguas horizontales a la zona del relleno reforzado. El sistema de drenaje planteado debe recoger las aguas y sacarlas por la zona inferior del muro.

MALLAZO

Se coloca el mallazo metálico de sujeción que tiene forma de L y que hace las veces de encofrado de la cara vista. La alineación del mallazo se debe realizar con cierto cuidado.

El solape entre dos mallazos será de mínimo 10 cm. Conviene unir dos mallazos contiguos con alambre de atar ferralla. El atado se realizará en una de cada dos barras horizontales de los mallazos. Para que los mallazos no se muevan con la extensión del material de relleno, es conveniente fijarlos al suelo con las mismas grapas que se utilizan para fijar al suelo la geomalla de armadura. El mallazo cumple una función protectora de la cara vista frente a fuego y vandalismo, una vez que el muro esté finalizado.

GEOMALLA DE REFUERZO FORTRAC

Después, se extiende la geomalla de refuerzo con su correspondiente longitud de anclaje sobre el mallazo. La longitud de anclaje de cada geomalla y la resistencia de la misma viene dada por el cálculo.

La geomalla se colocará con las fibras resistentes en sentido perpendicular al paramento del muro. La geomalla de refuerzo debe extenderse “estirada y sin arrugas”. Una vez extendida la tongada, la geomalla deberá envolver la nueva capa, por lo que el anclaje superior requerido se dejará colgado hacia el lado exterior del mallazo. La geomalla tiene un anclaje superior de 1 m.

La geomalla se fijará al suelo, con el fin de que la extensión del material de relleno o el viento no desplace la geomalla ya extendida.

GEOMALLA DE EROSION Y VEGETACIÓN

Por la parte interior del mallazo y “cubriendo” la futura cara vista del muro, se extiende la geomalla de protección contra la erosión y que permite el crecimiento de la vegetación. Esta geomalla tiene una abertura de malla de 2 mm.

Esta geomalla de erosión y vegetación tiene un anclaje inferior y superior para que la tongada terminada esté siempre “tapada” y protegida por la misma.

La geomalla de erosión y vegetación se extiende a lo largo de los mallazos colocados para una misma tongada. Si fuera necesario empalmar dos paños, el solape deberá ser de 50 cm. Su anclaje superior se deja doblado hacia el lado exterior del mallazo.

GANCHOS DE FIJACIÓN

El mallazo de la cara vista se debe “arriostrar” por medio de “ganchos de fijación” o tirantes. Los ganchos de fijación sirven para evitar la aparición de “bolsas” en la cara vista del muro. Este gancho se coloca uniendo la barra horizontal superior del mallazo y la barra horizontal más trasera del mallazo. Para colocar estos ganchos es necesario doblar manualmente el mallazo. Los ganchos se colocan a una distancia máxima de 100 cm, haciendo pequeños cortes en la geomalla de vegetación. El gancho de fijación debe arriostrar la zona en la que dos mallazos contiguos se solapan.

TIERRA VEGETAL

En el lado de la "cara vista" y en una anchura de 50 cm aproximadamente, se extiende y se compacta la tierra vegetal. La tierra vegetal debe tener un elevado porcentaje de partículas finas con buena retención de agua y un aceptable contenido en materia orgánica, para facilitar el arraigo de la vegetación.

La compactación de la tierra vegetal se realizará con medios ligeros. Esta operación es determinante para que el aspecto estético final de la cara vista del muro sea satisfactorio. La tierra vegetal no debe estar excesivamente húmeda en el momento de su puesta en obra. Al compactar la tierra vegetal, la geomalla de erosión y vegetación debe quedar ligeramente abombada bajo la presión que ejerce la tierra vegetal sobre el mallazo.

MATERIAL DE RELLENO

Se extiende y se compacta el trasdós del muro con el material de relleno hasta que el espesor de la tongada sea el predeterminado y la densidad corresponda a la requerida en el cálculo. El material de relleno debe cumplir las hipótesis de partida recogidas en el cálculo del muro.

La compactación mecánica con medios pesados puede realizarse hasta 50 cm del borde, debiendo vigilarse las posibles deformaciones del mallazo. La extensión del material de relleno debe ser cuidadosa en la zona contigua al mallazo, para que los ganchos de sujeción no sufran daños severos.

La tongada debe tener una pendiente transversal hacia el trasdós de aproximadamente un 4% para que las aguas superficiales en caso de lluvia sobre una tongada en ejecución, se canalicen hacia el drenaje del trasdós.

La maquinaria de extensión y compactación del material de relleno no debe circular directamente sobre la geomalla de armadura. Este tipo de maquinaria pesada debe circular siempre sobre material de relleno previamente descargado y extendido.

La circulación de la maquinaria en el extendido del relleno, se realizará en el sentido en el que se ha realizado el solape lateral de una geomalla de armadura sobre la otra.

Finalmente, se envuelve la tongada recién compactada con la geomalla de protección y vegetación, que permanecía doblada sobre el mallazo. La geomalla de vegetación y de control de erosión debe quedar "bien estirada".

NUEVA TONGADA

Se extenderá y nivelará adecuadamente la superficie sobre la que se volverá a fijar el nuevo mallazo de la tongada siguiente.

El redondo horizontal inferior del mallazo de la tongada superior debe quedar por detrás de los redondos verticales del mallazo de la tongada inferior. Es conveniente unir con alambre de atar los

mallazos superiores y los inferiores. Se realizan las nuevas tongadas y se controla que la pendiente del muro es la requerida. Si hubiera alguna pequeña desviación, se corregirá lo antes posible en las tongadas siguientes. El proceso se repite hasta llegar a la cota deseada.

CORONACION DEL MURO

De acuerdo con el alzado del muro y una vez que se ha alcanzado la cota de coronación del muro, en la última fila del mallazo se doblan hacia dentro los hierros prominentes inmediatamente por encima de la barra horizontal superior. Las esquinas salientes también se pueden cortar. La geomalla de vegetación se vuelve hacia atrás, y se ancla en la tierra.

De igual manera se ejecutan las terminaciones laterales de los muros.

ACABADO VEGETAL

El acabado vegetal se consigue realizando una hidrosiembra sobre el paramento con la composición de semillas adecuada.

La siembra sólo se puede realizar durante la época adecuada, en primavera y otoño, aunque en casos de condiciones climáticas frescas y húmedas se puede llevar a cabo fuera de estos períodos.

La siembra se realizará en dos etapas mediante una hidrosembradora:

- Que distribuye las semillas por aspersión en una sola fase de trabajo, acompañada de un mulch (material orgánico con gran capacidad de retención de agua) especial de cobertura.
- Que aporta una capa orgánica “de tapado” para favorecer el nacimiento de las semillas.

Las distintas mezclas de semillas deben ser elegidas en función de la exposición al sol, la tierra vegetal, la altitud y la pluviometría. Un especialista local es el que mejor conoce la composición y el porcentaje de semillas adecuado.

Resulta de extrema importancia realizar adecuadamente la hidrosiembra, ya que es un aspecto al que no se le da la importancia que tiene y que determina el aspecto final del muro ejecutado.

## Medición y Abono

La construcción del muro verde se medirá por unidad de superficie (m2) realmente ejecutada.

Se abonará aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios Nº 1.

## Control y supervision

Se controlará el correcto dimensionamiento del mallazo, la compactación de cada una de las tongadas, la correcta extensión de la geomalla de refuerzo, el correcto envolvimiento de la tierra vegetal con la

geomalla vegetal o de erosión, así como la correcta ejecución de la hidrosiembra con la mezcla adecuada en función de las características climáticas del muro a revegetar.

### Restauración de riberas

### Muro tipo Krainer

### Definición

- Descripción: Se trata de un sistema de contención consistente en un Muro degravedad formado por una estructura celular por troncos de madera combinado con inserción de plantas vivas. El deterioro de la madera, en algunas decenas de años presupone que los parámetros de estabilidad del muro se basen en un oaramento externo asimilable a una pendiente bien vegetada y a un terreno con buenas características.
- Con un adecuado mantenimiento (poda periódica de las plantas) se puede obtener una aceptable estabilidad para pendientes del paramento externo del orden de 60º.
- Campo de aplicación: Estabilización y reconstrucción de riberas fluviales sujetas a erosión. La variante a una pared es preferible en situaciones de espacio limitado.
- Límites de fiabilidad: Velocidad de la corriente superior a 4 m/s

### Materiales

- Troncos de especies con madera duradera (castaño, falsa acacia, coníferas) de diámetro mínimo de 20 cm.
- Clavos de acero con adherencia mejorada de diámetro 12-14 mm.
- Estacas vivas y plantas enraizadas de caducifolias.
- Fajinas vivas de sauce de diámetro 25-30 cm.
- Piedra.
- Material de relleno inerte.

### Ejecución

Montaje de la estructura de troncos:

- El plano de colocación de la estructura va realizado en contrapendiente en función del cálculo de estabilidad (5º-15º).

- Se procede a la colocación de la primera fila de troncos en sentido paralelo a la ribera; durante la colocación de los troncos se va realizando la unión entre un tronco y el sucesivo encastrándolos y fijándolos con clavos metálicos (véase figura 10.2.3.3).

- El montaje prosigue con la colocación del sucesivo plano de troncos perpendiculares a la primera fila y a la línea de ribera: estos troncos tendrán una longitud variable según el cálculo de proyecto y en consideración de las características biotécnicas de las especies empleadas y del terreno (capacidad de profundización del aparato radicular) y variable entre 1,5 y 3,0 m. Estos troncos se fijan a los de la fila inferior mediante clavos metálicos. En la variante a una pared, los palos con punta perpendiculares a la ribera se introducen en el terreno mediante excavadora.

- Por lo que respecta a la fijación con clavos, se deben perforar completamente los dos troncos que se van a unir, para lo que se debe disponer de taladro con broca de madera y adecuada longitud (doble del diámetro de los troncos), yal menos 40 cm: la perforación parcial puede originar una rotura del tronco cuando se introduce el clavo a golpe de maza.

- Para realizar los planos sucesivos se sigue con el esquema descrito, con la advertencia de posicionar los troncos paralelos a la ribera siempre en posición retranqueada respecto del tronco horizontal inmediatamente inferior, para dar al paramento externo la pendiente establecida en el proyecto.

Relleno de la estructura y colocación del material vegetal vivo:

- Después de haber realizado uno o dos planos completos de troncos, se procede al relleno de la estructura celular con material inerte y a la colocación de estacas vivas y plantas enraizadas.

- El terreno vertido en el espacio entre los troncos va oportunamente compactado y se procede a la colocación de las estacas o ramas vivas en posición horizontal o de las plantas enraizadas en posición horizontal o de las plantas (en el frente a la vista) en posición erecta.

- Las estacas o ramas vivas deberán tener una longitud similar a la profundidad de la estructura (1,5-3,0 m) para conseguir un enraizamiento profundo; es suficiente que emerjan fuera de la tierra unos 10-30 cm.

- Las estacas o ramas vivas y las plantas enraizadas se colocan en razón de una cada 10-15 cm de frente para cada orden de troncos longitudinales, es decir, cerca de 20-30 estacas/plantas por cada metro cuadrado de paramento externo del entramado vivo.

- En los huecos de la estructura celular se colocan fajinas vivas de sauce, como sistema para evitar la pérdida de materiales finos.

Entramado vivo a una pared:

- El entramado vivo a una pared viene montado de la misma forma prevista para el tipo a dos paredes, pero sin colocación del tronco longitudinal situado dentro de la estructura.

- En particular se realiza esta tipología en presencia de espacio limitado por lo que respecta a la posibilidad de realizar una estructura profunda, o bien por elección en proyecto que establezca suficiente la realización de una estructura ligera con prevalencia de la función de revestimiento respecto de la función de estabilidad.

- La colocación de los troncos perpendiculares a la ribera puede ser realizada con el auxilio de una perforadora con punta de 15-20 cm, que realiza el agujero en el frente del terreno. Esta modalidad permite reducir al máximo el movimiento de tierra pero sobre todo asegura el mantenimiento de la solidez de la porción de ribera no objeto de excavación.

- En esta modalidad es importante introducir los troncos perpendiculares (a los que se les ha hecho una punta) en los agujeros realizados con la perforadora.

### Medición y Abono

La construcción del muro tipo Krainer se medirá por unidad de superficie (m2) realmente ejecutada.

Se abonará aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios Nº 1.

### Control y supervisión

- Se controlará la época de colocación del material vivo.

- El diámetro de los troncos será adecuado al dimensionamiento de la estructura.

- Se controlará la densidad suficiente de estacas o ramas vivas insertadas en la estructura. Además el estado fitosanitario de las ramas utilizadas para las fajinas y la cantidad de las mismas deberá ser el adecuado.

- Se controlarán las especies seleccionadas para garantizar la propagación de las mismas.

- Se controlará que los troncos son clavados suficientemente.

## Trenzado vivo de ribera

### Definición

Se trata de una técnica estabilizadora lineal sobre el margen del río, formada por una trenza de ramas, fijadas en terreno mediante piquetas de madera o de acero y relleno de tierra a continuación.

La disposición de los trenzados de ramas puede ser en filas horizontales o cruzadas entre sí de manera que formen rombos o cuadrados. Para que resulte eficaz se debe realizar con material vivo que tenga capacidad de emitir raíces adventicias.

### Materiales

- Varas elásticas, poco o nada ramificadas, de especies leñosas con buena capacidad vegetativa, que resulten fáciles de entrelazar (Salix, Tamarix) con una longitud mínima de 150 cm. Como alternativa, trenzados de ramas ya confeccionados.

- Piquetas de madera longitud = 100 cm diámetro = 8-12 cm o pilotes de hierro diámetro= 12-14 mm.

- Piquetas vivas longitud < 100 cm.

- Alambre y/ o clavos.

## Ejecución

Las piquetas de madera (o los pilotes en hierro) se clavan en el terreno no excavado, por lo menos dos tercios de la longitud (50-80 cm, con una distancia entre ellos del -3 m). Entre estas piquetas se clavan, con un intervalo de 30 cm aproximadamente, las piquetas vivas.

Las varas se trenzan a las piquetas: la vara más baja se posiciona en un pequeño surco excavado en el terreno. Las otras varas bien se colocan fuera del terreno o bien enterradas parcial o totalmente para que puedan enraizar mejor: Se colocan de 3a7-8 varas una encima de otra. Las piquetas no deben sobresalir más de 5cm. del trenzado.

Los trenzados se colocan generalmente en filas horizontales, con distancias de 1.2-2 m, atravesando todo el margen o bien en filas diagonales en forma de rombo o cuadrado, que aumentan la capacidad antierosiva. La altura de los trenzados fuera del terreno debe ser modesta (15-30 cm) de manera que garanticen una mayor estabilización.

Relleno con tierra de la estructura a fin de rellenar posibles huecos.

## Medición y Abono

La construcción del trenzado vivo de ribera se medirá por unidad de superficie (m2) realmente ejecutada.

Se abonará aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios Nº 1.

## Control y supervisión

- Se controlará el empleo de suficiente terreno en el trasdós del trenzado.

- Además se comprobara el correcto cálculo del nivel medio del agua, ya que un mal cálculo en este sentido determina la muerte del material vegetal empleado si permanece sumergido por periodos demasiado largos.

- Finalmente se controlará la elección del periodo de ejecución, especialmente en lo referente al material vivo.

## Cobertura de ramas

### Definición

La técnica consiste en la realización de un recubrimiento de la margen del río, previamente remodelada, mediante la plantación de varas, (ramas vivas de sauce, Tamarix... ) con capacidad de propagación vegetativa. Las ramas se disponen perpendicularmente a la dirección de la corriente de agua y se fijan al terreno mediante un alambre tensado entre pilotes metálicos o piquetas vivas o muertas. La base de las ramas se introduce en el terreno y en el caso de que exista más de una hilera de ramas, éstas deben sobreponerse parcialmente. El ramaje se cubre con un estrato fino de terreno vegetal. Con este tipo de actuación se protege la superficie del terreno de la acción de las fuerzas mecánicas (lluvia, erosión fluvial, etc.). Además se mejora el balance hidrico y térmico y se favorece el desarrollo de la vegetación en el terreno y en estrato aéreo junto al terreno.

### Materiales

Simple:

- Piquetas de alerce o castaño.
- Varas de sauce y/0 otras especies con capacidad de propagación vegetativa.
- Bloques de piedra.
- Grava.
- Alambre galvanizado.

Armada: (además de lo mencionado):

- Piquetas de alerce o castaño.
- Cable de acero.
- Pilotes en hierro.
- Abrazadera.
- Mortero.

### Ejecución

Cobertura de ramas con varas de sauce. Se debe realizar como sigue:

Remodelado de la margen del río mediante excavadora hasta tener una pendiente no superior a 30-35°.

Realización, si necesario, de una zanja al pie del talud (longitud = 40 cm, profundidad = 30 cm).

Colocación de 3 ó más filas de piquetas de castaño o alerce, clavadas en el terreno firme 60 cm. y sobresaliendo 30 cm, las filas paralelas de piquetes se colocan en la misma dirección que la corriente del río con una distancia entre filas de 1 m. La distancia entre las piquetas puede variar de 1 a 3 m máx., según la presión hidráulica.

Colocación de un estrato continuo de varas de sauce o ramas, en el sentido transversal a la dirección de la corriente y con el diámetro mayor introducido en el terreno o en la zanja en contacto con el agua: en el caso de emplear dos niveles de varas, la parte superior de la capa más baja deberá solaparse por lo menos 30 cm sobre la capa más alta.

Anclaje de las varas a las piquetas mediante alambre galvanizado y recubrimiento de las varas con terreno vegetal (espesor 7-8 cm), debiendo quedar al final un 50% de la superficie de las varas emergiendo del terreno para permitir el crecimiento de las nuevas yemas.

Recubrimiento en la base de la zanja con un estrato de piedras de pequeña dimensión o de grava.

Como protección del pie del talud se realiza una defensa con bloques de piedra (dimensión del bloque 0,2 m3 ) colocados en uno o en dos niveles sobre la grava. Para garantizar una mejor estabilidad de esta defensa es posible colocar palos de sauce o castaño descortezados colocados en la base de los bloques de piedra. Los bloques de piedra pueden ser eventualmente sustituido por troncos longitudinales descortezados y fijados con pilotes metálicos clavados en el fondo del río.

Cobertura armada: la armadura consiste en colocar los bloques de piedra con un cable de acero que una cada uno de los elementos. Tras haber realizado los pasos del modelo anterior (A) se procede de la siguiente manera:

Se perforan los bloques de piedra para permitir la introducción de una barra de acero corrugado provista con un ojal y cementar con mortero.

Fijar el cable a las piquetas, o como alternativa, a las barras de acero clavadas en el fondo del río a una profundidad de 150-200 cm y con una distancia variable de 2 a 5msegún las exigencias de la obra con el fin de hacer más estable la defensa de la margen.

## Medición y Abono

La ejecución de la cobertura de ramas se medirá por unidad de superficie (m2) realmente ejecutada.

Se abonará aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios Nº 1.

## Control y supervisión

Se ha de controlar que las varas se anclan bien al terreno con alambre o con piquetas. Además la cubierta de tierra tiene que ser suficiente no quedando las varas excesivamente expuestas al aire, ya que pueden ser arrancadas por el aire, pero no excesiva impidiendo el desarrollo inicial.

Finalmente ha de seleccionarse una época adecuada para la colocación del material vivo.

### Fajina viva de ribera

### Definición

Se trata de una técnica estabilizadora lineal sobre la margen del río, formada por una trenza de ramas, fijadas en terreno mediante piquetas de madera o de acero y relleno de tierra a continuación.

La disposición de los trenzados de ramas puede ser en filas horizontales o cruzadas entre sí de manera que formen rombos o cuadrados. Para que resulte eficaz se debe realizar con material vivo que tenga capacidad de emitir raíces adventicias.

### Materiales

- Varas elásticas, poco o nada ramificadas, de especies leñosas con buena capacidad vegetativa, que resulten fáciles de entrelazar (Salix, Tamarix) con una longitud mínima de 150 cm. Como alternativa, trenzados de ramas ya confeccionados.
- Piquetas de madera longitud = 100 cm diámetro = 8-12 cm o pilotes de hierro diámetro= 12-14 mm.
- Piquetas vivas longitud < 100 cm.
- Alambre y/ o clavos.

### Ejecución

Las piquetas de madera (o los pilotes en hierro) se clavan en el terreno no excavado, por lo menos dos tercios de la longitud (50-80 cm, con una distancia entre ellos del -3 m). Entre estas piquetas se clavan, con un intervalo de 30 cm aproximadamente, las piquetas vivas.

Las varas se trenzan a las piquetas: la vara más baja se posiciona en un pequeño surco excavado en el terreno. Las otras varas bien se colocan fuera del terreno o bien enterradas parcial o totalmente para que puedan enraizar mejor: Se colocan de 3a7-8 varas una encima de otra. Las piquetas no deben sobresalir más de 5cm. del trenzado.

Los trenzados se colocan generalmente en filas horizontales, con distancias de 1.2-2 m, atravesando todo el margen o bien en filas diagonales en forma de rombo o cuadrado, que aumentan la capacidad antierosiva. La altura de los trenzados fuera del terreno debe ser modesta (15-30 cm) de manera que garanticen una mayor estabilización.

Relleno con tierra de la estructura a fin de rellenar posibles huecos.

### Medición y Abono

La ejecución de la fajina viva de ribera se medirá por unidad de superficie (m2) realmente ejecutada.

Se abonará aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios Nº 1.

### Control y supervision

- Se controlará el empleo de suficiente terreno en el trasdós del trenzado.
- Además se comprobara el correcto cálculo del nivel medio del agua, ya que un mal cálculo en este sentido determina la muerte del material vegetal empleado si permanece sumergido por periodos demasiado largos.
- Finalmente se controlará la elección del periodo de ejecución, especialmente en lo referente al material vivo.

## Ribalta viva

### Definición

Estratos alternos de fajinas vivas, dispuestas longitudinalmente al margen y ramas vivas de sauce dispuestas transversalmente al margen sobre el nivel medio del agua. Este módulo se repite hasta llegar a la línea de descalce o a la altura deseada. Se termina a trasdós de las fajinas con relleno de material inerte. Por debajo del nivel medio del agua se pone material muerto. Las fajinas se fijan con piquetas de madera o de hierro, clavados en direcciones alternas en función de la presión hidráulica.

### Materiales

- Para las fajinas:

- Ramas de especies con capacidad de propagación vegetativa, diversas especies de sauce, siendo los Salix purpurea y Salix elaeagnos los más empleados; Tamarix. Eventualmente otras especies presentes en el lugar de ejecución.
- Alambre (diámetro 2-3 mm).
- Pilote de acero corrugado (diámetro 12-16 mm).
- Piquetas de madera de castaño o sauce (diámetro 8-12 cm).

- Para las estacas:

- Ramas de sauce o de otras especies con capacidad de propagación vegetativa, plantas enraizadas de especies arbustivas de ribera.

- Bloques de piedra para colocar debajo del nivel de estiaje.

### Ejecución

- Excavación de un surco en la base de la margen del río.

- Colocación de una fajina muera y anclaje con una piqueta cada 80 cm, clavadas con orientación alternada a monte ya valle respecto a la fajina.

- Colocación de ramas de sauce, Tamarix formando gradas.

- Colocación de fajinas vivas de sauce ancladas con piquetas; las fajinas se colocarán de manera que la superior no cubra la inferior.

- Recubrimento con terreno.

- Realización de la obra mediante la repetición de los módulos formados por fajinas y gradonatas hasta la altura proyectada y relleno a trasdós con material inerte.

- En el caso de una erosión profunda, se protege el pie con bloques de piedra.

### Medición y Abono

La ejecución de la Ribalta viva se medirá por unidad de superficie (m2) realmente ejecutada.

Se abonará aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios Nº 1.

### Control y supervisión

- Se controlara el adecuado anclaje de la fajina.

- Se controlará la adecuada elección para la obtención del material vivo

- Se controlará la pendiente, ya que si esta fuera excesiva, se puede solapar el efecto de las diferentes fajinas al desarrollarse los sauces (la superior cubre a la inferior), no permitiendo un adecuado desarrollo de la vegetación.

## Enrejado Vivo

### Definición

El enrejado vivo es una obra realizada con troncos dispuestos perpendicularmente entre sí, y con colocación de estacas vivas o plantas enraizadas. Es utilizada para la estabilización de taludes o riberas

pendientes de terreno compacto y para la estabilización de taludes con fenómenos de erosión superficial donde, por la elevada inclinación, no es posible aplicar otras técnicas de Ingeniería Naturalística.

El enrejado vivo actúa como sujeción del terreno hasta que no se hayan desarrollado los elementos vivos, que con sus aparatos radiculares realicen el efecto estabilizador.

### Materiales

El enrejado vivo se realiza mediante el empleo de:

- Troncos de madera descortezada (alerce, otras coníferas, castaño, falsa acacia u otras maderas con buenas características de resistencia) con diámetro 15-30 cm y longitud 2-5 m, para la realización de la estructura principal;
- Piquetas de madera con diámetro 8-12 cm y longitud >1,0 m ó barras de acero con dimensiones idóneas para sostener la estructura;
- Clavos realizados con barra de acero corrugado;
- Estacas vivas y/o plantas enraizadas de especies arbustivas con buena capacidad de enraizamiento;
- Eventualmente red metálica para mantener el material de relleno;
- Entramado vivo o escollera viva en el pie de la estructura;

### Ejecución

- Realización del plano de apoyo, que puede estar constituido por una escollera o un entramado vivo realizado en contrapendiente (siempre que exista una posibilidad de descalzamiento del pie).
- Sobre los troncos del entramado se fijan con clavos los troncos verticales, a una distancia de unos 80-150 cm. Estos troncos verticales se fijan al terreno con piquetas de madera o barras de acero; a los troncos verticales así anclados se les fijan transversalmente otros troncos, de manera que se forma una malla cuadrada o rectangular según la distancia a la que se fijan estos troncos, entre 80-150 cm.
- El enrejado se rellena con material terroso e inerte en el que se colocan estacas o ramas vivas (y eventualmente plantas enraizadas) dispuestas en estratos apoyadas en los troncos transversales.
- Eventualmente, se siembra toda la superficie generada.

- Puede ser oportuno colocar red metálica, geotextil o manta orgánica para retener el material de relleno.

- Para proteger la cabeza del enrejado de fenómenos erosivos, se puede revestir la citada cabeza colocando y anclando una tira de manta orgánica o material sintético, sobre la que se puede colocar una fila de estacas vivas; como alternativa se puede colocar un drenaje perimetral.

### Medición y Abono

La ejecución del Enrejado vivo se medirá por unidad de superficie (m2) realmente ejecutada.

Se abonará aplicando a la medición los precios unitarios que se recogen en el Cuadro de Precios Nº 1.

### Control y supervision

Se deberá controlar la adecuada selección de especies en función de las condiciones fitoclimáticas del entorno sobre el que actuar.

Se tendrá en cuenta la pendiente del talud sobre el que actuar, ya que en función de esto variará la distancia entre las estructuras horizontales, ya que el grado de solapamiento de estas influye en el crecimiento de las especies implantadas.

## 3.13. Cierres y vallas

### 3.13.1. Retirada y reposición de cierres de fincas

Consistirá en la retirada y posterior reposición de empalizadas, cierres de alambre galvanizado, liso y/o de espino, con postes de madera o de hormigón tal y como sean antes de comenzar las obras.

### 3.13.2. Colocación de verjas o cierres

En su colocación se cuidará el perfecto aplomado, así como la consecución de una pendiente uniforme en los casos en que no deba estar horizontal.

Deberá estar asimismo perfectamente arriostrada en todas las esquinas y cambios de dirección, no debiendo haber, de cualquier modo, una longitud mayor de 30 m. sin arriostramiento.

Los postecillos deberán ser recibidos con basas de hormigón.

#### 3.13.3. Colocación de puertas

En la colocación de las puertas se cuidará especialmente su aplomado, así como el perfecto funcionamiento en cierres y aperturas.

#### 3.13.4. Medición y abono

**Retirada y reposición de cierres**

La retirada y reposición de cierres se medirán y abonarán por metros lineales (m) que realmente atraviesan la conducción en la zona expropiada o de ocupación temporal.

En los precios se incluye la retirada. almacenamiento, reposición de postes y alambrada, la excavación y recibido de los postes, etc. según la calidad que estaba colocada.

**Verjas y cierres**

Las verjas y cierres se medirán y abonarán por metros lineales (m) realmente colocados estando incluidos en dichos precios los trabajos previos de preparación del terreno, así como la excavación, relleno y ejecución de las balsas de hormigón y todos los medios necesarios para la perfecta colocación.

**Puertas**

Las puertas se medirán y abonarán por metros cuadrados (m2.) totalmente colocadas estando incluidos en el precio materiales, transporte, medios de fijación, cerraduras, chorreado, imprimación, pintura o galvanizado, y colocación en obra, así como todos los trabajos auxiliares necesarios.

### 3.14. Cantería

#### 3.14.1. Mampostería careada

**Definición**

Se define como mampostería careada aquella cuyos mampuestos están labrados por una sola cara, que define su frente o paramento.

## Materiales

### Mortero

Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el designado como mortero M-10

### Mampuestos

Condiciones generales:

La piedra a emplear en mampostería deberá cumplir las siguientes condiciones:

Ser homogénea de grano uniforme y resistente a las cargas que tenga que soportar. Se rechazarán las piedras que al golpearlas no den fragmentos de aristas vivas.
Carecer de grietas, coqueras, nódulos y restos orgánicos. Dará sonido claro al golpearla con martillo.
Ser inalterable al agua y a la intemperie, y resistente al fuego.
Tener suficiente adherencia a los morteros.

Por excepción, podrá permitirse el empleo de pizarras, siempre que sean duras y la fábrica se proyecte con lechos de asiento horizontales.

### Forma y dimensiones

Cada pieza deberá carecer de depresiones capaces de debilitarla, o de impedir su correcta colocación y será de una conformación tal que satisfaga, tanto en su aspecto como estructuralmente, las exigencias de la fábrica especificadas.
Las dimensiones de las piedras serán las indicadas en los planos y, si no existieran tales detalles al respecto, se preverán las dimensiones y superficies de caras necesarias para obtener las características generales y el aspecto indicado en los mismos.
Por lo general, las piedras tendrán un espesor superior a diez centímetros (10 cm.); anchos mínimos de una vez y media (1,5) su espesor; y longitudes mayores de una vez y media (1,5) su ancho. Cuando se empleen piedras de coronación, sus longitudes serán, como mínimo, las del ancho del asiento de su tizón más veinticinco centímetros (25 cm.).
Por lo menos un cincuenta por ciento (50%) del volumen total de la mampostería estará formado por piedras cuya cubicación sea, como mínimo de veinte decímetros cúbicos (20 dm3).
Las piedras se trabajarán con el fin de quitarles todas las partes delgadas o débiles.
Se proscribirán en los paramentos las piedras de pequeña dimensión o ripios. El desbaste podrá ejecutarse con martillos y trinchantes.
Las tolerancias de desvío en las caras de asiento, respecto de un plano, y en juntas, respecto de la línea recta, no excederán de las indicadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y, en todo caso, serán inferiores a un centímetro y medio (1,5 cm.).

<u>Absorción de agua</u>

Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2%) en peso.

## Ejecución de las obras

Los mampuestos se mojarán antes de ser colocados en obra. Se asentarán sobre baño flotante de mortero, debiendo quedar enlazados en todos los sentidos. Para los paramentos vistos, se seleccionarán los mampuestos de tamaño y forma más regulares: desbastándolos, si es preciso, con martillo y trinchante, pero sin exigir a estos mampuestos formas ni dimensiones determinadas; excluyéndose en todo caso el ripio. Los huecos del interior de la fábrica se rellenarán con piedras de menor tamaño; las cuales se acuñarán con fuerza, de manera que el conjunto quede macizo, y que aquella resulte con la suficiente trabazón.

Después de sentado el mampuesto, se le golpeará para que el mortero refluya. Deberá conseguirse que las piedras en distintas hiladas queden bien enlazadas en el sentido del ancho del muro, evitando que éste quede dividido en hojas en el sentido del espesor; levantándose siempre la mampostería interior simultáneamente a la del paramento y ejecutándose por capas normales a la dirección de las presiones a que está sometida la fábrica.

Cuando el espesor del muro sea inferior a sesenta centímetros (60 cm.) se colocarán mampuestos de suficiente tizón para atravesarlo en todo su espesor; de forma que exista una (1) de estas piezas por cada metro cuadrado (1 $m^2$) de paramento. Cuando el espesor sea superior se alterarán, en los tizones, mampuestos grandes y pequeños, para conseguir una trabazón perfecta.

Los paramentos se ejecutarán con el mayor esmero, de forma que su superficie quede continua y regular. Cuando, excepcionalmente, se autorice la construcción de la fábrica de mampostería con pizarra, los planos de asiento de los mampuestos serán horizontales, salvo prescripción en contra del Director de Obra.

Si en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares no se especifica ningún otro tipo de acabado de juntas de paramento, éstas se rascarán, para vaciarlas de mortero y otras materias extrañas, hasta una profundidad no inferior a cinco centímetros (5 cm.); se humedecerán y rellenarán inmediatamente con un nuevo mortero, cuidando de que éste penetre perfectamente hasta el fondo descubierto previamente. La pasta se comprimirá con herramienta adecuada, acabándola de tal manera que, en el frente del paramento terminado, se distinga perfectamente el contorno de cada mampuesto.

Salvo que el Director de Obra disponga lo contrario, el Contratista vendrá obligado a dejar en la fábrica mechinales u orificios, regularmente dispuestos, para facilitar la evacuación del agua del trasdós de la misma a razón de uno (1) por cada cuatro metros cuadrados (4 $m^2$) de paramento.

## Medición y Abono

La mampostería careada se abonará mediante la aplicación de los precios correspondientes del Cuadro de Precios nº 1, a los metros cúbicos ($m^3$) deducidos de las dimensiones de los planos del Proyecto.

### 3.14.2. Aplacados y chapados de piedra

#### Definición

Se define como chapado de piedra todo revestimiento de los paramentos de una obra de fábrica, ejecutado con elementos de piedra en forma de placas o losas, en la que su tizón o espesor, sin exceder de quince centímetros (15 cm.), sea inferior a la quinta parte de la altura de hilada.

#### Materiales

#### Mortero

Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el mortero designado como mortero M10

#### Piedra

#### Condiciones Generales.

La piedra a emplear en chapados deberá cumplir las siguientes condiciones:

Ser homogénea, de grano fino y uniforme, de textura compacta; y capaz de soportar, sin desperfectos, una presión de cuatrocientos kilogramos por centímetro cuadrado (400 kg/cm$^2$).
Carecer de grietas, coqueras, nódulos y restos orgánicos. Dará sonido claro al golpearla con un martillo.
Ser inalterable al agua y a la intemperie, y resistente al fuego.
Tener suficiente adherencia a los morteros.

#### Forma y dimensiones

Las dimensiones de las chapas de piedra serán las señaladas en los planos, P.P.T.P. o las que indique en su caso el Director de Obra.

#### Absorción de agua

Su capacidad de absorción de agua será inferior al dos por ciento (2%) en peso.

#### Ejecución de las obras

Las piezas de piedra se mojarán previamente a su colocación, así como el paramento de la fábrica que se reviste. Se asentarán sobre baño flotante de mortero, en las juntas y en el trasdós, para unirlas con

la fábrica. Las placas se fijarán con grapa de latón de cinco milímetros (5 mm) de diámetro, de forma que resulten todas las piezas perfectamente unidas y sujetas.

Por excepción, se permitirá el engrapado con redondos de acero galvanizado; pero para su uso será precisa la autorización expresa del Director de las Obras.

Se proscribe en absoluto el empleo de yeso.

### Medición y Abono

Los chapados de piedra se abonarán por metros cuadrados ($m^2$) de chapado de un determinado espesor, medidos sobre los planos del Proyecto.

#### 3.14.3. Sillería

### Definición

Se define como sillería la fábrica construida con piedras talladas según dimensiones dadas, de acuerdo con despieces geométricos previos para que den juntas regulares en la unión de sus superficies de contacto.

Se excluyen de este capítulo los chapados de piedra empleados en revestimientos de otras fábricas.

### Materiales

### Mortero

Salvo especificación en contrario, el tipo de mortero a utilizar será el mortero designado como mortero M10

### Sillares

Condiciones generales.

La piedra a emplear en sillerías deberá cumplir las siguientes condiciones:

Ser homogénea de grano uniforme y resistente a las cargas que tenga que soportar. Se rechazarán las piedras que al golpearlas no den fragmentos de aristas vivas.
Carecer de grietas, coqueras, nódulos y restos orgánicos. Darán sonido claro al golpearlas con martillo.
Ser inalterable al agua y a la intemperie, y resistente al fuego.
Tener suficiente adherencia a los morteros.

Se desecharán las piedras que presenten roturas o estén desportilladas.

### Forma y dimensiones

Las dimensiones de los sillares serán las señaladas en los planos de despiezo correspondientes. El tipo de labra será el indicado en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Salvo indicación en contrario, se entenderá que la labra ha de ser fina y esmerada, tanto en paramentos como en lechos, sobrelechos y juntas; con aristas vivas y repasadas a cincel en toda su longitud.

### Ejecución de las obras

Las piezas se desbastarán en la cantera de donde se extraigan, con arreglo a las instrucciones del Director de las Obras.

Este desbaste se ejecutará con martillo y puntero dejando creces de dos centímetros (2 cm.) a tres centímetros (3 cm.) en cada cara.

Transportados los sillares a pie de obra, se procederá a la labra de paramentos y juntas; éstas en una extensión de quince centímetros (15 cm.) como mínimo.

Los sillares se presentarán en obra sin mortero, a fin de comprobar si asientan debidamente. No se permitirá el uso de cuñas, como no sea provisionalmente, para recibir los sillares.

Los sillares se mojarán antes de su colocación definitiva en obra. Cuando deban apoyarse sobre fábricas que no sean de sillería, lo harán por intermedio de una capa de mortero, cuyo espesor no deberá exceder de dos (2) centímetros en punto alguno; para lo cual deberá dejarse convenientemente nivelada y enrasada la fábrica anterior.

El espesor y tratamiento de las juntas entre sillares se fijará en los planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Salvo prescripción en contrario, se entenderá que su espesor no excederá de seis milímetros (6 mm).

Los sillares se situarán con cordel y plomada, en baño de mortero; y serán acuñados y asentados dos (2) o tres (3) veces, si es preciso, hasta que el mortero refluya por todas partes. Seguidamente se retirarán las eventuales cuñas. Las hiladas quedarán perfectamente a nivel.

Los resaltos y molduras se protegerán con maderas u otros medios.

Las coronaciones de muros irán sujetas por anclajes de bronce, empotrados con plomo en agujeros cuidadosamente preparados, los dinteles suspendidos irán provistos igualmente de agujeros dotados de ganchos de hierro, retacados con plomo, y preparados para su anclaje en el hormigón cuando éste constituya la estructura resistente del vano.

### Medición y Abono

La sillería se abonará por metros cúbicos ($m^3$) medidos sobre los planos. En casos particulares, podrá ser abonada por metros cuadrados ($m^2$) o metros (m), medidos, así mismo, sobre los planos.

## 3.15. Servicios afectados

### 3.15.1. Consideraciones Generales

Se corresponde a este epígrafe con las labores de desvío y/o reposición de infraestructuras existentes afectadas por las obras.

Comprenden en general los elementos de obra siguientes:

- Redes de servicios
- Conductos de distribución de agua
- Líneas de energía eléctrica
- Cables telefónicos
- Tuberías de gas
- Tuberías de saneamiento y drenaje
- Superficies pavimentadas (viales, aceras, etc.)
- Mobiliario urbano
- Jardinería y arbolado
- Casetas, muros y otros elementos de obra

La definición de los distintos trabajos de desvío y reposición de servicios afectados por las obras, se reflejan en los planos y demás documentos del Proyecto.

### 3.15.2. Normas de ejecución

En la confección del proyecto se han detectado y situado en planta una serie de servicios afectados, diseñando las obras de desvío a ejecutar, así como las reposiciones necesarias.

No obstante, será responsabilidad del Contratista verificar sobre el terreno la posición real de dichos servicios, así como investigar la posible existencia de otros no detectados, a través de las gestiones necesarias con las Compañías responsables de los mismos.

Igualmente será labor del Contratista gestionar la presencia de representantes de dichas Compañías durante la ejecución de las obras de desvío de servicios que les cometan.

Los daños que pudieran causarse por la inobservancia de las normas anteriores, por parte del Contratista, serán de exclusiva responsabilidad, siendo de su cuenta los costes de reparación e indemnización a que dieran lugar.

En la ejecución de las unidades de obra a que se refiere este artículo, el Contratista estaría obligado a seguir, además de las normas de seguridad que dicte la Dirección de Obra, las que pudieran provenir de la Compañía responsable de la red afectada que debería autorizar los trabajos correspondientes y la metodología para llevarlos a cabo.

### 3.15.3. Reposición de infraestructuras afectadas

En el caso de que por la realización de la obra fuera necesario reponer infraestructuras que se ven afectadas, éstas se realizarán de acuerdo con las especificaciones aquí reseñadas.

#### 3.8.3.1 Reposición en la red de agua potable

##### 3.8.3.1.1 Generalidades

La reposición de la conducción a presión comprende las operaciones de:

- Colocación de los tubos.
- Ejecución de juntas.
- Pruebas.

Todo ello realizado de acuerdo con las presentes Prescripciones, con las alineaciones, cotas y dimensiones indicadas en los planos y con lo que, sobre el particular, ordene la Dirección de Obras.

##### 3.8.3.1.2 Colocación de los Tubos

En la colocación de los tubos deberán cumplirse las normas del "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua", del que se transcriben las normas fundamentales.

Los tubos se bajarán a la zanja con precaución, empleando los elementos adecuados según su peso y longitud.

Los tubos irán apoyados sobre una cama de material granular, con arena de cantera, según un ángulo mínimo de 120º.

Una vez los tubos en el fondo de la zanja, se examinarán éstos para cerciorarse de que su interior esté libre de tierra, piedras, etc., y se realizará su centrado y perfecta alineación, conseguido lo cuál, se procederá a calzarlos y acodarlos con un poco de material de relleno para impedir sus movimientos.

Cada tubo deberá centrarse con los adyacentes; en el caso de zanjas con inclinaciones superiores al diez por ciento (10%), la tubería se colocará en sentido ascendente.

Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua, agotando con bombas o dejando desagües en la excavación.

En general, no se colocarán más de cien metros (100 m) de tubería sin proceder al relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y para protegerlos de golpes.

Colocada la tubería y revisada por la Dirección de las Obras, podrá ser tapada, pero dejando al descubierto las uniones hasta que haya sido sometida a la presión hidráulica y comprobada la impermeabilización de las juntas.

Por otra parte, al final de cada jornada, los extremos de las conducciones montadas se cerrarán con una tapa que imposibilite la entrada de agua o cuerpos extraños en la tubería hasta la reanudación de los trabajos, la referida tapa debe requerir una herramienta adecuada para ser quitada.

La máxima tolerancia admitida en el perfil longitudinal de las tuberías será de un (1) centímetro respecto de las cotas indicadas en el perfil longitudinal del Proyecto o en las modificaciones que introduzca al mismo el Director de la Obra.

#### 3.8.3.1.3 Ejecución de juntas

Las juntas de los tubos se realizarán de acuerdo con lo especificado en los apartados correspondientes, según el tipo de tuberías en que se empleen.

El corte de los tubos de fundición dúctil se hará, cuando sea necesario, con discos abrasivos, no permitiéndose realizarlo con autógena o electrodos.

#### 3.8.3.1.4 Pruebas

Las pruebas de la tubería de presión instalada en la zanja, para cuya realización el Contratista proporcionará todos los medios y personal necesario, serán las siguientes:

- Prueba de presión interior.
- Prueba de estanqueidad.

El agua necesaria para estas pruebas, deberá ser obligatoriamente potable, no permitiéndose agua que pueda crear una contaminación en el tubo.

- Prueba de presión interior

A medida que avance el montaje de la tubería se procederá a pruebas parciales a presión interna, por tramos de longitud fijada por la Dirección de las Obras. Como norma general, se recomienda que estos tramos tengan longitud aproximada a los quinientos metros (500 m), pero en el tramo elegido la diferencia de cotas entre el punto de rasante más baja y el punto de rasante más alta no excederá del diez por ciento (10%) de la presión de prueba.

Antes de empezar la prueba, deben estar colocados en su posición definitiva todos los accesorios de la canalización; la zanja puede estar parcialmente rellena, dejando al menos las juntas descubiertas.

Se empezará por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que pueden dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después, y sucesivamente de abajo hacia arriba, una vez se haya comprobado que no existe aire en la conducción. A ser posible, el tramo se empezará a llenar por la parte baja, con lo cual se facilitará la expulsión del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se hará aún más lentamente para evitar que quede aire en la tubería.

En el punto más alto se colocará un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo a probar se encuentra comunicado en la forma debida.

La bomba para la presión hidráulica podrá ser manual o mecánica, pero en este último caso deberá estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión con toda lentitud. Se dispondrá en el punto más bajo de la tubería a ensayar y estará provista de dos manómetros, de los cuales uno de ellos será proporcionado por la Dirección de las obras, previamente comprobado por ella.

Los puntos extremos del trozo a probar se cerrarán convenientemente con piezas especiales, que se apuntalarán para evitar deslizamientos de las mismas o fugas de agua, y que deben ser fácilmente desmontables para poder continuar el montaje de la tubería. Se comprobará cuidadosamente que las llaves intermedias en el tramo en prueba, de existir, se encuentren bien abiertas.

Los cambios de dirección, piezas especiales, etc. deberán estar ancladas y sus fábricas fraguadas suficientemente.

La presión interior de prueba en zanja de la conducción será tal que se alcance 1,4 veces la presión máxima de trabajo.

La prueba durará treinta (30) minutos, y se considerará satisfactoria cuando durante este tiempo el manómetro no acuse un descenso superior a √P/5, siendo “P” la presión de prueba en zanja en atmósferas. Cuando el descenso del manómetro sea superior, se corregirán los defectos observados examinando y corrigiendo las juntas que pierdan agua, cambiando así si es preciso algún tubo de forma que al final se consiga que el descenso de presión no sobrepase lo previsto.

- Prueba de estanqueidad

Después de haberse completado satisfactoriamente la prueba de presión, deberá realizarse una de estanqueidad. La Dirección de las obras podrá suministrar los manómetros o equipos medidores, si lo estima conveniente, o comprobar los suministros por el Contratista.

La presión de prueba de estanqueidad será la máxima estática que exista en la tubería a la cuál pertenece el tramo en prueba con identidad de características.

La pérdida se define como la cantidad de agua que debe suministrarse con un bombín tarado de la tubería, de forma que se mantenga la presión de estanqueidad después de haber llenado la tubería de agua y de haberse expulsado el aire.

La duración de la prueba de estanqueidad será de dos horas (2 h.) y la pérdida en este tiempo será inferior a:

V = K L D

siendo:

V = Pérdida total de la prueba en litros.

L = Longitud del tramo de prueba en metros.

D = Diámetro interior en metros.

K = Coeficiente dependiente del material

K = 0,35 (fibrocemento)

K = 0,40 (hormigón armado)

K = 0,30 (fundición dúctil)

De todas formas, si las pérdidas fijadas son sobrepasadas, el Contratista a sus expensas reparará las juntas y tubos defectuosos; así como viene obligado a reparar aquellas juntas que acusen pérdidas apreciables, aún cuando el total sea inferior a la admisible. El Contratista vendrá obligado a sustituir cualquier tramo de tubería o accesorios en el que se haya observado defectos o grietas y pérdidas de agua.

3.8.3.1.5 Piezas Especiales

Las válvulas y piezas cumplirán lo estipulado en el capítulo 3 de este Pliego. Las arquetas, anclajes, etc. se realizarán de acuerdo con el capítulo 3 de este Pliego en lo referente a hormigones, encofrados, armaduras, etc.

3.8.3.2 Reposición en la red de saneamiento

Las posibles afecciones en la red de saneamiento que no es modificada por el presente proyecto se realizará efectuando el asiento de las tuberías según la forma que aparece definida en los planos para la reposición de tubería de saneamiento.

La máxima tolerancia admitida en el perfil longitudinal de las tuberías será de un (1) centímetro respecto de las cotas existentes o respecto a las modificaciones que introduzca el Director de la Obra.

3.8.3.3 Reposición de la obra civil de alumbrado y semaforización

Las posibles obras del colector podrán afectar al alumbrado e instalación de semaforización en tres unidades de obra civil: canalizaciones, cimentaciones de los báculos y arquetas.

A continuación, se indican las condiciones especificadas para su total reposición.

3.8.3.3.1 Canalizaciones

Las zanjas para el tendido de cables en las aceras tendrán como mínimo 0,60 mts. de profundidad.

El fondo de la zanja se nivelará cuidadosamente retirando los elementos puntiagudos o cortantes, y sobre dicho fondo se extenderá una capa de arena de 10 cm de espesor como mínimo que servirá de asiento a los tubos. Sobre los tubos se depositará otra capa de arena de 10 cm. de espesor y sobre esta una cinta plástica de color amarillo con inscripción de aviso de canalización de electricidad. El relleno de la zanja se compactará perfectamente.

La zanja en calzada tendrá 1 metro de profundidad y llevará dos tubos de hormigón centrifugado de 100 mm. de diámetro colocados en idéntica forma a la descrita con un asiento y relleno de hormigón HM-20.

En toda la canalización subterránea se tenderá cable de acero de 3 mm. de diámetro por el interior del tubo al objeto de facilitar el tendido de cables.

3.8.3.3.2 Cimentaciones

Las cimentaciones u obra de fábrica para el anclaje de báculos, se realizará en hormigón en masa HM-20 en las que quedarán empotrados los pernos de anclaje.

Comprenderán la excavación, encofrado si fuese necesario y colocación de los pernos de anclaje mediante plantillas y zunchado en su parte inferior para su correcto posicionamiento vertical y a las distancias correctas, colocación adecuada del tubo, hormigonado, nivelado de la superficie superior y transporte de los productos sobrantes a vertedero.

En las cimentaciones que se realicen en zonas de tierra o jardines, la cara superior de la misma quedará en 5 cm., bajo el nivel de tierra y en las que se realicen en aceras o similares, la terminación será la que considere oportuna la Dirección de Obra en cada caso.

Por el Contratista serán tomadas a su cuenta y riesgo todas las medidas de seguridad y defensa que garanticen el tráfico normal de vehículos y peatones, asimismo, se instalarán todas las señales diurnas y nocturnas precisas, que adviertan del peligro para circulación.

Cuidará igualmente de la estabilidad y conservación de las canalizaciones e instalaciones que existan sobre el suelo y que resulten directa o indirectamente afectadas por los trabajos. A este efecto, llegado el caso, el Contratista se pondrá en contacto con la Dirección de Obra que le dará las indicaciones pertinentes y que deberán ser aceptadas en su totalidad.

Aun cuando por el Contratista sean tomadas las medidas de seguridad que procedan, la reparación de cualquier avería y consecuencias de cualquier accidente que de modo imprevisto se produzca, será de cuenta del Contratista y responderá igualmente de cuanto de ello se derive.

3.8.3.3.3 Arquetas

Las arquetas de registro correspondientes a cada farola tendrán como dimensiones:

0,60 x 0,60 x 0,60 mts.

Las paredes serán de hormigón y se dispondrá de un dren al objeto de favorecer el filtrado de las aguas pluviales.

El marco y tapa serán de hierro fundido con la inscripción de ALUMBRADO, de acuerdo con el modelo aprobado por el Ayuntamiento correspondiente.

Las arquetas de cambio de sentido serán similares en construcción a la anterior variando únicamente las dimensiones que serán de:

0,80 x 0,80 x 1 mts.

Para su construcción se empleará hormigón en masa HM-20.

3.8.3.4 Reposición de canalización telefónica, telégrafos y fibra óptica

La posible afección y reposición de las canalizaciones telefónicas, telégrafos o fibra óptica existentes se realizarán de acuerdo con las normas de la compañía explotadora.

En el momento en que la zanja del colector transcurra, a juicio de la Dirección de Obra, próxima o cruce una canalización de telefónica, telégrafos o fibra óptica, existirá un vigilante de esta Compañía para dirigir las operaciones de afección, siendo los gastos de la citada persona por cuenta del Contratista.

3.8.3.5 Reposición de canalización de energía eléctrica

Las acometidas de energía eléctrica al aliviadero y pozo de bombeo previstas en este proyecto se realizarán de acuerdo con las especificaciones del capítulo correspondiente del Pliego de Prescripciones Técnicas, con las secciones tipo definidas en plano y las instrucciones de la compañía Iberdrola, S.A.

La reposición de las posibles afecciones de la red de energía eléctrica por las obras de este proyecto se efectuará de acuerdo con las normas de la compañía explotadora.

3.8.3.6 Reposición de canalización de gas

Las posibles reposiciones y afecciones en la canalización de gas existente se realizarán de acuerdo con las normas que la compañía de gas señale y de acuerdo con las especificaciones que a continuación se indican.

3.8.3.6.1 Montaje de las tuberías

3.8.3.6.1.1 Almacenamiento, manipulación y transporte

La tubería de polietileno se almacenará sobre superficies planas, exentas de piedras, protegida de la luz solar o de focos de calor y de objetos punzantes.

Cuando se utilice polietileno enrollado sobre bobinas metálicas, se vigilará que la última capa quede a una distancia suficiente del aro o corona exteriores de apoyo de la bobina, tal que al depositarla en el suelo las irregularidades del mismo no lleguen a dañar el polietileno que conforma las últimas capas.

El transporte, carga, descarga y las diferentes manipulaciones deberán hacerse tomando todas las precauciones necesarias para no dañar la tubería.

No se admitirá:

a) Hacer rodar los tubos sobre el suelo. El desplazamiento de los tubos por rodadura debe ejecutarse sobre potros de madera de bordes redondeados.

b) Desplazar o levantar los tubos mediante cables u otros medios que puedan dañar los mismos.

c) Apilar los tubos sobre una altura de más de 1 metro con el fin de evitar deformaciones.

d) Poner los tubos o accesorios en contacto con aceites o productos bituminosos.

e) Colocar los tubos o accesorios bajo temperaturas superiores a los 40ºC.

3.8.3.6.1.2 Colocación en zanja

En la colocación en zanja de la tubería, el Contratista adoptará las siguientes medidas para no producir daños a la tubería:

- Antes de colocar la tubería en zanja, ésta debe estar limpia de objetos extraños, como piedras, pedazos de madera, desperdicios, etc., que pudieran dañar la tubería.

- Durante el tendido en zanja, la tubería debe tener los puntos de apoyo suficientes, con el fin de que sirvan de guía para no rozarla con las paredes; después deben ser retirados.

- La tubería debe ser colocada haciendo un ligero serpenteo de forma que las contracciones del material que puedan producirse a posteriori no afecten en absoluto a la canalización.

- Si fuera necesario bordear obstáculos, se puede curvar la tubería siempre y cuando el radio mínimo de curvatura sea de 20 veces el diámetro de la tubería.

- La tubería debe reposar libremente en el fondo de la zanja sin tocar los bordes.

Para colocar la tubería en la zanja se empleará el método convencional, que consiste en tener la zanja abierta antes de tender el tubo.

Una vez abierta la zanja, y empleando tubería en bobinas, se fijará un extremo de la tubería haciendo trasladar la bobina sobre la zanja, depositándose el tubo sobre el fondo a medida que la desplazamos.

Este método tiene el inconveniente que no puede usarse en caso de que exista algún obstáculo transversal en la zanja.

Para evitar el inconveniente anterior, otro método sería a partir de la bobina fija se tira del tubo y se va introduciendo en la zanja sobre lecho de arena. De esta forma se evitan roces con el fondo, haciendo deslizar la tubería sobre la cama de arena. Permite salvar obstáculos transversales que aparezcan en la zanja.

Tanto en el empleo de un método o de otro, se tomará la precaución de que el extremo de la tubería esté tapado para que no pueda penetrar ningún objeto o arena en el interior de la misma.

En todos los cruces o pasos que se requieran tubos de protección, éste debe instalarse recto, de manera que la conducción pueda ser reemplazada sin problemas en caso de ser necesario.

En cambios secundarios o en otros donde sea necesario instalar tubo de protección durante la construcción de las obras, la tubería debe instalarse recta para facilitar la colocación de la vaina en caso de requerirse posteriormente.

El interior del tubo de protección se limpiará cuidadosamente antes de introducir la tubería. Se colocará a la entrada del tubo de protección un útil para evitar el rozamiento de la tubería con la vaina. Inmediatamente después de introducir la tubería se sellarán los extremos de tubo protector.

Las uniones entre tubos se realizarán mediante soldadura, de acuerdo con las especificaciones del apartado siguiente.

Las extremidades de toda conducción que se abandonan provisionalmente en la zanja deberán ser siempre protegidas contra las infiltraciones de agua y penetración de suciedad o cualquier objeto por medio de un accesorio de cierre.

Cuando se realice la continuación de la canalización con tubería en carga, se utilizará el estrangulador de tubería, para de esta forma proceder al corte del accesorio de cierre y colocación del manguito de unión.

Colocada la tubería en la zanja, se procederá al relleno de la misma una vez que la colocación haya sido aprobada por la Dirección de Obra.

La zanja pendiente de relleno será debidamente señalizada por el Contratista.

El relleno se efectuará preferentemente con la máxima temperatura ambiental, y nunca cuando el terreno de relleno esté helado.

3.8.3.6.2 Soldadura de la Tubería

3.8.3.6.2.1 Uniones soldadas en Polietileno

La técnica de unión soldada para materiales de polietileno (PE) permite asegurar la continuidad del material.

Hay cuatro tipos de técnicas para las uniones soldadas en tubería de PE, que son: a tope, enchufe, asiento y electrosoldadura. Esta última es la que se impone por su facilidad de empleo y fiabilidad.

En los cuatro tipos, las superficies de PE a unir se calientan hasta una determinada temperatura para dotar de movilidad a las cadenas moleculares. Difieren entre sí sólo en los medios materiales empleados en su aplicación y en el control de los tres parámetros fundamentales siguientes:

1º La temperatura a la cual debe llevarse al PE para obtener la fusión sin degradación del material.

2º La presión de contacto de las dos superficies a unir para conseguir la suficiente interpenetración de las cadenas moleculares.

3º El tiempo de calentamiento para fundir la materia y el tiempo de enfriamiento para permitir la soldadura y su solidificación.

- Soldadura a tope

Especialmente indicada para tuberías a partir de 110 mm de diámetro.

Las dos caras de los tubos a unir de PE se sueldan a un plano transversal a sus paredes. El aporte de la energía térmica necesaria es aportada por una placa calentada eléctricamente.

En toda soldadura a tope pueden establecerse las siguientes fases en el procedimiento de unión:

- La preparación de las caras a soldar comprende el pelado, limpieza y alineación de las extremidades de las piezas a soldar.

- Para conseguir mantener paralelas las dos superficies a soldar a ambas caras de los tubos a unir, se le aplica una determinada presión contra la placa de calentamiento para provocar la fusión del material y su fluencia, que luego provocará el cordón de soldadura.

- Concluida la fase de calentamiento, se hace disminuir la presión para permitir la disipación de calor sin que continúe la fluencia del material.

- La retirada de la placa calefactora deber hacerse rápidamente, para evitar fenómenos de oxidación y, sobre todo, pérdidas térmicas.

- La soldadura se consigue presionando ambas caras de los tubos. En esta fase se produce el cordón de soldadura.

- El enfriamiento puede durar entre 15 y 45 minutos, según el espesor de la pared a soldar.

- La soldadura a tope no se aplica a tubos de pequeño diámetro o espesor de pared inferior a 5 mm., pero sí es especialmente indicada para soldar tubos de medianos a grandes diámetros.

Este método de unión va unido al uso de barras y equipos más sofisticados, pudiendo apuntarse las siguientes consideraciones:

- La necesidad de utilizar barras multiplica el número de soldaduras (una cada 10 ó 12 metros), frente a la ventaja de utilizar tubo enrollado en bobinas.

- El contacto entre las superficies a soldar exige el desplazamiento de los tubos a unir.

- La unión de resinas de diferentes índices de fluencia debe tenerse muy en cuenta debido a la disimetría de los cordones de soldadura.

Esta técnica exige máquinas automatizadas y trabajar prácticamente fuera de zanja, teniendo luego que emplear alguna técnica especial de puesta zanja.

- Soldadura por enchufe

Mediante este procedimiento se suelda la superficie interna de una pieza con la externa de la otra. La energía térmica es aportada por un elemento metálico calentado eléctricamente.

Las principales fases de soldadura son:

- Cortar el tubo a unir perpendicularmente a su eje, eliminando la rebaba inferior.

- Calibrado del extremo del tubo mediante el correspondiente útil de pelado.

- Limpieza del interior del accesorio para eliminar la oxidación superficial, aplicando papel absorbente celulósico y un decapante.

- Controlar la temperatura del elemento calefactor con lápices térmicos.

- Calentar conjuntamente tubo y accesorio.

- Separar de repente las partes a soldar, quitar el elemento calefactor y unir introduciendo rápidamente a presión (sin girar) tubo y manguito, manteniendo unidas ambas piezas durante el tiempo especificado en el enfriamiento.

La soldadura tipo enchufe permite soldar tubería de pequeños diámetros (20 ÷ 110 mm de diámetro), aunque en la práctica a partir de diámetros superiores a los 63 mm se usan útiles y pequeñas máquinas de aproximación y alineación.

Desde el punto de vista constructivo, cuando se utiliza este método de unión debe preverse el movimiento de aproximación de la tubería antes de proceder al tapado de la zanja.

- Soldadura de asiento

Mediante este procedimiento se suelda la superficie externa de una pieza (accesorio) con la superficie externa de la otra (tubería). La energía térmica es aportada por un elemento metálico calentado eléctricamente.

Las principales fases de soldadura incluyen:

- Control dimensional de las piezas a unir.

- Limpieza del accesorio y de la tubería en la zona de soldadura para eliminar la oxidación superficial.

- Controlar la temperatura del elemento calefactor, que tiene que situarse sobre los 275ºC, y calentar conjuntamente tubo y accesorio.

- Separar las partes a soldar, retirar el elemento calefactor y unir rápidamente presionando el accesorio contra la tubería, manteniendo unidas ambas piezas durante el tiempo especificado para el enfriamiento, efectuando una inspección visual de la soldadura una vez enfriada la misma.

La soldadura de asiento está indicada para realizar injertos sobre una red de distribución.

- Electrosoldadura

La electrosoldadura es un procedimiento de unión que permite soldar la superficie interna de una pieza de PE con la superficie externa de otra. En este tipo de soldadura la energía térmica es obtenida por efecto Joule, gracias a unas resistencia eléctricas incorporadas en la pieza hembra.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Preparación de las partes a unir, comprendiendo la limpieza de las mismas, rascado de la parte de PE que actúe como macho (el tubo, cuando el accesorio es un manguito) para eliminar la película de PE oxidada por contacto con el aire, alineamiento y posicionado del material a soldar.

- El enderezamiento previo en el supuesto de trabajar con tubería procedente de bobinas es imprescindible.

- Calentamiento y soldadura en una operación sin solución de continuidad. Los parámetros del proceso son controlados automáticamente por equipos especialmente diseñados para ello, siendo prácticamente nulo el margen de error humano. La expansión de material de PE al fundir, unido a la contracción de la pieza hembra obtenida por la liberación de tensiones internas incorporadas a la misma en el curso de su fabricación, favorece el apriete del accesorio hembra sobre la pieza interior y la aplicación de una presión de soldadura adecuada.

- El enfriamiento del material empieza al término del proceso de calentamiento, al interrumpirse de forma automática el aporte de energía eléctrica.

Pueden encontrarse en el mercado accesorios electrosoldables hasta de 110 mm de diámetro, e incluso de hasta 200 mm, que cubren en la práctica la gran mayoría de las necesidades para la realización de redes de distribución de gas natural.

En este procedimiento, los movimientos de la materia de fusión son realmente pequeños y se limitan a rellenar el espacio anular existente entre la pieza hembra y la pieza macho, debido a la dilatación y expansión de la materia al alcanzarse temperaturas de fusión.

Por otra parte, el poder acoplar las piezas a temperaturas ambientes antes de iniciar el calentamiento, se evita, asimismo, pérdidas de calor y oxidación de las superficies en fusión.

En cualquiera de los casos, y para aprovechar al máximo las ventajas de ese procedimiento de soldadura, es preciso emplear correctamente útiles que impidan los movimientos relativos de las piezas en curso de unión. Esta recomendación es especialmente válida cuando se procede a unir dos extremos de tubería procedente de bobinas; en cuyo caso, y a partir generalmente de diámetros de 63 mm en adelante, deben tomarse las precauciones adecuadas para enderezar el tubo, alineando los ejes, y estas disposiciones, las tensiones internas liberadas en el momento de la soldadura y las tensiones ejercidas por los tramos de la tubería a ambos lados del manguito, trasmitirá a la zona de fusión esfuerzos locales excesivos y perjudiciales para la calidad de la soldadura.

Los útiles enderezadores y posicionadores deben permanecer instalados durante todo el proceso de enfriamiento durante un espacio de tiempo variable en función del espesor de la tubería a unir. El enfriamiento del material en la zona de soldadura es lento debido al bajo coeficiente de conductividad térmica del PE, unas treinta veces inferior al del acero.

Desde un punto de vista constructivo, la utilización de manguitos electrosoldados para unir tubería de PE presenta notables ventajas respecto al resto de sistema de soldadura, especialmente cuando se trabaja en el campo.

Por una parte, al no precisarse movimientos de aproximación o separación de los extremos de los tubos, la canalización puede cubrirse inmediatamente, dejando sólo descubierto el espacio indispensable para la colocación de un manguito, no precisándose pozos de soldadura ni manipulaciones especiales ni costosas. Simplemente, hacer llegar la máquina de control automático de la energía térmica a suministrar, corrigiendo el tiempo necesario de calentamiento en función del tipo y diámetro del accesorio y temperatura de las superficies a unir.

3.8.3.6.2.2 Capacitación de soldadores y garantía de calidad

- Capacitación de soldadores

Es recomendable, y constituye práctica habitual, que los operarios a los que se les vaya a encomendar trabajos de soldadura superen previamente pruebas de capacitación de los métodos operativos.

Cada soldador al terminar la soldadura marcará la misma con su clave de identificación, utilizando rotuladores indelebles.

- Control de calidad

Los inspectores de obra deben asegurarse regularmente de que el soldador sigue el método prescrito, controlando visualmente la realización de las mismas.

El control visual de las soldaduras incluye la observación del procedimiento seguido y de los principales parámetros, como son la temperatura, tiempo y presiones aplicadas.

Serán rechazadas soldaduras que presenten cordones de soldadura no uniformes, ángulos vivos, porosidades, si la superficie del material aparece excesivamente brillante, prueba de que el material ha sido sometido a temperaturas excesivas, con riesgo de degradación del material.

También constituyen motivo de rechazo de la soldadura la existencia de desalineaciones en las piezas soldadas o deterioro de los tubos en la proximidad de la soldadura.

Las últimas generaciones de accesorios electrosoldables incorporan sistemas visuales que facilitan el control de calidad de las soldaduras.

En cuanto a los controles destructivos, no existe un criterio unificado al respecto, si bien es conveniente su aplicación de forma periódica. Siempre que existan dudas de la buena calidad de la soldadura, es prudente repetir la unión, aprovechando el accesorio para analizar el estado de la soldadura.

Otros tipos de controles no destructivos (ultrasonidos) no suelen aplicarse en obra, quedando reservados a laboratorio o en los procesos de fabricación más sofisticados.

Por supuesto, entre los distintos procedimientos de unión soldada, la electrosoldadura es el procedimiento en el que menos incide el error humano, por la automatización del equipo de soldadura. No obstante, es muy recomendable efectuar periódicamente chequeos de la propia máquina y también comprobar que los tiempos de soldadura que se dan en la práctica se sitúan en la horquilla admisible de tiempos que se recogen en las tablas correspondientes, según tipo de accesorios y diámetro.

#### 3.8.3.6.3 Pruebas de la Tubería

Antes de la puesta en servicio, la canalización de gas se someterá a las pruebas neumáticas de resistencia mecánica y de estanqueidad. Para la realización de las mismas el Contratista hará los siguientes pasos.

##### 3.8.3.6.3.1 Condiciones Generales

A la terminación del tapado se probará la conducción. El método y los criterios de prueba deberán ser aprobados por la Dirección de Obra de antemano, que estarán de acuerdo con la normativa vigente.

El procedimiento de la prueba y los materiales utilizados en ella serán de tal naturaleza que demuestren con claridad la resistencia de cualquier sección de la tubería y la existencia o no de fugas que puedan constituir un peligro para la seguridad pública y/o funcionamiento.

Las pruebas a realizar, así como la duración y presiones, son las determinadas en el apartado de procedimiento de este artículo.

Las pruebas se realizarán “in situ” una vez instalada la conducción, realizándose la de estanqueidad inmediatamente antes de que ésta se ponga en servicio.

Si la prueba revela la presencia de una fuga u otro defecto cualquiera, se ha de proceder a su reparación o sustitución. Una vez efectuada la misma se repetirá la prueba para ver si la reparación se ha hecho correctamente.

La conducción se aprobará si durante la prueba ocurren elevaciones o caídas de presión que puedan explicarse satisfactoriamente en su totalidad por fluctuaciones de temperatura u otro fenómeno físico acaecidos en ese tiempo.

Las conexiones que sean necesarias instalar después de la prueba de estanqueidad entre secciones y/o instalaciones de gasoductos no precisan de ninguna prueba separada de resistencia, si bien los materiales a emplear se deberán probar previamente.

Cuando sea posible, se verificará la estanqueidad de dicha conexión después de la admisión de gas a presión. Esto se puede hacer, por ejemplo, con la ayuda de una solución jabonosa.

Después de comprobar una junta o unión con agua jabonosa se efectuará un lavado profundo con agua para que no quede resto de detergente en contacto con el tubo.

Durante la prueba se han de tomar las precauciones necesarias para garantizar la seguridad del personal y el público, y evitar en la medida de los posible causar daños materiales.

Las cabezas de pruebas, "caps" y demás elementos de construcción utilizados en las pruebas se diseñarán, fabricarán e instalarán de conformidad con las normas aprobadas sobre diseño y construcción de canalizaciones. Para dichos elementos, la presión de diseño aplicada al calcular el espesor de pared será la presión de prueba de la tubería que se haya de conectar con un coeficiente de seguridad del 0,72.

No podrá hallarse presente ninguna persona en la zanja mientras se esté elevando la presión hasta el nivel requerido, en cuyo caso a la única persona a quien se permite hallarse en la zanja es el responsable de comprobar la estanqueidad de la junta.

3.8.3.6.3.2 Procedimiento de las pruebas

- Prueba de estanqueidad

Esta prueba se hará con agua, aire o gas, y a una presión de 5 kg/cm2. La duración será de 6 horas a partir del momento en que se haya estabilizado la presión de prueba (ITC-MIG R.5.3).

La elección del fluido de prueba a emplear será a criterio de la Dirección de Obra.

La línea estará cerrada por ambos extremos con cabezas de prueba construidas para que llenen o vacíen la conducción, y tendrán una conexión para un manómetro y/o registrador de presión.

La Dirección de Obra tendrá acceso a la instalación de pruebas, así como a la comprobación de cualquier instrumento que en dicha instalación se utilice.

Se medirá la temperatura al menos en dos puntos.

- Prueba de agua

Se llenará de agua limpia. Con un rascador de llenado, el aire y la suciedad se empujará hasta el final de la línea. La bomba estará dotada de filtros de arena.

Antes de que la prueba pueda comenzar, la línea deberá estar llena de agua al menos durante 6 horas. Este tiempo se considerará suficiente si la temperatura del agua para Ø exteriores de hasta 20" no cambia más de 1º C durante las últimas dos horas.

Transcurrido el citado período, se dará la presión a la conducción mediante la bomba. La cantidad de agua necesaria para presurizar la conducción indica la presencia de aire. La cantidad de agua que se haya de añadir se medirá con ayuda de un vaso medidor u otro método aprobado.

Para comprobar el aire que pueda hallarse presente en la conducción, se evacuará una cantidad de agua de la tubería presurizada que arroje un descenso de presión de 0,5 bar. Esta cantidad se medirá con una precisión de 1%.

Este dato se registrará y conservará en el archivo.

La evacuación del agua de la conducción una vez terminada la prueba será por cuenta del contratista.

- Prueba de aire y gas

Se tomarán las medidas necesarias para que no se introduzca en la conducción aceite procedente del compresor u otro producto que pueda dañar al material.

Durante la duración de las pruebas, el contratista deberá registrar con medios adecuados los datos de temperatura y presión.

Si una vez terminada la prueba hay indicios de que la línea probada no mantiene la presión o si existe una duda razonable sobre el resultado, no se dará la aprobación y habrá que someterla a otro prueba, o bien se prolongará la duración de la primera según indique la Dirección de Obra y sin cargo para ésta, a menos que el Contratista pueda demostrar que la duda no era razonable.

Una vez recopilados todos los datos y entregados a la Dirección de Obra, ésta dará su aprobación final o no.

Todas las válvulas estarán parcial o totalmente abiertas durante la prueba.

- Prueba de resistencia mecánica

Cuando se haya instalado un tramo de conducción de suficiente longitud, se podrá someter a continuación a los ensayos de resistencia mecánica.

Este ensayo se realizará con aire a una presión entre 5 y 6 kg/cm2 y con una duración de 6 horas, a partir del momento en que se haya estabilizado la presión. Esta prueba se efectuará contra bridas ciegas o tapones soldados, todas las válvulas semiabiertas y la instrumentación, si la hubiese, desconectada.

La estanqueidad de las uniones o juntas se controlará con agua jabonosa, limpiándose posteriormente con agua.

- Purgado de la conducción con nitrógeno

Previo a la puesta en marcha de las conducciones de gas natural y una vez que se ha realizado una prueba de estanqueidad de la conducción, se procede a la operación de evacuar el aire existente y se sustituye por nitrógeno. La conducción se inertiza con nitrógeno presurizado hasta una presión un poco superior a la presión del gas de las demás redes.

3.8.3.6.4 Señalización de la Conducción

A lo largo de toda la longitud de la canalización se colocarán dos bandas de señalización con el fin de extremar las medidas de identificación de la red de gas existente en el subsuelo ante las acciones de terceros.

El material empleado para señalización de las tuberías enterradas será una banda de polietileno de 30 cm de ancho y de 0,1 mm de espesor, estable a las variaciones de temperatura y resistente a la acción de los ácidos y lejías.

La banda será opaca de color amarillo naranja vivo b-532 según la norma UNE 48.103, inalterable a la acción del sulfuro de hidrógeno según norma DIN 53.378. Deberá tener una resistencia mecánica mínima a la tracción de 100 kg/cm2 en su sección longitudinal y de 80 kg/cm2 en su sección transversal.

El material se suministrará en rollos de cien metros.

Se instalará en la zanja de alojamiento e implantación de las tuberías con una doble banda de señalización separadas entre ellas 150 mm y colocada la más baja a 200 mm de la generatriz superior del tubo. En los puntos donde el recubrimiento de la tubería es inferior a 0,80 metros, la distancia de la banda al nivel del suelo será reducida a criterio de la Dirección de Obra.

### 3.15.4. Medición y abono

La medición de las unidades de obra se hará conforme a las realmente ejecutadas.

El abono se efectuará con cargo a las partidas alzadas, a justificar, previstas con este fin en los presupuestos del Proyecto y la valoración por aplicación de los precios del Cuadro de Precios Nº 1 que correspondan.

Cuando son las compañías propietarias las que realicen los trabajos se actuará según lo establecido en el apartado 3.10 del presente pliego.

## 3.16. Control del ruido y vibraciones

### 3.16.1. Generalidades

El Contratista adoptará las medidas adecuadas para minimizar los ruidos y vibraciones.

Las mediciones del nivel de ruido en las zonas urbanas permanecerán por debajo de los límites que se indican en el apartado correspondiente del P.P.T.G.

Toda la maquinaria situada al aire libre se organizará de forma que se reduzca al mínimo la generación de ruidos.

En general, el Contratista deberá cumplir lo prescrito en las Normas Vigentes, sean de ámbito nacional ("Reglamento de Seguridad y Salud") o de uso municipal. En caso de contradicción se aplicará la más restrictiva.

El Director de Obra podrá ordenar la paralización de la maquinaria o actividades que incumplan las limitaciones respecto a ruido o vibraciones hasta que se subsanen las deficiencias observadas sin que ello dé derecho al Contratista a percibir cantidad alguna por merma de rendimiento ni por ningún otro concepto.

#### 3.16.2. Ruidos

Además de lo ya especificado en el P.P.T.G., se tendrán en cuenta las limitaciones siguientes, en el uso de compresores móviles y herramientas neumáticas:

En todos los compresores que se utilicen al aire libre, el nivel de ruido no excederá a los valores especificados en la siguiente tabla:

| Caudal del aire m3/min | Máximo nivel en dB (A) | Máximo nivel en 7 m. en dB (A) |
|---|---|---|
| < 10 | 100 | 75 |
| 10-30 | 104 | 79 |
| > 30 | 106 | 81 |

Los compresores, que a una distancia de siete metros (7,00 m.) produzcan niveles de sonido superiores a 75 dB (A) o más, no serán situados a menos de ocho metros (8,00 m.) de viviendas o locales ocupados.

Los compresores que a una distancia de siete metros (7,00 m.), produzcan niveles superiores a 70 dB (A), no serán situados a menos de cuatro metros (4,00 m.) de viviendas o locales ocupados.

Los compresores móviles funcionarán y serán mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante para minimizar los ruidos.

Se evitará el funcionamiento innecesario de los compresores.

Las herramientas neumáticas se equiparán con silenciadores.

### 3.17. Partidas alzadas

Si se hubieran previsto en el partidas alzadas a justificar, en aquellas unidades de obra que, aunque se estima necesaria su ejecución, son, por su propia naturaleza, de difícil precisión en cuanto a su número, lo que impide una medición exacta de las mismas.

No obstante, para la generalidad de dichas Partidas Alzadas a justificar, han sido establecidos los precios unitarios de las unidades de obra que previsiblemente las integrarán e incorporados al Cuadro de Precios nº 1, lo que permitirá el abono de las que realmente se ejecuten.

En aquellas Partidas Alzadas a justificar para las que, en todo o parte, no sean de aplicación los precios del Cuadro de Precios nº 1, se establecerán los correspondientes precios contradictorios.

## 3.18. Unidades de obra no especificadas en el presente pliego

En la ejecución de trabajos para los cuales no existen prescripciones explícitamente consignadas en el presente Pliego ni en el Pliego Particular, el Contratista se atendrá a las instrucciones del Director de Obra y tendrá la obligación de ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y buen aspecto de las obras.

Todo lo que sin apartarse del espíritu general del Proyecto o de las disposiciones especiales que al efecto se dicten, por quien corresponda u ordene el Director de Obra, será ejecutado obligatoriamente por el Contratista, aun cuando esté estipulado expresamente en este Pliego de Prescripciones.

Todas las obras se ejecutarán siempre ateniéndose a las reglas de la buena construcción y con materiales de primera calidad, con sujeción a las especificaciones del presente Pliego. En aquellos casos en que no se detallen en éste las condiciones, tanto de los materiales como de la ejecución de las obras, se atenderá a lo que la costumbre ha sancionado como regla de buena construcción.

# 4. CAPÍTULO IV - OTRAS DISPOSICIONES

## 4.1. Legislación

Además de lo señalado en este Pliego de Prescripciones Técnicas regirán con carácter general para las obras e instalaciones de este Proyecto las instrucciones, Reglamentos y Normas vigentes, así como todas las disposiciones de carácter general que sean de aplicación.

Las disposiciones citadas serán preceptivas, en tanto no sean anuladas o modificadas en forma expresa en las prescripciones de este Pliego o en las que puedan fijarse en el anuncio de licitación, Pliego de Cláusulas de la licitación y también en el Contrato o escritura.

## 4.2. Orden de ejecución de las obras

Será de obligado cumplimiento el Plan de Trabajos aprobado por la Dirección de las Obras a propuesta del Contratista.

## 4.3. Personal técnico del contratista

Se exige por parte del Contratista la presencia a pie de obra de personal técnico Titulado Superior o Medio con experiencia probada en obras de saneamiento, así como los equipos de topografía necesarios.

## 4.4. Vigilancia de las obras

El Contratista viene obligado a proveer los medios necesarios para ejercer una vigilancia ininterrumpida en todos los elementos de obra durante el tiempo total de duración previsto para la ejecución de los trabajos.

La Dirección de Obra podrá requerir del Contratista el incremento de los medios de vigilancia si así lo estima necesario para la seguridad de la obra.

Los costes de vigilancia están incluidos en los costos indirectos aplicados a los precios unitarios de las unidades de obra, por lo que no serán de abono diferenciado.

## 4.5. Garantía de calidad

El Contratista está obligado a proveer los medios necesarios, tanto humanos como técnicos, para llevar a cabo el Control de Calidad de las distintas unidades de obra y sus medios de ejecución (autocontrol).

Para ello elaborará un "Plan de Control de Calidad" que someterá a la aprobación de la Dirección de Obra, Plan que deberá tener en cuenta las directrices contenidas en el "Manual de Garantía de Calidad" del Consorcio de Aguas para obras de saneamiento.

El Plan de Control de Calidad contendrá los correspondientes programas de puntos de inspección (PPI) y el esquema organizativo que el Contratista propone para efectuar las actividades correspondientes al Control de Calidad.

Los costes de Garantía de Calidad de los trabajos están incluidos en los precios unitarios de las unidades de obra que los integran, siempre que no sobrepasen un 1,5% del Presupuesto de Ejecución por contrata de la obra.

### 4.6. Responsabilidad y seguros

El Contratista es responsable ante la Propiedad y ante terceros de los riesgos inherentes a la ejecución de las obras.

Para cubrir dichos riesgos, el Contratista vendrá obligado a suscribir una Póliza de Seguro, a todo riesgo, de Construcción, en la forma que determine la Propiedad en el Pliego de Cláusulas de la Licitación.

### 4.7. Protección medioambiental

Durante la ejecución de los trabajos el Contratista está obligado a cumplir con la legislación vigente en materia de Protección Medioambiental. En este sentido, estará obligado a presentar un Plan de Vigilancia Ambiental, en el cual se establecerán las medidas y/o actuaciones específicas para cumplir las exigencias definidas en el mismo.

Para ello dispondrá los medios técnicos necesarios durante la ejecución de las obras y limitará determinadas actividades para dar cumplimiento a lo que establezca la normativa aplicable.

En concreto se cumplirá la "Ley 3/1998, del 27 de Febrero, General de Protección del Medio Ambiente del País Vasco " y las "Normas Técnicas de Aplicación a las Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas en Suelo Urbano Residencia" (Decreto 171/1985 de 11 de Junio) del Departamento de Política Territorial.

### 4.8. Seguridad y salud

Durante la Ejecución de las obras el Contratista está obligado a cumplir con la legislación vigente en materia de Seguridad y Salud.

Dadas las características de las obras que se definen en este proyecto y conforme a la reglamentación establecida se ha redactado el Estudio (Básico) de Seguridad y Salud, en el que se recogen los riesgos laborales previsibles, así como las medidas preventivas a adoptar.

Para ello el Contratista dispondrá de todos los medios técnicos necesarios durante la ejecución de las obras para dar cumplimiento a lo establecido de acuerdo con el Plan de Seguridad y Salud que deberá presentar para su aprobación por la Propiedad con anterioridad al inicio de las obras.

En cuanto al abono de estos trabajos se incluyen en el presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud y en el Presupuesto General del Proyecto.

Bilbao, agosto de 2023

POR TYPSA

LA INGENIERA AUTORA DEL PROYECTO

TYPSA

Firmado digitalmente por DE MIGUEL ESPINA LEIRE - 16063596M

Fdo.: Leire de Miguel Espina

EL INGENIERO TÉCNICO DIRECTOR DEL PROYECTO

DAVID DIEZ LOPEZ

Firmado digitalmente por DAVID DIEZ LOPEZ
Fecha: 2024.02.28 14:04:15 +01'00'

Fdo.: David Díez López