

Proyecto actualizado del Tanque
de Tormentas de Galindo. Tramo:
Beurko - Zuazo.

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES
TÉCNICAS PARTICULARES**

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES.....	1
1.1 Objeto del Pliego	1
1.2 Descripción de las obras.....	1
1.3 Orden de prelación de documentos	2
1.4 Relaciones con terceros.....	2
1.5 Repercusiones sobre la red viaria.....	2
1.6 Servicios afectados.....	2
1.7 Vertederos.....	3
1.8 Carteles y anuncios	3
1.8.1 Inscripciones en las Obras	3
2. ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	4
2.1 Materiales de obra civil.....	4
2.1.1 Hormigones	4
2.1.2 Barras corrugadas para hormigón armado	4
2.1.3 Mallas electrosoldadas	4
2.1.4 Acero en perfiles laminados	4
2.1.5 Acero inoxidable.....	5
2.1.6 Juntas de estanqueidad para revestimientos de hormigón	5
2.1.7 Tuberías de hormigón en masa o armado	6
2.1.7.1 Condiciones Generales	6
2.1.7.2 Características de los Materiales	6
2.1.7.3 Características Geométricas y Tolerancias.....	9
2.1.7.4 Control de Calidad	12
2.1.8 Tubos de hormigón armado para colocar con empujador	16
2.1.9 Tubos y piezas de fundición dúctil para saneamiento	17
2.1.9.1 Tubos.....	17
2.1.9.2 Piezas especiales	19
2.1.9.3 Sistemas de unión	20
2.1.10 Tuberías de PEAD de pared compacta	21
2.1.10.1 Características generales.....	21
2.1.10.2 Control de calidad.....	22
2.1.11 Tuberías de PVC para saneamiento.....	22
2.1.12 Accesorios	22
2.1.13 Elementos metálicos	23
2.1.13.1 Cadenas de Seguridad.....	23
2.1.13.2 Pasamanos y barandillas	24
2.1.13.3 Escaleras.....	24
2.1.13.4 Registros de fundición	24

2.1.14	Otras tuberías	24
2.1.14.1	Tuberías de acero electrosoldado.....	24
2.1.14.2	Tuberías de acero estirado.....	25
2.2	Normas y especificaciones de equipos mecánicos.....	26
2.2.1	Condiciones generales	26
2.2.1.1	Generalidades	26
2.2.1.2	Normas y códigos aplicables	26
2.2.1.3	Materiales y/o equipos suministrados por el contratista	27
2.2.2	Válvulas de compuerta/guillotina	27
2.2.2.1	Tipo	27
2.2.2.2	Materiales	27
2.2.2.3	Características dimensionales	29
2.2.2.4	Características funcionales.....	29
2.2.3	Abrazaderas y soportes	29
2.2.3.1	Definición	29
2.2.3.2	Condiciones generales.....	29
2.2.3.3	Características del montaje.....	30
2.2.4	Protección de superficies	30
2.2.4.1	Finalidad	30
2.2.4.2	Materiales	30
2.3	Restauración ambiental	31
2.3.1	Medidas protectoras de la contaminación atmosférica durante las obras	31
2.3.1.1	Definición	31
2.3.1.2	Ejecución	31
2.3.2	Jalonamiento temporal de protección	31
2.3.2.1	Definición	31
2.3.2.2	Materiales básicos	32
2.3.2.3	Ejecución de las obras.....	32
2.3.2.4	Control de calidad	32
2.3.3	Protección del sistema hidrológico y de la calidad de las aguas	33
2.3.3.1	Sistema de tratamiento de efluentes de túneles	33
2.3.3.2	Sistema de tratamiento de efluentes de la excavación de la obra de derivación	33
2.3.4	Integración paisajística.....	34
2.3.4.1	Suministro y extendido de tierra vegetal	34
2.3.4.2	Siembras.....	37
2.3.4.3	Ejecución de las plantaciones.....	39
2.3.5	Seguimiento y vigilancia ambiental	50
2.3.5.1	Consideraciones generales.....	50
2.3.5.2	Ejecución de las obras.....	51
2.3.6	Medidas de protección de los suelos	53
2.3.6.1	Lavadero de ruedas	53

2.3.6.2	Punto limpio de residuos peligrosos	54
2.3.6.3	Punto señalizado para la limpieza de hormigoneras.....	57
2.3.6.4	Lavadero de maquinaria y vehículos.....	57
2.4	Gestión de residuos	59
2.4.1	Plan de gestión de residuos	59
2.4.1.1	Objetivo	59
2.4.1.2	Descripción de la medida.....	59
2.4.2	Segregación de residuos	62
2.4.3	Segregación de residuos peligrosos	63
2.4.4	Residuos de construcción y demolición	64
2.4.5	Residuos de tierras sin características de tierra vegetal no contaminada.....	64
2.4.6	Residuos sólidos urbanos.....	65
2.4.7	Limpieza final de la obra	65
3.	EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS	66
3.1	Hormigones	66
3.2	Excavaciones a cielo abierto	66
3.3	Sostenimiento de excavaciones a cielo abierto.....	66
3.3.1	Conceptos generales.....	66
3.3.2	Sistemas de Sostenimiento.....	66
3.3.2.1	Bulonado	66
3.3.2.2	Anclaje monobarra	77
3.3.2.3	Anclaje de cables.....	91
3.4	Instalación de tuberías.....	100
3.4.1	Generalidades	100
3.4.2	Conceptos de abono	100
3.4.3	Tuberías de PEAD.....	101
3.4.3.1	Instalación de tubería	101
3.5	Servicios afectados.....	102
3.5.1	Consideraciones Generales	102
3.5.2	Normas de ejecución	103
3.5.3	Reposición de infraestructuras afectadas	103
3.5.3.1	Reposición en la red de agua potable	103
3.5.3.2	Reposición en la red de saneamiento	106
3.5.3.3	Reposición de la obra civil de alumbrado y semaforización	106
3.5.3.4	Reposición de canalización telefónica, telégrafos y fibra óptica	107
3.5.3.5	Reposición de canalización de energía eléctrica	108
3.5.3.6	Reposición de canalización de gas.....	108
3.5.4	Medición y abono	116
3.6	Apeos y cimbras	116
3.6.1	Definición y alcance	116
3.6.2	Ejecución de las obras	117

3.6.2.1	Apuntalamientos y cimbrados. Instalación.	117
3.6.2.2	Retirada de apeos y cimbras.	117
3.6.3	Control de calidad.	118
3.6.4	Medición y abono.	118
3.7	Pantallas de hormigón armado	119
3.7.1	Condiciones generales.	119
3.7.2	Medición y abono.	119
3.8	Cierres y vallas	120
3.8.1	Retirada y reposición de cierres de fincas.	120
3.8.2	Colocación de verjas o cierres	120
3.8.3	Medición y abono.	120
3.9	Mobiliario urbano	120
3.9.1	Definición	120
3.9.2	Colocación	120
3.9.3	Medición y abono.	120
3.10	Carga, transporte y canon de vertido de productos procedentes de excavación y/o demolición	121
3.10.1	Definición y clasificación	121
3.10.2	Ejecución.	121
3.10.3	Medición y abono.	121
3.11	Tuberías instaladas con empujador	122
3.11.1	Conceptos de abono.	122
3.11.1.1	Transporte a obra, implantación, desmontaje y retirada posterior.	122
3.11.1.2	Perforación horizontal con empleo de microtuneladora con escudo ciego.	123
3.11.1.3	Tubería para hinca.	124
3.11.1.4	Estaciones intermedias de empuje.	124
3.12	Perforación horizontal dirigida	124
3.12.1	Definición	124
3.12.2	Ejecución.	124
3.12.3	Medición y abono.	125
3.13	Obras subterráneas	125
3.13.1	Definición	125
3.13.2	Excavaciones subterráneas	125
3.13.2.1	Conceptos Generales	125
3.13.2.2	Excavación por Medios Mecánicos.	126
3.13.2.3	Excavación por Medios Convencionales	127
3.13.2.4	Saneos.	128
3.13.2.5	Longitud de avance	128
3.13.2.6	Excesos o defectos en la excavación	128
3.13.2.7	Tolerancias.	129

3.13.2.8	Medición y abono de excavaciones subterráneas.....	129
3.13.3	Sostenimiento en excavaciones subterráneas.....	131
3.13.3.1	Conceptos generales.....	131
3.13.3.2	Sistemas de Sostenimiento	131
3.13.4	Revestimiento de obras subterráneas.....	143
3.13.4.1	Definición	143
3.13.4.2	Encofrado	143
3.13.4.3	Ejecución.....	145
3.13.4.4	Tratamiento de juntas.....	146
3.13.4.5	Contrabóvedas, losas, muros de arranque y zapatas	146
3.13.4.6	Armaduras.....	146
3.13.4.7	Control de calidad.....	147
3.13.4.8	Medición y abono.....	148
3.13.5	Impermeabilización de obras subterráneas	149
3.13.5.1	Definición	149
3.13.5.2	Láminas plásticas	149
3.13.5.3	Geotextil de protección.....	150
3.13.5.4	Inyecciones de impermeabilización	151
3.13.6	Desprendimientos en obras subterráneas	152
3.13.6.1	Definición	152
3.13.6.2	Medición y Abono	152
3.13.7	Ventilación e iluminación en túneles	153
3.13.8	Control y auscultación del túnel.....	153
3.13.8.1	Definición	153
3.13.8.2	Ejecución.....	154
3.13.8.3	Medición y abono.....	158
3.13.9	Perforaciones y sondeos mecánicos	159
3.13.9.1	Perforaciones para drenaje	159
3.13.9.2	Prospección mecánica para reconocimiento del frente de la excavación en túneles	159
3.13.10	Tratamientos especiales del terreno en túneles	160
3.13.10.1	Definición	160
3.13.10.2	Ejecución.....	161
3.13.10.3	Medición y abono.....	164
3.14	Agotamiento y depuración de aguas en excavaciones	164
3.14.1	Ejecución	164
3.14.2	Condiciones de vertido	165
3.14.3	Medición y abono	165
3.15	Control del ruido y vibraciones	166
3.15.1	Generalidades.....	166
3.15.2	Ruidos	166
3.16	Restauración Ambiental	167

3.16.1	Medidas protectoras de la contaminación atmosférica durante las obras	167
3.16.1.1	Medición y abono	167
3.16.2	Jalonamiento temporal de protección	167
3.16.2.1	Medición y abono	167
3.16.3	Integración paisajística.....	167
3.16.3.1	Suministro y extendido de tierra vegetal	167
3.16.3.2	Siembras.....	167
3.16.3.3	Ejecución de plantaciones.....	168
3.16.4	Seguimiento y vigilancia ambiental	168
3.16.4.1	Medición y abono	168
3.16.5	Medidas de protección de los suelos	168
3.16.5.1	Lavadero de ruedas	168
3.16.5.2	Punto limpio de residuos peligrosos	169
3.16.5.3	Punto señalizado para la limpieza de hormigoneras	169
3.16.5.4	Lavadero de maquinaria y vehículos	169
3.17	Gestión de residuos	169
3.17.1	Clasificación y recogida selectiva (Punto Limpio).....	169
3.17.2	Retirada, carga y transporte por gestor autorizado de residuos de hormigón.....	170
3.17.3	Retirada, carga y transporte por gestor autorizado de residuos de RCD's	170
3.17.4	Retirada, carga y transporte por gestor autorizado de residuos cerámicos...	171
3.17.5	Retirada, carga y transporte por gestor autorizado vertido de residuos vidrio	171
3.17.6	Retirada y transporte por gestor autorizado de residuos bituminosos mezclados.....	172
3.17.7	Retirada, carga y transporte por gestor autorizado de residuos papel y cartón	172
3.17.8	Retirada, carga y transporte por gestor autorizado de residuos plásticos de envases compuestos	173
3.17.9	Retirada, carga y transporte por gestor autorizado de residuos asimilables a urbanos.....	173
3.17.10	Retirada y transporte de residuos peligrosos de envases.	174
3.17.11	Retirada y transporte de residuos peligrosos de absorbentes contaminados. .	174
3.17.12	Retirada y transporte de residuos peligrosos.	175
3.17.13	Prueba de equipos electromecánicos	175
3.18	Partidas alzadas.....	176
4.	OTRAS DISPOSICIONES	177
4.1	Legislación.....	177
4.2	Orden de ejecución de las obras	177
4.3	Personal técnico del contratista.....	177
4.4	Vigilancia de las obras	177
4.5	Garantía de calidad	177
4.6	Responsabilidad y seguros.....	178
4.7	Seguridad y salud	178

1. 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 actualizado del Tanque de Tormentas de Galindo. Tramo: Beurko – Zuazo.**

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

Las obras estudiadas comprenden la definición de **Proyecto actualizado del Tanque de Tormentas de Galindo. Tramo Beurko – Zuazo.**

El propósito del tanque de tormentas para la EDAR de Galindo es permitir recoger y almacenar para su posterior tratamiento los caudales que en situaciones temporales excedan la capacidad máxima de tratamiento de la EDAR.

La instalación completa se descompone en los siguientes elementos:

- La **obra de derivación** que es la estructura que permite derivar los caudales desde el interceptor G1 hasta el túnel de almacenamiento.
- El **túnel de almacenamiento** que incluye el túnel propiamente dicho, el cuenco receptor ubicado al final de la sección caverna, el tramo en hinca de conexión de la estación de bombeo y la chimenea de ventilación.
- La **estación de bombeo** mediante la que se vaciará el túnel de almacenamiento y permitirá incorporar las aguas al tratamiento.
- Las **actuaciones a realizar en Galindo** entre las que se encuentran la ejecución de las impulsiones para la incorporación de los vertidos a tratamiento, las conducciones eléctricas y de agua de limpieza del túnel, la reposición de la tubería de abastecimiento a la ACB, la reposición de la conducción de abastecimiento a la EDAR y la construcción de la nueva estructura de incorporación al anillo.
- La **obra de acceso** al túnel que será la entrada tanto en situación definitiva como durante la ejecución de la obra.
- Las **obras complementarias** entre las que se incluye la modificación a realizar en el aliviadero de Zuazo y la conexión de estos vertidos al túnel de almacenamiento mediante un tramo en hinca.

La división de la construcción en dos tramos (EDAR Galindo – Beurko y Beurko – Zuazo) se ha realizado tomando como punto de división el final del túnel de almacenamiento y el inicio del tramo en hinca (sentido aguas arriba hacia aguas abajo). Por tanto, los elementos incluidos en el presente tramo son los siguientes:

- La **obra de derivación**
- El **túnel de almacenamiento**
- La **obra de acceso.**
- Las **obras complementarias.**

En cada uno de los elementos se ha previsto la instalación de aquellos equipos electromecánicos que deben ser colocados antes de la finalización de la ejecución de la obra civil.

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 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 a 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.

Bajo ningún supuesto podrá el Contratista efectuar reclamación alguna basada 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, siendo la relación de vertederos indicada en el presente proyecto orientativa y no vinculante. 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 las mismas, 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 m 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 frío 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 m 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. ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

2.1 Materiales de obra civil

2.1.1 Hormigones

La condición de impermeabilidad al agua del hormigón estará asegurada por el cumplimiento en el ensayo de penetración de agua, de los siguientes resultados:

- Profundidad máxima de penetración ≤ 50 mm.
- Profundidad media de penetración ≤ 30 mm.

Para satisfacer la condición de consistencia del hormigón a colocar en obra, o incluso mejorar la docilidad del mismo, podrán utilizarse aditivos que cumplan las especificaciones del Pliego y sean previamente aprobados por la Dirección de Obra.

El tipo de cemento a utilizar para los hormigones expuestos a los ambientes IIIa, IIIc y Qc definidos en la Instrucción EHE será el:

CEM III / A 42,5 / SR

2.1.2 Barras corrugadas para hormigón armado

Las barras de acero a utilizar en armaduras pasivas serán B400S, B500S, B400SD Y B500SD.

En todo caso serán materiales con certificación de calidad, realizándose los ensayos prescritos en la instrucción EHE.

2.1.3 Mallas electrosoldadas

Las mallas electrosoldadas cumplirán lo establecido en la instrucción EHE.

2.1.4 Acero en perfiles laminados

El acero laminado será del tipo S-275 JR o de calidad semejante siempre que sus características mecánicas estén dentro de las especificaciones siguientes:

- Carga de rotura
Comprendida entre cuarenta y dos (42) y cincuenta (50) kilogramos por milímetro cuadrado.
- Límite de fluencia
- Superior a veinticinco (25) kilogramos por milímetro cuadrado.
- Alargamiento mínimo de rotura
Veintitrés por ciento (23%).
Resistencia mínima
Dos con ocho (2,8) kilogramos por metro, a más de veinte grados centígrados (20 °C).

Los contenidos máximos en azufre y fósforo, serán inferiores a seis (6) diezmilésimas y su contenido en carbono, inferior a veinticinco (25) diezmilésimas.

Las condiciones de plegado serán las establecidas en la norma MV - 102.

Los electrodos a utilizar para la soldadura, serán de cualquiera de los tipos de calidad estructural definidos en la norma UNE-14003. La clase, marca y diámetro a emplear, serán propuestos por el Contratista a la Dirección de la Obra, antes de su uso, para su aprobación.

2.1.5 Acero inoxidable

Los aceros inoxidables tendrán un contenido mínimo para su alta resistencia a la corrosión de:

- Cromo = 18%
- Níquel = 8%
- Molibdeno = 2%

Los tipos a emplear, de acuerdo con la nomenclatura de las normas AISI, serán el 316 o el 316 L. El acabado de su superficie será de acuerdo con la norma DIN 17.440 tipo III-d o las normas AISI tipo BA. No se permitirá en obra civil el empleo de cualquier otro tipo de acero inoxidable.

Asimismo, presentará las siguientes características mecánicas:

AISI 316

- Límite elástico para remanente 0,2%: 22 kg/mm²
- Resistencia rotura: 50/70 kg/mm²
- Alargamiento mínimo: 35%
- Módulo de elasticidad: 20.300 kg/mm²

Los electrodos empleados para la soldadura cumplirán las especificaciones de las normas ASTM o la AWS, y los operarios que realicen estas soldaduras deberán estar homologados por el Instituto Nacional de Soldadura.

El Contratista requerirá de los suministradores las correspondientes certificaciones de composición química y característica mecánicas y controlará la calidad del acero inoxidable para que el material suministrado se ajuste a lo indicado en este apartado del presente Pliego y en la Normativa Vigente.

2.1.6 Juntas de estanqueidad para revestimientos de hormigón

Estarán constituidas por perfil termoplástico de PVC fabricado por extrusión y dispondrán de lóbulo central hueco y nervaduras laterales así como taladros que permitan su adecuada fijación y posicionado en obra.

El material cumplirá las especificaciones siguientes:

- Contenido en sólidos 100%
- Resistencia mínima a tracción 135 kg/cm²
- Alargamiento mínimo en rotura 250%
- Punto de ablandamiento (según B.S.) 42° á 52°
- Dureza Shore "A" mínima 70

La junta admitirá sin daños las deformaciones mínimas siguientes:

- En tracción 10 mm.
- A cizalladura 20 mm.

2.1.7 Tuberías de hormigón en masa o armado

2.1.7.1 Condiciones Generales

Serán las definidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

2.1.7.2 Características de los Materiales

Cemento

Salvo indicación en contra se empleará alguno de los siguientes tipos de cemento:

- CEM I/SR MR
- CEM II/ A-D SR MR
- CEM III/A-42,5 - SR MR

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

En los documentos de origen figurarán el tipo, clase y categoría a que pertenece el cemento, así como la garantía.

La Dirección de Obra podrá autorizar otro tipo de cemento a propuesta del fabricante, siempre que se demuestre su idoneidad mediante los ensayos y pruebas que se consideren oportunos.

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

El almacenamiento cumplirá lo exigido en la Norma EHE.

Agua

Se empleará agua limpia y libre de materias nocivas, tanto en suspensión como en disolución.

Se exigirán las condiciones de la Instrucción EHE.

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

Áridos

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

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

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

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

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

El contenido de finos (fracción que pasa por el tamiz 0,063 serie UNE) en el árido fino no podrá superar el 3% en peso, pudiendo admitirse hasta un 5% si no son arcillosos.

El contenido de sulfatos en los áridos expresados en SO₃ se limitará al 0,4% del peso total del árido.

Aditivos en el hormigón

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

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

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

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

Acero en las armaduras

- Características del Acero

Se empleará acero B-500-S, B-400-SD Y B-500-SD, de límite elástico no menor de 400 N/mm².

El acero estará homologado en cuanto a adherencia y resistencia a la tracción de acuerdo con la norma EHE.

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

- Armaduras

La armadura principal podrá ser mediante cercos debidamente soldados o en forma de hélice. Deberá ser armadura circular, no admitiéndose la elíptica.

La armadura longitudinal estará soldada a la transversal en los puntos de contacto, e irá colocada a intervalos regulares. Tendrán una cuantía mínima de veinte (20%) por ciento de la principal.

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

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

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

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

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

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

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

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

La última espira deberá ser paralela al borde del tubo, y no irá separada más de 25 mm. de aquél.

Hormigón

- Características

Dado que las tuberías conducirán aguas residuales la tipificación según la Instrucción EHE, será HA-35/S/20/Qc.

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

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

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

La resistencia característica del hormigón será la definida en proyecto para los distintos elementos y no podrá ser nunca menor de 30 N/mm^2 .

La alcalinidad del hormigón será como mínimo 0,85. Se define la alcalinidad de un material como la cantidad de ácido que una masa de ese material puede neutralizar, comparada con la capacidad neutralizante del CO_3Ca frente a ese ácido.

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

- Colocación y desmoldeo

Se aplicará con carácter general la Instrucción EHE.

Los tubos se fabricarán por centrifugación, moldeo u otro procedimiento sancionado por la experiencia y admitido por la Dirección de Obra.

En los tubos moldeados con encofrado exterior y/o interior, el hormigón se compactará mediante vibradores externos de alta frecuencia (9.000 ciclos/seg.).

En los tubos centrifugados se someterá al hormigón a un esfuerzo de centrifugación mínimo de 20 g. sobre un encofrado metálico.

Se procederá al desmoldeo de los tubos cuando el hormigón haya adquirido una resistencia de 15 N/mm^2 como mínimo.

Cuando se utilicen cementos con un contenido de aluminato tricálcico menor del cinco por ciento (AC_3 5%) se mantendrá el tubo en el molde durante 16 horas como mínimo.

- Curado

La duración de curado se establecerá en función del tipo, clase, categoría y dosificación del cemento, temperatura ambiente, etc., y será determinado mediante las pruebas realizadas con no menos de cinco (05) probetas cilíndricas curadas en las mismas condiciones de los tubos, hasta que alcancen una resistencia media superior a la característica.

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

- El incremento de temperatura será tal que no superará a la del ambiente en más de 22°C durante la primera hora.
- No se superará la temperatura del ambiente en más de 37°C durante la segunda hora.
- En ningún momento se superará la temperatura ambiente en más de 66°C
- La temperatura final estará comprendida entre 60°C y 80°C .
- El tiempo de curado del vapor estará comprendido entre 4 y 8 horas.
- El proceso de curado deberá ser aprobado por la Dirección de Obra y no podrá ser modificado sin su autorización escrita.

- Entrega de los tubos

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

Juntas de Goma

- Condiciones Generales

Las juntas de goma cumplirán las especificaciones de la Norma UNE-EN 681-1 y las contenidas en el presente Pliego.

- Materiales

El elastómero para la fabricación de los aros de goma de las juntas contendrá al menos un 75 por 100 de caucho natural.

En la composición final de la goma existirán las siguientes limitaciones:

- Contenido en cenizas (óxido de zinc y carbonato cálcico) inferior al 10 por 100
- Azufre libre inferior al 2 por 100
- Extracto acetónico inferior al 6 por 100
- Extractos clorofórmico y de potasa alcalina inferiores al 2 por 100
- Exenta de cobre, antimonio, mercurio, manganeso, plomo y óxidos metálicos (excepción del de zinc) y otras sustancias que puedan ser perjudiciales.
- Características Físicas y Mecánicas de las gomas
 - Selección de dureza nominal

Si el aro elastomérico va a estar en contacto con paramentos de hormigón la Clase de dureza será 40 IRHD.

Si el aro elastomérico va a estar en contacto con un paramento de acero, la Clase de dureza será de 60 IRHD.
 - Propiedades físicas y mecánicas:

Cumplirán los requisitos establecidos en la Tabla 2 de la norma EN-681-1-1996 según el tipo de dureza seleccionado.

2.1.7.3 Características Geométricas y Tolerancias

Las características geométricas y las tolerancias, en lo referente a diámetro interior y exterior, espesor y longitud del tubo, desviación respecto de la alineación recta, perpendicularidad de los bordes y superficie interna se definen por las condiciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

Juntas

- Diseño

El fabricante propondrá un diseño de junta totalmente detallado incluyendo:

- Dimensiones y formas de los extremos de los tubos
- Forma, dimensiones y dureza de los aros de goma

La junta podrá ser de enchufe y campana, o a media madera

- Características generales

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

- El diseño de la junta será tal que resista las fuerzas provocadas por la compresión de la goma una vez montada sin que aparezcan grietas o fracturas durante los ensayos oportunos.
- La goma será el único elemento del que depende la flexibilidad y estanqueidad de la junta. La goma será un anillo continuo que se colocará cómodamente en el espacio anular entre las superficies de solape de la junta, para conseguir un sellado flexible y estanco.
- El diseño de la junta proporcionará, una vez montada según las instrucciones del fabricante, una estanqueidad total dentro del rango correspondiente de giro admisible, desplazamiento longitudinal y esfuerzo cortante actuando sobre ella.

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

DIAMETRO NOMINAL (mm.)	DEFLEXION ANGULAR MÍNIMA	DESPLAZAMIENTO RECTO MÍNIMO (mm.)
300-600	2°	20
700-1.200	1°	20
1.200-1.600	0,5°	20
1.800 o mayor	LO ESTABLECERA EL FABRICANTE	

- Dimensiones y juntas

- Junta de tubería bajo el nivel freático

Dimensiones:

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

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

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

Cuando entra en contacto la cara interior de la campana con la exterior del enchufe se deberá cumplir lo siguiente:

- Si el volumen de la goma es menor que el 75% del espacio anular en el punto de contacto, la deformación no será mayor del 40% ni menor que el 15% en ningún punto.
- Si el volumen de la goma es mayor que el 75% del volumen del espacio anular, la deformación de la goma, en las condiciones anteriores, no será mayor del 50% ni menor del 15%.

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

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

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

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

siendo:

Dd = Diámetro deformado

Di= Diámetro inicial del diseño

x= Tanto por ciento de deformación de la goma en diseño, dividido por 100

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

Tolerancias:

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

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

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

- Juntas de tubería sobre el nivel freático

Dimensiones

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

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

El ángulo de adelgazamiento de las superficies cónicas de la cara anterior de la campana (tubos Machiembrados) y de la superficie exterior del enchufe o espiga en las que se apoyo la goma no será mayor de 3,5º medidos respecto al eje del tubo; ángulos mayores se pueden utilizar siempre que se satisfagan las pruebas oportunas y sean aprobados por la Dirección de Obra.

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

Tolerancias

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

2.1.7.4 Control de Calidad

2.1.7.4.1 Bases de aceptación de los tubos

Para garantizar que los tubos colocados en obra responden a las características especificadas en el Proyecto, se procederá a un control de calidad que contemplará los siguientes aspectos:

- Control sobre los materiales empleados del hormigón
- Ensayo de flexión transversal
- Comprobación del recubrimiento de las armaduras
- Ensayo de absorción
- Ensayo hidrostático
- Control de la rugosidad de los tubos
- Inspección de los tubos en proceso de fabricación
- Inspección de los tubos acabados
- Control sobre la estanqueidad de las juntas

Los tubos y juntas deberán cumplir las especificaciones correspondientes a los puntos anteriores y que se detallan más adelante, para ser aceptados por la Dirección de Obra.

Cualquier especificación insatisfecha por una serie de tubos y que haga suponer la existencia de un fallo sistemático en el proceso de fabricación, invalidará todo el lote al que pertenezcan aquellos y será rechazado por la Dirección de Obra.

2.1.7.4.2 Control sobre los materiales empleados en la fabricación de los tubos

- Cemento

Podrán excluirse los ensayos de acuerdo con lo establecido en la Instrucción para la Recepción de Cementos y la EHE, si así lo decidiera la Dirección de Obra.

Ensayos previos

Antes de comenzar la fabricación de los tubos se realizará un ensayo de resistencia a flexotracción y compresión, pérdida al fuego, residuo insoluble, finura de molido y principio y fin de fraguado.

Cuando se utilice cemento puzolánico se realizará un ensayo de puzolanicidad.

Ensayos Sistemáticos

Se realizarán una vez al mes o como mínimo cada 100 t. de cemento recibido en fábrica los ensayos detallados en el punto anterior.

La Dirección de Obra podrá ordenar la realización de ensayos adicionales si lo estima conveniente.

Todos los ensayos se realizarán según los métodos especificados en el Pliego de Prescripciones Técnicas para la Recepción de Cementos.

- Aguas

Cuando se posean antecedentes de su utilización el Director de Obra podrá eximir la realización de los ensayos citados a continuación, de acuerdo con la Instrucción EHE.

Ensayos previos

Antes de comenzar la fabricación de los tubos se realizarán los siguientes ensayos:

- Contenido de Cloro (CI-) (UNE 7178)
- Contenido de sales disueltas

Ensayos sistemáticos

Se realizará una vez a la semana el ensayo de contenido del Cloro (CI-), pudiendo este plazo aumentarse según las fuentes de suministro.

Se realizará una vez al mes el ensayo de contenido de sales disueltas.

- Áridos

En caso de disponer de un certificado de idoneidad emitido antes de un año de la fecha de empleo por laboratorio acreditado oficialmente, el Director de Obra, de acuerdo con la EHE, podrá eximir la realización de ensayos.

Ensayos previos

Antes de comenzar la fabricación se realizarán los siguientes ensayos:

- Los señalados en la instrucción EHE, artículo 28
- Tamaño máximo de árido
- Granulometría

Ensayos sistemáticos

Se realizarán una vez al mes los ensayos señalados anteriormente.

Asimismo, se realizarán esos ensayos siempre que se reciba una nueva remesa de árido o cuando lo ordene la Dirección de Obra.

- Aditivos

Ensayos previos

Se realizarán según la Instrucción EHE, Artículo 81.

Ensayos sistemáticos

Durante la fabricación de los tubos se comprobará que el tipo y marca del aditivo utilizado corresponde a los aceptados previamente, según el párrafo anterior.

- Acero

El acero se someterá a un Control a NIVEL NORMAL, realizando los ensayos que especifica la Instrucción EHE (Artículo 90), reduciendo a un 50% la intensidad de muestreo.

Cada 50 t. se realizará una determinación del contenido de carbono equivalente para comprobación de aptitud para soldeo.

Estos ensayos se realizarán también si cambia el suministrador del acero.

- Armaduras

En una de cada diez jaulas de armaduras fabricadas se realizarán las siguientes comprobaciones:

- Separación de espiras
- Cuantía de la armadura principal y longitudinal

- Redondez de las espiras
- Estado de solapes o soldaduras
- Colocación de separadores
- Refuerzo de los extremos y separación de la última espira al borde

- Criterios de aceptación

En lo referente al control de cemento, agua, áridos, aditivos y acero se adoptarán los criterios de la Instrucción EHE.

En lo referente al control de las armaduras no se aceptarán aquellas jaulas que incumplan cualquiera de los tres primeros puntos señalados en el apartado anterior. Con fallos en los otros conceptos podrán ser utilizadas previa reparación.

- Abono de los ensayos

Tanto los ensayos previos como los sistemáticos realizados con la frecuencia señalada, serán de cuenta del Fabricante y no serán de abono.

Únicamente aquellos ensayos adicionales que ordene la Dirección de Obra serán de abono cuando los resultados sean satisfactorios, no siéndolo en caso contrario.

2.1.7.4.3 Control de la resistencia a compresión del hormigón

- Ensayos previos

Se realizarán estos ensayos antes de iniciar el proceso de fabricación para comprobar que la dosificación, granulometría, método de curado, etc., utilizados en cada tipo de hormigón, producen los resultados esperados. Para su realización se aplicará el Artículo 86 de la Instrucción EHE. Durante el proceso de fabricación deberá llevarse a cabo estos ensayos cuando se introduzca alguna modificación en el mismo.

- Control mediante rotura de probetas cilíndricas a compresión

Nivel de Control

La resistencia a compresión del hormigón utilizado en la fabricación de los tubos se controlará de acuerdo con la Instrucción EHE, mediante control estadístico.

Una vez al día y no menos de seis (06) en 100 m³, se obtendrán muestras de otras tantas amasadas, confeccionando seis (06) probetas cilíndricas de cada muestra como las definidas en el Artículo 30.3. de la Instrucción EHE y se procederá a la rotura a los 7 y 28 días.

La resistencia característica estimada se obtiene según el Artículo 88.4 de la Instrucción EHE.

Criterios de aceptación

Los tubos elaborados con el hormigón sometido a control se aceptarán si:

$$f_{est} > 0,90 \times f_{ck}$$

No más de dos (02) probetas podrán tener menor resistencia que la característica.

Ninguna de las probetas tendrá una resistencia inferior al 80% de la característica.

Si no se cumple alguna de las condiciones anteriores se someterán a ensayo de tres aristas hasta fisuración de 0,25 mm. un (01) tubo de cada una de las amasadas que componen la parte controlada, aceptándose todo el lote si el tubo ensayado supera la prueba.

Todos los ensayos, tanto los de rotura de probetas, como los de aplastamiento de resistencia, como

- Control mediante rotura de testigos obtenidos de la pared del tubo

Objeto del ensayo y método empleado

Al igual que el control anterior, tiene por objeto comprobar que la resistencia del hormigón coincide o supera a la de diseño.

Se extraerá un cilindro de la pared del tubo siguiendo las especificaciones señaladas en la Norma ASTM C-497 (Artículo 6).

Selección de la muestra

Se realizará una prueba de resistencia con cilindros extraídos de la pared del tubo en el uno por ciento (1%) de los tubos fabricados.

Criterios de aceptación

La resistencia alcanzada por cada uno de los cilindros probados deberá ser mayor que la resistencia característica especificada.

Si un testigo no supera la prueba se extraerá una nueva probeta del mismo tubo. Si no alcanza la resistencia especificada se rechazará el tubo. El fabricante deberá realizar pruebas sobre muestras de otros dos tubos para conseguir la aceptación del lote.

- Otros ensayos del hormigón

Se realizarán ensayos de consistencia en cada uno de los turnos de trabajo.

Se realizarán ensayos de determinación del contenido de ión CI- una vez al mes, y siempre que se reciba en planta una nueva remesa de alguno de los elementos que entran a formar parte del hormigón.

2.1.7.4.4 Otros ensayos

Se realizarán los siguientes ensayos y comprobaciones siguiendo los criterios definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales:

- Ensayos de flexión transversal
- Ensayos hidrostáticos
- Comprobación del recubrimiento de las armaduras.
- Ensayos de absorción
- Control de rugosidad de los tubos.
- Inspección de tubos en el proceso de fabricación.
- Inspección de los tubos acabados

2.1.7.4.5 Control de fabricación de las juntas

Será de aplicación la Norma UNE-EN-681-1

- Características de los materiales

Ensayos

Se deberán recibir en fábrica certificados de que cada una de las coladas a las que pertenecen las gomas utilizadas reúne las características señaladas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales y/o Particulares, y en la citada norma.

Se realizará un ensayo de comprobación de características, por un laboratorio independiente, antes de colocar ningún tubo en obra.

Durante el suministro se realizarán ensayos cada cincuenta (50) unidades recibidas en fábrica.

Criterios de aceptación

Se aceptarán las gomas que cumplan los requisitos señalados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, y/o Particulares, y en la citada norma.

Si no se supera el ensayo se deberá realizar otro por cada una de las coladas que componen el lote de 50. Se aceptarán aquéllas pertenecientes a las coladas que superen la prueba, rechazándose el resto.

- Diseño

Ensayos

Se realizarán dos (02) ensayos de comprobación de dimensiones y elasticidad antes de colocar ningún tubo en obra.

Durante el suministro de gomas, se realizará un (01) ensayo de cada cincuenta (50) unidades recibidas en fábrica.

Criterios de aceptación

Se aceptará el lote de cincuenta (50) unidades cuando se supere la prueba. En caso contrario se ensayarán otras dos (02) unidades y se aceptará el lote si no se produce ningún fallo, rechazándose aquél en caso contrario.

- Abono de los ensayos

Tanto los ensayos de características de los materiales como los de diseño, serán de cuenta del fabricante y no serán de abono.

La Dirección de Obra podrá ordenar la realización de ensayos adicionales que serán de abono si resultan satisfactorios, no siéndolo en caso contrario.

2.1.7.4.6 Control sobre la estanqueidad de las juntas

Se realizará el control con las especificaciones definidas en el P.P.T.G.

2.1.7.4.7 Marcado de los tubos, sello de conformidad

Se realizará según lo especificado en el P.P.T.G.

2.1.8 Tubos de hormigón armado para colocar con empujador

Los tubos serán de Clase V según la norma ASTM C-76, exigiéndose al hormigón una resistencia característica mínima de 500 kg/cm².

El extremo hembra del tubo estará formado por una virola galvanizada y pintada con brea-epoxi. Para conseguir una mejor estanqueidad de la tubería en la unión de la virola metálica con el hormigón, tanto en la parte interior como en la exterior del tubo se colocará un cordón perimetral de masilla elástica de poliuretano.

Todos los tubos estarán equipados con taladros pasantes de ¾" de diámetro para inyección, dispuestos a 120º según la sección transversal del conducto.

El tubo rebajado para permitir el deslizamiento de la estación intermedia, estará dotado de doble alojamiento para ubicación de las correspondientes juntas de estanqueidad elastoméricas. El diseño de este tubo rebajado deberá ser aprobado por la Dirección de Obra con carácter previo al comienzo de la fabricación de los mismos.

La armadura transversal se reforzará en un 20% en los extremos del tubo en una longitud $l_r = 0,25$ si siendo $l_r > 0,25$ m.

En los extremos de los tubos con armadura doble se dispondrán estribos conectando la armadura interior y exterior.

La armadura longitudinal de los tubos será como mínimo el 10% de la transversal con una separación entre barras no mayor de 33 cm.

2.1.9 Tubos y piezas de fundición dúctil para saneamiento

2.1.9.1 Tubos

En general deberán cumplir las especificaciones que se concretan en las normas internacionales siguientes:

ISO 2531	Tubos, uniones y piezas accesorias en fundición dúctil para canalizaciones con presión.
ISO 4179	Tubos de fundición dúctil para canalizaciones con y sin presión. Revestimiento interno con mortero de cemento centrifugado. Prescripciones generales.
ISO 8179	Tubos de fundición dúctil. Revestimiento externo de cinc.
ISO 8180	Canalizaciones de fundición dúctil. Manga de polietileno.
ISO 4633	Juntas de caucho. Especificación de los materiales.
ISO 6600	Control de la composición del mortero recién aplicado.
ISO 9001	Modelo para el aseguramiento de la calidad en producción e instalación.

Descripción:

Los tubos serán colados por centrifugación en molde metálico y estarán provistos de una campana en cuyo interior se alojará un anillo de caucho, con ello se asegurará una estanqueidad perfecta en la unión entre tubos. (Las características de la unión quedan reflejadas en el apartado correspondiente).

Características mecánicas mínimas

Las características mecánicas son las indicadas en la tabla siguiente:

Carga de rotura:	$> 42 \text{ kg/mm}^2$
Límite elástico (0,2%):	$> 30 \text{ kg/mm}^2$ (1)
Alargamiento, a rotura:	$> 10\%$
Dureza:	$< 230 \text{ HB}$

(1) Se admite un límite elástico de 27 kgf/mm^2 con un alargamiento a rotura $> 12\%$.

Estas características serán comprobadas sistemáticamente durante el proceso de fabricación, según las especificaciones de la norma ISO 2531.

Características geométricas

Las dimensiones y pesos son los que se indican en la tabla siguiente:

DN M	L m	e mm	DE mm	DI mm	P mm	B mm	Pesos medios aprox. KgIm
150	6	6,0	170	173	98	243	27,5

Pruebas-Ensayos

Todos los tubos serán sometidos en fábrica y antes de aplicar el revestimiento interno, a una prueba hidráulica durante un tiempo de 10 seg. Dicha prueba consistirá en mantener agua a presión en el interior del tubo y no se deberá apreciar ningún tipo de pérdidas. La prueba se realizará en la misma línea de fabricación.

DN mm	Presión de prueba bar
60 a300	50

Revestimientos

Interior

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

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

DN (mm)	Espesor, e (mm)	
	Nominal	Tolerancia
60-300	3,5	-1,5

La zona interior de la campana y el frontis estarán revestidos con pintura epoxi, de espesor mínimo medio de 150 N, y mínimo puntual de 100 p.

Exterior

Los tubos estarán revestidos externamente con dos capas:

- Una primera con cinc metálico, realizada por electrodeposición de hilo de cinc de 99% de pureza. La cantidad depositada será como mínimo de 200 gr/m². Esta cantidad es superior a la exigida por la norma ISO 8179, la cual especifica 130 gr/m².
- Una segunda de pintura epoxi roja:
 - Caña tubo:

- ~ espesor mínimo medio 120 μ
- ~ espesor mínimo puntual 90 μ
- Extremo liso (170 mm):
 - ~ espesor mínimo medio 200 μ
 - ~ espesor mínimo puntual 135 μ

La aplicación de recubrimiento exterior estará realizada de forma tal que el tubo pueda manipularse sin riesgo de deterioro de la protección (por ejemplo un secado en estufa).

Marcado

Todos los tubos llevarán de origen las siguientes marcas:

Diámetro nominal: El que corresponda
Tipo de unión: STD
Material: GS
Fabricante: PAM
Nº identificación: Año/semana/día/nº orden

Garantía de calidad

El proceso de producción estará sometido a un sistema de control de calidad, el cual asegura el cumplimiento de toda la normativa de referencia.

El fabricante tendrá un documento con el sistema de control de calidad, en el que figurarán los puntos de inspección y los medios utilizados para la realización de los ensayos requeridos.

Como garantía de calidad se ofrecerá la homologación según ISO 9001.

2.1.9.2 Piezas especiales

En general deberán cumplir las especificaciones que se concretan en las normas Internacionales siguientes:

ISO 2531: Tubos, uniones y piezas accesorias en fundición dúctil para canalizaciones con presión.

Descripción

Las piezas especiales (codos, tes, etc..) estarán fabricadas en fundición dúctil con espesores de serie K-14 para las tes y K-12 para el resto.

El sistema de unión permitirá el perfecto acoplamiento con los extremos lisos de los tubos.

Características mecánicas mínimas

Las características mínimas son las indicadas en la tabla siguiente:

Carga de rotura: $\geq 40 \text{ kg/mm}^2$
Límite elástico (0,2%): $\geq 30 \text{ kg/mm}^2$
Alargamiento a rotura: $\geq 5\%$
Dureza: $\leq 250 \text{ HB}$

Estas características serán comprobadas sistemáticamente durante el proceso de fabricación, según las especificaciones de la norma ISO 2531.

Pruebas - Ensayos

Todas las piezas especiales serán probadas en fábrica a ensayo de estanqueidad con aire durante 15 segundos. Dicha prueba consistirá en mantener la pieza con aire a 1 bar de presión y comprobar la estanqueidad con un producto jabonoso.

Revestimientos

Tanto interior como exteriormente las piezas estarán revestidas con empolvado epoxi de forma que el espesor de la capa sea 150 μ .

Marcado

Todas las piezas llevarán de origen las siguientes marcas:

Tipo de unión:	TRIDUCT
Material:	GS
Fabricante:	PAM
Año:	dos cifras
Angulo de codos:	1/4, 1/8, 1/16, 1/32
Bridas:	PN y DN

Garantía de calidad

El proceso de producción estará sometido a un sistema de control de calidad, el cual asegura el cumplimiento de toda la normativa de referencia.

El fabricante tendrá un documento con el sistema de control de calidad, en el que figurarán los puntos de inspección y los medios utilizados para la realización de los ensayos requeridos.

Como garantía de calidad se ofrecerá la homologación según ISO 9001

2.1.9.3 Sistemas de unión

Tubos y piezas

Las uniones serán del tipo automática flexible. Este tipo de unión deberá ser tal, que una vez alojada la junta de caucho en su pista y se proceda al enchufado, la estanqueidad sea perfecta.

Además asegurará una resistencia al vacío mínima de 5 bar.

Cuando las piezas lleven unión con brida, esta estará de acuerdo con la serie ISO y podrá ser móvil.

Anillos de caucho

Los anillos serán de caucho sintético (Etileno - Propileno) conformes a la norma UNE-EN681-1 cuyas características más importantes son:

Dureza: 60 $\pm$ 5 (IRHD)

Carga de rotura: 9 MPa

Alargamiento: 300

Deformación permanente:(a) = 12 %

(b)= 20 %

(c) = 50 %

(a): Tras compresión durante 72 horas a 23 ± 2 °C

(b): Tras compresión durante 24 horas a 70 ± 1 °C

(c): Tras compresión durante 72 horas a -10 °C

Irán marcados de forma visible para su identificación (periodo de fabricación y fabricante).

Desviaciones

Las desviaciones máximas admisibles en las juntas quedan reflejadas en la tabla siguiente:

DN	Desviación
Mm	máxima
200-300	4°
80-150	5°

2.1.10 Tuberías de PEAD de pared compacta

2.1.10.1 Características generales

Las tuberías de polietileno contempladas en el presente proyecto son de pared compacta y alta densidad, PE-100 en este caso.

Estas tuberías son de aplicación tanto para saneamientos en lámina libre como bajo presión hidráulica interior.

Respecto a la norma aplicable, los tubos de polietileno empleados en las redes de saneamiento deberán cumplir, con carácter general, lo especificado por las siguientes normas según casos:

UNE-EN 12.666- Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Polietileno (PE).

Parte 1. Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.

UNE-EN 13.244- Sistemas de canalización en materiales plásticos, enterrados o aéreos, para suministro de agua en general, y saneamiento a presión. Polietileno (PE).

Parte 1. Generalidades

Parte 2. Tubos

Parte 3. Accesorios

Parte 4. Válvulas

Parte 5. Aptitud del sistema a la función.

En cuanto a la normativa sobre diseño hidráulico de las conducciones:

UNE-EN 53.959-IN- Plásticos. Tubos y accesorios de material termoplástico para el transporte de líquidos a presión. Cálculo de la pérdida de carga.

La normativa aplicable al diseño mecánico de las tuberías:

UNE-EN 53.331-IN- Criterios para la comprobación de los tubos de PVC y PE a utilizar en conducciones con o sin presión sometidos a cargas externas.

UNE-EN 1295-1- Cálculo de la resistencia mecánica de tuberías enterradas bajo diferentes condiciones de carga. Parte 1: Requisitos generales.

Como se ha citado, las tuberías de polietileno serán de alta densidad y se ajustarán a las condiciones recogidas en la Norma UNE 53.365 "Tubos y accesorios de PE de alta densidad para canalizaciones subterráneas, enterradas o no, y empleadas para la evacuación y desagüe. Características y métodos de ensayo". En todo lo que no afecte a lo indicado en la citada norma, también serán de aplicación las siguientes:

- UNE 53.131/82 "Tubos de polietileno para conducciones de agua a presión. Medidas y características"
- UNE 53.133/82 "Tubos de polietileno para conducciones de agua a presión. Métodos de ensayo"
- UNE 53.381/85 "Tubos de polietileno reticulado para conducciones de agua a presión, fría y caliente. Características y métodos de ensayo"

2.1.10.2 Control de calidad

Se exigirá el Certificado de Origen Industrial, o el correspondiente Documento de Idoneidad Técnica, para su recepción en obra.

El fabricante comunicará a la Dirección de Obra las fechas de la realización de las pruebas de la partida correspondiente.

2.1.11 Tuberías de PVC para saneamiento

Las especificaciones para los tubos, accesorios y sistemas de tuberías de PVC para saneamiento cumplirán como mínimo la exigencia de la Norma UNE – EN 1456 – 1, con una presión nominal mínima PN6.

Las juntas serán homogéneas de caucho EPDM tipo Delta Bilabiada y cumplirán las características de la Norma UNE-EN-681-1.

Los suministros de tubos, accesorios y juntas deben llevar el marcado exigido por la Norma citada y se entregarán acompañados del Certificado de Control de Calidad conforme a la Norma UNE-EN ISO 9002.

2.1.12 Accesorios

Todos los accesorios, herrajes, elementos de protección y seguridad, etc., instalados en las obras de fábrica estarán conformes con las dimensiones que figuran en los planos del proyecto y cumplirán las especificaciones correspondientes del P.P.T.G.

Estarán formados a partir de los siguientes materiales:

- Abrazaderas de sujeción de tuberías de telemando:
Acero Inox AISI 316 L
- Barandillas y pasamanos:
Acero AISI 316 L
- Escaleras y elementos de protección:
Acero AISI 316 L
- Placas embebidas en hormigón y ganchos:
Acero AISI 316 L

- -Cadenas de seguridad:
Acero AISI 316 L
- Pantallas deflectoras:
 - Pantalla: Poliéster reforzado con fibra de vidrio
 - Marco: Acero AISI 316 L
 - Tornillería: NYLON o Acero AISI 316 L
- Pates de bajada:
 - Cubierta: Polipropileno inyectado
 - Núcleo: Acero AEH 400 N
- Tapas de registro circulares:
 - Marco y tapa: Fundición dúctil
 - Junta: P.V.C
- Tapas de registro cuadradas o rectangulares:
 - Marco y tapa: Fundición dúctil
 - Junta: Metal-Metal, mecanizada
 - Relleno de la tapa: Mortero de cemento y acabado en solado si procede
- Tuberías de impulsión:
Acero AISI-316 L
Fundición
- Otros herrajes embebidos en hormigón:
Acero AISI 316 L
- Rejillas de tramex:
Poliéster reforzado con fibra de vidrio.
Acero AISI-316 L

2.1.13 Elementos metálicos

2.1.13.1 Cadenas de Seguridad

Las cadenas de seguridad serán del tipo y dimensiones definidas en el Proyecto.

Las cadenas de acero inoxidable se construirán con material del tipo AISI 316 L.

Las rebabas producidas por la soldadura serán eliminadas quedando la unión lisa y redondeada.

Las cadenas de seguridad serán sometidas a ensayos de tracción y deberán resistir al menos los siguientes esfuerzos:

- Esfuerzo de rotura: 30 KN
- Esfuerzo ensayo: 15 KN

2.1.13.2 Pasamanos y barandillas

Los pasamanos y barandillas se construirán en acero inoxidable tubular según se indica en los planos, con estructura tubular de diámetro superior a 40 mm, formada por al menos dos tubos horizontales de separación mínima 400 mm, con soportes verticales separados 1,5 m como máximo. La altura mínima será de 900 mm. Todos los pasamanos y barandillas dispondrán de rodapié inferior, del mismo material y altura mínima 150 mm.

Las barandillas de acero inoxidable estarán construidas a partir de acero tipo AISI 316 L.

2.1.13.3 Escaleras

Las escaleras tendrán la forma y dimensiones definidas en el Proyecto.

Las escaleras de acero inoxidable estarán constituidas a partir de acero tipo AISI 316 L.

2.1.13.4 Registros de fundición

- Especificaciones según norma UNE EN-124.
- Marcado y control calidad según norma UNE EN-124.
- Abertura mínima libre 700 mm.
- Resistencia clase D400 (carga rotura >400 KN).
- Tapa articulada de fácil apertura con sistema de bloqueo.
- Contacto con marco mediante anillo elastomérico estanco y anti-ruido.
- Revestimiento: pintura hidrosoluble negra, no tóxica ni infamable.
- Sistema de cierre antivandálico.
- Inscripción: Saneamiento, Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia, anagrama.

2.1.14 Otras tuberías

2.1.14.1 Tuberías de acero electrosoldado

2.1.14.1.1 Definición

Se entiende por tubería electrosoldada, la construida de chapa de acero.

2.1.14.1.2 Materiales

El acero correspondiente a las tuberías de la conducción, cumplirá como mínimo las siguientes características:

- Resistencia a la rotura: entre 37 y 45 Kg/mm².
- Límite elástico aparente: 24 Kg/mm² para espesor menor o igual de 16 mm
- Alargamiento mínimo en rotura: 26%
- Resistencia mínima: 2,8 Kg/cm² a 0° C
- Contenidos máximos: Carbono = 0,200%, Fósforo = 0,50%, Azufre = 0,050%.

2.1.14.1.3 Fabricación

Las tuberías deben construirse en fábrica o taller debiendo realizar en obra el menor número posible de soldaduras. Por tanto, deberán ser de la mayor longitud transportable. La chapa para la ejecución de la tubería se curvará en frío.

La preparación de bordes se efectuará siguiendo las indicaciones en los Planos del Proyecto, o en su defecto, ateniéndose a las instrucciones contenidas en la Propuesta de Norma UNE 14.036.

Las soldaduras longitudinales o helicoidales se efectuarán siempre antes que las transversales se crucen con ellas. No obstante, se podrán dejar sin soldar hasta el momento de ejecutar las uniones transversales, trozos de diez (10) centímetros de aquellas, con objeto de facilitar el debido acoplamiento de las virolas contiguas.

El sobreespesor total de las soldaduras a tope no será superior al diez por ciento (10%).

No podrá comenzar la fabricación sin la aprobación previa de la Dirección de Obra, y está obligado a adoptar cuantas modificaciones se le impongan.

2.1.14.2 Tuberías de acero estirado

2.1.14.2.1 Definición

Se entienden como tuberías de acero estirado los tubos sin soldadura fabricados por laminación o estirado.

2.1.14.2.2 Materiales

El acero empleado en la fabricación de tubos y piezas especiales será dulce y perfectamente soldable.

Las características del acero empleado en la fabricación de tubos, serán las establecidas en la Tabla siguiente:

	MINIMO ALARGAMIENTO DE U EN %	CARBONO C PORCENTAJE MAXIMO	FOSFORO (P) PORCENTAJE MAXIMO	AZUFRE (S) PORCENTAJE MAXIMO
37 a 45	26	--	0,060	0,055
57 a 62	22	0,23	0,055	0,055

2.1.14.2.3 Diámetros y bridas

Los diámetros nominales de cualquier tipo de tubería de acero cumplirán con la norma DIN-2440 hasta 100 mm y la DIN-2448 para diámetros superiores.

2.1.14.2.4 Presiones

Teniendo en cuenta las presiones normalizadas exigibles para estas tuberías, serán las de la clase A, que se detallan en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de Abastecimiento de Agua, y que se citan a continuación.

DIAMETRO NOMINAL	CLASE A	
	ESPEJOR MILIMETROS	PRESION NORMALIZADA kg/cm ²
25	2,50	60
32	2,50	40
40	2,50	40
50	2,50	40
60	2,50	40
80	3,00	40
100	3,25	40
125	3,25	40

2.2 Normas y especificaciones de equipos mecánicos

2.2.1 Condiciones generales

2.2.1.1 Generalidades

Se tratará en este capítulo de cumplimentar una serie de normas y calidades mínimas que se exigirán a los distintos equipos de instalaciones que constituyen la esencia de la obra proyectada.

Asimismo, la forma en que se efectuará la medición y abono será por aplicación de los precios de los distintos equipos e instalaciones, que aparecen en el Cuadro de Precios nº 1.

2.2.1.2 Normas y códigos aplicables

Las normas y códigos a tener en cuenta para el diseño de la instalación serán las siguientes:

- ISO

Tuberías y válvulas de PVC.

- AGMA

Motorreductores.

- NFPA

Equipos eléctricos.

- IEC

Equipos eléctricos.

- DIN y UNE

Tuberías a presión, válvulas.

- Reglamento de recipientes a presión.
- Reglamento de aparatos que utilizan combustibles gaseosos.
- Redes y acometidas de combustibles gaseosos.
- Normas básicas de instalación de gas.
- Redes de gases.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión.
- Reglamento de Alta Tensión.
- Estaciones de transformación de energía eléctrica.
- Instrucciones MIBT.
- Líneas aéreas de Alta Tensión.
- Redes eléctricas.

2.2.1.3 Materiales y/o equipos suministrados por el contratista

El Contratista presentará a la Dirección de Obra tres propuestas correspondientes a otros tantos fabricantes-suministradores de los materiales y/o equipos electromecánicos, de control, etc., a instalar en obra, de forma que todas y cada una de ellas se ajuste a las especificaciones que para dichos materiales han sido establecidas en los documentos contractuales del Proyecto, con el fin de que la Dirección de Obra elija la propuesta que, a su juicio, resulte ser la más ventajosa para los intereses de la obra.

En el caso de que alguno de los suministradores incumpliese alguna de las precitadas condiciones su propuesta quedaría automáticamente anulada, debiendo el Contratista presentar una nueva proposición correspondiente a otro suministrador que se ajuste a dichas condiciones.

2.2.2 Válvulas de compuerta/guillotina

2.2.2.1 Tipo

Las válvulas de compuerta previstas para el presente proyecto serán del tipo de paso recto y cierre elástico, con accionamiento manual o automático dependiendo de su posición.

2.2.2.2 Materiales

En general las válvulas en el caso de ser de fundición cumplirán con las especificaciones que se concretan en las normas internacionales siguientes:

- DIN-3202-F5: Distancia entre bridas.
- ISO-5208-82: Norma sobre ensayos.
- DIN-1693: Fundición dúctil.
- ISO-9002: Sistema de calidad.
- ISO-7259-88: Instalación válvulas enterradas.

Para su fabricación se utilizarán los siguientes materiales:

- Cuerpo:** Fabricado en fundición nodular tipo GGG-50.
Revestimiento interior y exterior con polvo de poliamida.
Epoxy aplicado electroestáticamente (RAL-6002) con un espesor de 150 micras como mínimo.
- Compuerta o cierre:** Fabricado en fundición nodular GGG-50 y recubierta en su totalidad tanto interior como exteriormente con EPDM siendo su estanqueidad por compresión del caucho.
- Husillo:** Calidad de acero inoxidable 13% o 17% Cr. Pulido espejo, roscas extruidas conformadas por laminación en frío. La estanqueidad a través del eje se obtiene con dos anillos tóricos NBR y un retén (EPDM). Las tres piezas independientes haciendo un triple cierre de larga duración.

Cuadro de presiones del cierre

DN	PN	PRUEBA DE CIERRE
Hasta DN-80 incl.	Todos	1,1 máxima presión de trabajo permitida a 20°C con líquido ó 6 bar con gas (600 KPA).
Desde DN-100 hasta DN-200	Hasta PN50 incl.	1,1 máxima presión de trabajo permitida a 20°C con líquido ó 6 bar con gas (600 KPA).
DN-450 y superiores	PN-100 y superior	1,1 máxima presión de trabajo permitida a 20°C con líquido.
	Todos	1,1 máxima presión de trabajo permitida a 20°C con líquido.

Duraciones mínimas para pruebas (en segundos)

DN	CUERPO	CIERRE
Hasta DN-50	15	15
De DN-65 a 200	60	30
De DN-250 a 450	180	60
DN-500	180	120

Pérdida admisible: No se registrará pérdida admisible durante el tiempo de la prueba.

Marcado

Se marcarán las válvulas de la siguiente forma:

DN - Diámetro nominal.

PN - Presión nominal.

Nº de orden de la serie o Nº de colada.

Certificados

Los certificados serán conforme al DIN 50049 3, 1B dentro de lo exigido según ISO 7259, en cuanto a materiales.

Tuerca: La tuerca de cierre en aleación de cobre forjado según UNE 37103 C-6680, siendo independiente del cierre o compuerta.

Tapa: Fabricada en función nodular GGG-50. Junta de estanqueidad con el cuerpo por junta de caucho nitrilo 60/70 shores A.

Tornillería: De acero con recubrimiento cadmiado u orgánico, embutida y protegida mediante sellado. Así mismo todos los componentes serán de calidad alimentaria para contacto con agua potable.

Accionamiento: Se hará por medio de volante o cuadradillo (30 x 30), siendo, el cierre a derechas, con lo cual la apertura de la válvula se realizará en sentido contrario a las agujas del reloj.

2.2.2.3 Características dimensionales

Las válvulas se colocarán con bridas.

Las bridas estarán dimensionadas, barrenadas según ISO-2531 PN-10/16.

La distancia ente bridas serán largas (FS) según DIN-3202, equivalente a lo indicado a la norma ISO 5752-82 Tabla 1, apartado 14.

2.2.2.4 Características funcionales

Las válvulas estarán diseñadas para poderse cambiar la compuerta o cierre sin necesidad de desmontar la válvula.

Así mismo, las válvulas serán totalmente aptas para ser enterradas sin necesidad de arqueta.

El par de cierre dentro de los límites marcados por la norma ISO 7259-88.

2.2.3 Abrazaderas y soportes

2.2.3.1 Definición

Son el conjunto de elementos a instalar para soporte y guiado de tuberías, en techos, suelos y paredes.

2.2.3.2 Condiciones generales

Se empleará este sistema para sujeción de todas la tuberías, sea cual sea su diámetro y la posición en que deban ir, y serán todos ellos de acero inoxidable AISI 316 L.

Las abrazaderas deberán ir montadas sobre guías, que permitan su desplazamiento a lo largo de las mismas, a fin de que pueda adaptarse fácilmente a cualquier necesidad. El montaje de las abrazaderas sobre las guías será tal, que se pueda realizar sin necesidad de recurrir a tornillos de apriete, y solo a elementos tope contenidos en la propia abrazadera.

La abrazadera deberá llevar un anillo de goma, que se adapte a su superficie interna, e impida que el tubo o conducto se deteriore por el apriete de la misma. Podrá igualmente desplazarse con gran facilidad por el carril guía, y posibilitar su localización exacta en obra, sin que haya necesidad de preparación previa del punto de localización.

La fijación de los carriles guía a la pared se hará de forma directa, o a través de pies de apoyo, según las necesidades que se produzcan en cada caso.

2.2.3.3 Características del montaje

La separación entre soportes del carril guía no será superior a 4,5 m. En el caso de que vaya soportada de tirantes, la separación será como máximo de 1 m. La sección del tirante será como mínimo de 40 x 5 mm.

El carril guía, tendrá una anchura mínima de 50 mm. y una altura mínima de 40 mm.

El abarcón se construirá en chapa de espesor mínimo 3 mm. para diámetros de tubo hasta 150 mm. Para tuberías de hasta 500 mm, el espesor mínimo será de 5 mm.

2.2.4 Protección de superficies

2.2.4.1 Finalidad

Dentro de este apartado se incluye la preparación de la superficie que ha de ser pintada, y la aplicación de la pintura, así como el tipo, grado y número de capas de pintura requeridas para los equipos, tuberías y elementos metálicos.

Los materiales a emplear cumplirán con los standard y especificaciones del Instituto Nacional de Aeronáutica (INTA).

2.2.4.2 Materiales

Los tipos de pintura o recubrimientos protectores similares que se usarán son:

Pintado interior de tuberías:

- chorreado con arena, grado S.A. 2 ½.
- imprimación con pintura tipo sigma EP universal primer, o similar (cubriendo el metal sin sobreespesores).
- 1ª mano de pintura brea-epoxi tipo TCN 300 sigma con espesor final de 200 micras, color marrón.
- 2ª mano idéntica a la anterior y del mismo espesor, en color negro

Pintado exterior de tuberías:

- chorreado con arena, grado S.A. 2 ½.
- imprimación con pintura del tipo sigma EP universal primer o similar, (cubriendo el metal sin sobreespesores).
- 1ª mano de pintura tipo sigma alovástica con espesor final de 150 micras.
- 2ª mano igual que la anterior, del mismo espesor.

2.3 Restauración ambiental

2.3.1 Medidas protectoras de la contaminación atmosférica durante las obras

2.3.1.1 Definición

Estas actuaciones tienen por objeto impedir la aparición de afecciones sobre las poblaciones o áreas de interés próximas a las obras, debidas a la emisión de polvo, durante la ejecución de las obras, así como por el transporte de tierras por las carreteras y caminos de la zona.

2.3.1.2 Ejecución

Las medidas a llevar a cabo para evitar emisiones de polvo que puedan generar molestias a la población o deterioros a las zonas de interés son las siguientes:

Se efectuarán riegos de todas las superficies afectadas por intensos movimientos de maquinaria durante las obras, entre las que se incluirán obligatoriamente todos los caminos de obra, los parques de maquinaria, las instalaciones de obra, los vertederos y las zonas de acopio temporal de tierras vegetales.

Quedarán excluidas de estos riegos únicamente aquellas áreas que, por motivos constructivos, no admitan la alteración de sus condiciones de humedad. La periodicidad de los riegos dependerá de las condiciones climáticas y de humedad del terreno, debiendo ser como mínimo de dos riegos semanales. En épocas secas, en verano y en períodos de intensa actividad de los movimientos de tierras, los riegos se intensificarán, pudiendo oscilar su periodicidad entre un riego cada dos días y varios riegos diarios, según el criterio de la Dirección de Obra.

En el caso en que los camiones de transporte de tierras deban circular por las carreteras abiertas al tráfico ajenas a las zonas de obras, deberán contar con los adecuados elementos (lonas o mallas especiales) de cubrimiento de sus cajas, los cuales deberán estar correctamente fijados.

Asimismo, se realizarán riegos sobre las cajas de los camiones (una vez cargadas con las tierras) que deban circular por caminos o carreteras exteriores a la zona de obras.

2.3.2 Jalonamiento temporal de protección

2.3.2.1 Definición

Este artículo comprende la unidad de jalonamiento que tiene como objeto delimitar las zonas adyacentes a la superficie de actuación con el fin de minimizar la afección a las mismas, restringiendo de este modo la circulación de personal y de maquinaria por la zona acotada.

El balizamiento proyectado es el balizamiento temporal reforzado móvil. Éste se extenderá protegiendo el límite externo de la zona a proteger.

2.3.2.2 Materiales básicos

El balizamiento temporal reforzado móvil está formado por postes metálicos con cimentación de hormigón unidos entre sí mediante una malla metálica de doble torsión galvanizada plastificada verde.

2.3.2.3 Ejecución de las obras

La ejecución de este balizamiento estará ligada a la obligación de la empresa contratista de garantizar el cumplimiento de las siguientes prescripciones:

- Se prohíbe la alteración del balizamiento.
- Se prohíbe la alteración de las zonas protegidas por el balizamiento.
- Se deberá ejecutar el balizamiento antes del inicio de las obras en coordinación con la Dirección Ambiental de la Obra (sin perjuicio para las competencias de la Dirección de la Obra).
- Se deberá poner en conocimiento a todo el personal presente en el ámbito de la obra las limitaciones ambientales durante su actividad, incluyendo la comunicación sobre las restricciones del movimiento de la maquinaria y vehículos al viario de obra señalado.
- Se deberá mantener el balizamiento en buenas condiciones para su uso, así como desmontar el balizamiento tras la ejecución de la obra, sometiendo la zona a restauración estética y paisajística si fuera necesario.
 - Se deberá establecer un sistema documentado de registro y comprobación del cumplimiento de estas prescripciones, que estará en todo momento a disposición del personal adscrito a la Dirección Ambiental de Obra.

Este jalonamiento se realizará en el mismo momento del replanteo, y deberá estar aprobados por la Dirección Ambiental de Obra antes del inicio de las obras.

Durante la ejecución de la obra, deberá garantizarse el mantenimiento del balizamiento, debiendo ser vigilado permanentemente este aspecto por el Responsable Ambiental.

Finalmente, una vez terminada la obra se procederá a la retirada de estos materiales así como de otros extraños al entorno relacionados con esta medida.

2.3.2.4 Control de calidad

Se deberán comprobar los siguientes aspectos con los criterios particulares que establezca para cada caso el equipo adscrito a la Dirección Ambiental de Obra:

- Grado de ajuste de la localización del jalonamiento de acuerdo a los planos aprobados preliminarmente, y a los valores ambientales que deben ser protegidos.
- Adecuación de las características del balizamiento establecido.
- Adecuación del mantenimiento de la integridad del balizamiento.

2.3.3 Protección del sistema hidrológico y de la calidad de las aguas

2.3.3.1 Sistema de tratamiento de efluentes de túneles

2.3.3.1.1 Definición

Con el objetivo de recoger las aguas procedentes de la perforación del túnel de ejecución en mina y poder realizar un adecuado tratamiento previo a su incorporación a cauce, durante el tiempo que duren las perforaciones y hasta la ejecución del revestimiento, se dispondrá de **Sistemas de tratamiento de efluentes**, de forma que se retiren los sólidos antes de su vertido. Se trata de clarificar las aguas de perforación, que generalmente suelen portar un excesivo porcentaje de sólidos en suspensión, para que cumplan los parámetros exigidos para su incorporación a cauce. Las aguas de perforación deberán ser recogidas correctamente, y canalizadas hasta las unidades de tratamiento.

Se ubicará un sistema de este tipo en la instalación auxiliar que se dispondrá en la zona de la obra de acceso y depósito de limpieza, en un punto que no interfiera con la actividad de obra.

El sistema de tratamiento del efluente del túnel será accesible para la maquinaria, de manera que se puedan llevar a cabo la retirada periódica de los lodos sedimentados. De esta manera se garantiza que los sólidos y las sustancias contaminantes que sean arrastradas por las aguas serán retenidos antes de su aportación a los cursos de agua colindantes. Para su mantenimiento deberán realizarse inspecciones periódicas para asegurar su correcto mantenimiento. Se realizarán vaciados cada vez que sea necesario, antes de que se alcance la capacidad máxima de retención.

2.3.3.1.2 Condiciones de ejecución

La ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Suministro en obra de todos los materiales necesarios
- Construcción de la instalación necesaria para el adecuado tratamiento
- Todas las tareas de mantenimiento necesarias durante el funcionamiento del sistema
- Desmantelado y retirada de la obra del sistema una vez termine su función.

Previamente a su puesta en marcha, el Contratista deberá presentar a la Dirección de Obra un diseño detallado de este sistema para su aprobación.

Los sedimentos decantados y tratados hasta alcanzar la humedad adecuada para su gestión, serán recogidos periódicamente y gestionados conforme a su caracterización.

2.3.3.2 Sistema de tratamiento de efluentes de la excavación de la obra de derivación

2.3.3.2.1 Definición

Con el objetivo de recoger las aguas procedentes de la excavación de la obra de derivación y realizar su adecuado tratamiento previo a su vertido a cauce, durante el tiempo que dure la excavación y se ejecute la estructura, se dispondrá de **Sistemas de tratamiento de efluentes**, de forma que se retiren los sólidos antes de su vertido. Se trata de clarificar las aguas de infiltración y escorrentía que acceden al recinto de excavación, que generalmente

suelen portar un excesivo porcentaje de sólidos en suspensión. Las aguas interceptadas deberán ser recogidas correctamente y canalizadas hasta las unidades de tratamiento.

Se ubicará un sistema de este tipo en la instalación auxiliar que se dispondrá en la zona de la obra de derivación, en un punto que no interfiera con la actividad de obra.

El sistema de tratamiento del efluente del túnel será accesible para la maquinaria, de manera que se puedan llevar a cabo la retirada periódica de los lodos sedimentados. De esta manera se garantiza que los sólidos y las sustancias contaminantes que sean arrastradas por las aguas serán retenidos antes de su aportación a los cursos de agua colidantes. Para su mantenimiento deberán realizarse inspecciones periódicas para asegurar su correcto mantenimiento. Se realizarán vaciados cada vez que sea necesario, antes de que se alcance la capacidad máxima de retención.

2.3.3.2.2 Condiciones de ejecución

La ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Suministro en obra de todos los materiales necesarios
- Construcción de la instalación necesaria para el adecuado tratamiento
- Todas las tareas de mantenimiento necesarias durante el funcionamiento del sistema
- Desmantelado y retirada de la obra del sistema una vez termine su función.

Previamente a su puesta en marcha, el Contratista deberá presentar a la Dirección un diseño detallado de este sistema para su aprobación.

Los sedimentos decantados y sometidos a tratamiento para alcanzar la humedad requerida para su gestión, serán recogidos periódicamente y gestionados conforme a su caracterización.

2.3.4 Integración paisajística

2.3.4.1 Suministro y extendido de tierra vegetal

2.3.4.1.1 Definición

Consiste en las operaciones necesarias para el suministro y colocación de la tierra vegetal o suelos asimilados, sobre cuantos lugares se han estimado en el proyecto para el acondicionamiento del terreno.

La ejecución de la unidad de obra incluye:

- Aportación a la obra de tierra vegetal procedente de acopio
- Extendido de la tierra vegetal
- Tratamiento de la tierra vegetal si es el caso

2.3.4.1.2 Condiciones generales

Se entiende por tierra vegetal todo aquel material procedente de excavación cuya composición físico-química y granulométrica permita el establecimiento de una cobertura herbácea permanente (al menos inicialmente mediante las técnicas habituales de hidrosiembra) y sea susceptible de recolonización natural. Debe tenerse en cuenta que, en términos generales, se pretende simplemente crear las condiciones adecuadas para que

pueda penetrar la vegetación natural, cuyo material genético, para ello, se encuentra en las proximidades. Esta vegetación es la que tiene más posibilidades de resistir y permanecer en unos terrenos donde no son posibles los cuidados de mantenimiento.

La tierra vegetal procederá de los acopios realizados en obra durante la ejecución de la unidad de Excavación. La parte de la tierra vegetal retirada que va a ser utilizada en la restauración, será almacenada en las instalaciones auxiliares, formando caballones de altura no superior a 1,5 m, para facilitar su aireación y evitar la compactación. También podrá acopiarse dentro de la zona delimitada por el jalonado, asegurando la existencia de espacio suficiente para el acopio de la tierra vegetal y la circulación de maquinaria.

Se mantendrán acopios para la tierra vegetal y, por otro lado, los materiales asimilables que se excaven a lo largo de la obra.

Cuando el acopio vaya a permanecer largo tiempo (más de seis meses) deberán hacerse las siguientes labores de conservación:

- Restañar las erosiones producidas por la lluvia. Eliminando los surcos que puedan originarse
- Mantener cubierto el caballón con plantas vivas, leguminosas preferentemente por su capacidad para fijar nitrógeno. Para ello se efectuará una siembra de 20 gr/m² de un compuesto de semillas de leguminosas.

ESPECIE	FAMILIA	%
<i>Medicago sativa</i>	Leguminosa	20%
<i>Trifolium repens</i>	Leguminosa	40%
<i>Trifolium pratense</i>	Leguminosa	40%

Para facilitar los procesos de colonización vegetal se establecerá un sistema que garantice el mantenimiento de sus propiedades mediante riego y abonado periódico a través de enmiendas orgánicas de cualquier sustancia o producto orgánico capaz de modificar o mejorar las propiedades y las características físicas, químicas, biológicas o mecánicas del suelo.

Se rechazarán aquellos materiales cuyas características físico-químicas y granulométricas no cumplan los parámetros de control definidos en la tabla adjunta:

PARÁMETRO	RECHAZAR SI
PH	< 5,5 > 9
Nivel de carbonatos	> 30%
Sales solubles	> 0,6 % (con CO ₃ Na) > 1 % (sin CO ₃ Na)
Conductividad (a 25° C extracto a saturación)	> 4 mS/cm (> 6 mS/cm en caso de ser zona salina y restaurarse con vegetación adaptada)
Textura	Arcillosa muy fina (> 60% arcilla)
Estructura	Maciza o fundida (arcilla o limo compacto)

PARÁMETRO	RECHAZAR SI
Elementos gruesos (> 2mm)	>30% en volumen

Adicionalmente, para la determinación de los suelos que por sus profundidades y características puedan considerarse tierra vegetal, se estará a lo dispuesto por el Director Ambiental de Obra.

En los casos en los que exista dudas sobre la idoneidad del material se deberán hacer ensayos analíticos para la determinación de sus características. Las muestras necesarias se tomarán de forma que cada una de ellas abarque precisamente los veinte primeros centímetros de la capa superficial. Si el suelo de toda la zona objeto del Proyecto es homogéneo bastará tomar una docena de muestras, mezclarlas íntimamente y obtener de la mezcla una muestra definitiva. Si no lo es, habrá que repetir la operación para disponer de muestras de cada una de las partes que se presuman distintas. Después se llevarán a laboratorios de suelos capacitados para la realización de estos análisis. Para una primera evaluación "*in situ*" se podrá valer de la "Agenda de campo para estudios del suelo" (1998), de la Universidad Politécnica de Madrid.

De este modo, el volumen de tierra vegetal obtenido de las superficies de obra es el siguiente:

PROCEDENCIA	VOLUMEN TIERRA VEGETAL (m³)
Obra de derivación	100,236
Acceso túnel	97,5
Depósito agua limpieza	120
Toma de aire para ventilación	344,21
Impulsión estación de bombeo-pretratamiento	544,73
Alivio emergencia	80,54
Conducción eléctrica y agua de limpieza	229,97
Reposición Abastecimiento ACB	41,69
Reposición abastecimiento (traslado arqueta)	27,348
Actuaciones Zuazo. Modificación de la línea	207,812
Servicios afectados	18
TOTAL TIERRA VEGETAL	1.812,036

2.3.4.1.3 Condiciones del proceso de ejecución

La aportación y el extendido de tierra vegetal, junto con sus correctores si es el caso, será uniforme sobre la totalidad de superficie indicada en el Proyecto.

Se dará prioridad, en cuanto al reparto de la tierra vegetal disponible, a las zonas más visibles y zonas ajardinadas.

El extendido de la tierra vegetal se deberá programar de manera que se minimicen los tiempos de permanencia de superficies desnudas y de almacenamiento de los materiales.

Las superficies sobre las que se extenderá la tierra vegetal se escarificarán ligeramente con anterioridad, a fin de conseguir una buena adherencia de esta capa con las inferiores y evitar así efectos erosivos.

El extendido de tierra vegetal se realizará bien por medios manuales o bien con medios mecánicos con maquinaria que ocasione una mínima compactación y con el espesor mínimo establecido en la siguiente tabla:

De acuerdo con estas consideraciones, a continuación, se presenta una tabla resumen para el reparto y utilización de la tierra vegetal:

ZONA		POTENCIA (m)	VOLUMEN (m ³)
Zona de incorporación del alivio de Zuazo		0,30	82
Área de localización del edificio de la obra de derivación	Calle Errekatzu	0,10 y 0,30	37
	Jardín Botánico	0,35	167
Estación de bombeo		0,35	2.348
TOTAL			2.634

La tierra vegetal extraída se utilizará íntegramente en la revegetación de las superficies afectadas.

A continuación del extendido de la tierra vegetal, se efectuará un rastrillado superficial para igualar la superficie y borrar las huellas de maquinaria utilizada, pisadas, etc y preparar el asiento adecuado a las semillas y plantas.

Una vez retirada la tierra vegetal de los acopios, los terrenos ocupados deberán quedar limpios y en situación similar a la que tenían antes de realizar el acopio. Tal situación deberá contar con la aprobación del Director Ambiental de Obra.

Una vez que la tierra vegetal se halle extendida en las superficies a restaurar y hasta el momento de las siembras, el Contratista cuidará de realizar las labores necesarias para protegerla frente a las escorrentías superficiales.

2.3.4.2 Siembras

2.3.4.2.1 Definición

La siembra consiste en distribuir la semilla de forma homogénea en el suelo y recubrirla con un material de recebo que permita su germinación y facilite su instalación.

2.3.4.2.2 Condiciones generales

Semillas

La provisión de las semillas se realizará mediante su adquisición en centros oficiales o instituciones análogas o, en todo caso, en empresas de reconocida solvencia. Un examen previo ha de demostrar que se encuentran exentas de impurezas, granos rotos, defectuosos o enfermos, así como de granos de especies diferentes a la determinada. En general, se han de cumplir las especificaciones del "Reglamento de la Asociación Internacional de Ensayos de Semillas".

En particular se verificará por parte del Director Ambiental que no está parasitada por insectos, no existe contaminación por hongos ni signos de haber sufrido enfermedad micológica alguna.

Cada especie se suministrará en envases sellados o en sacos cosidos, aceptablemente identificados y rotulados, para certificar las características de la semilla.

Cuando el Director Ambiental lo considere oportuno se tomarán muestras para su análisis; la toma de muestra se ha de realizar con una sonda tipo Nobbe. El coste de estos análisis correrá de cuenta del Contratista.

En este proyecto se realizarán siembras en la zona de incorporación del alivio de Zuazo, en el jardín botánico y en la zona de la estación de bombeo.

Las especies seleccionadas para la siembra son una mezcla de herbáceas de crecimiento rápido y la composición en peso de las mezclas se expone en el cuadro siguiente:

BIOTIPO	ESPECIE	PORCENTAJE %
HERBÁCEO	<i>Festuca arundinacea</i>	10
	<i>Festuca rubra</i>	10
	<i>Lolium perenne</i>	20
	<i>Poa pratensis</i>	10
	<i>Dactylis glomerata</i>	15
	<i>Lotus corniculatus</i>	10
	<i>Trifolium repens</i>	15
	<i>Vicia sativa</i>	10

La siembra se hará de forma mecánica con una dosis de 35 gr/m².

2.3.4.2.3 Condiciones del proceso de ejecución

Tanto los trabajos de acondicionamiento del terreno como los correspondientes a la propia siembra 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 siembra coincidirán con los comienzos de la primavera y el final del otoño.

Se procurará no realizar las operaciones de revegetación de forma simultánea sino que se acometerá a medida que se avanza en la obra, y se finalizan éstos.

La forma de realizar la siembra será preferentemente la siguiente, pudiendo realizarse de forma mecanizada o de forma manual:

- Se llevará a cabo en dos mitades: una, avanzando en una dirección cualquiera, y la otra perpendicularmente a la anterior; a continuación se cubre con el material previsto.
- La siembra se hará a voleo y por personal cualificado, capaz de hacer una distribución uniforme de la semilla, o por medio de una sembradora. Para facilitar la distribución de

semillas pueden mezclarse con arena o tierra muy fina en la proporción de uno a cuatro (1:4) en volumen.

- Todas estas operaciones podrán reducirse a una sola cuando se den garantías de una buena distribución de la semilla en una sola pasada y cuando no importe que las semillas queden tapadas muy someramente.

Deben tomarse además las siguientes precauciones:

- En pendiente, se sembrarán en sentido ascendente y se distribuirá más semilla en la parte elevada.
- También se aumentará la cantidad de semilla en el límite de las zonas a sembrar.
- Extender la siembra unos centímetros más allá de su localización definitiva.

RIEGOS

Las superficies sembradas deben ser objeto de riegos, siendo necesario determinar la dotación en número y dosis de agua adecuados.

Los riegos se han de ejecutar siempre que exista duda de que las disponibilidades de agua para las semillas en germinación y, para las plantas en desarrollo, sean insuficientes, de forma que se tengan unas condiciones que permitan alcanzar los valores finales posibles de acuerdo con el grado de impureza y poder germinativo previstos.

Los primeros riegos de las zonas sembradas se realizarán en forma de lluvia fina, para evitar que sea arrastrada mucha semilla y haga perder uniformidad al acumularse en determinados sitios, produciéndose calvas en otros.

Las dotaciones de los riegos serán tales que no se produzcan escorrentías apreciables, en todo caso se han de evitar el desplazamiento superficial de las semillas y materiales, así como el descalzamiento de las plantas jóvenes.

El número de riegos será tal que garantizando el éxito de la siembra no cree unas condiciones de exigencia en las especies que no van a poder ser proporcionadas en la conservación. Ha de tenerse en cuenta que se pretende sólo mantener las plantas vivas y obligarles a generar un sistema radicular que les permita soportar las condiciones climáticas naturales.

El momento de ejecución de los riegos se determinará teniendo en cuenta las condiciones climáticas y ambientales reales que tienen lugar después de efectuada la siembra. Los momentos del día más indicados para regar son las últimas horas de la tarde y las primeras de la mañana. La Dirección Ambiental de Obra podrá autorizar variaciones en la frecuencia y dosis del riego, cuando las condiciones ambientales así lo justifiquen.

2.3.4.3 Ejecución de las plantaciones

2.3.4.3.1 Definición

Se entiende por Unidad de Obra "de ejecución de 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.

No se podrá iniciar la plantación, sin la previa aprobación por la Dirección Ambiental de Obra, del replanteo y de la concreta ubicación de cada especie.

En esta unidad se ha de incluir el suministro de plantas a obra.

SUMINISTRO DE PLANTAS:

Especificidad del material vegetal.

Sanidad vegetal.

Material vegetal autóctono.

Dimensionado del material vegetal.

2.3.4.3.2 Condiciones generales y del proceso de ejecución

Una vez realizada la reextensión de las tierras vegetales, la medida siguiente consiste en la plantación de las áreas desnudas o alteradas que se han producido durante las obras de construcción.

En todas las unidades de suministro y plantación incluidas en el cuadro de precios está incluido el abonado y los riegos de apoyo necesarios.

A continuación se describe el tratamiento que define la plantación para el Proyecto.

Planta con cepellón

Si no viniese especificado en el Proyecto, el dimensionado del hoyo de plantación será como mínimo diez centímetros (10 cm) superior a las superficies externas del cepellón.

Al realizar la plantación se mantendrá la posición originaria de la planta en vivero. Una vez situada en el correspondiente agujero, se procederá a la rotura y retirada de todos los componentes que forman el cepellón (escayola, tela metálica, sacos, etc.).

Cualquier enmienda orgánica o mineral se encontrará definida en el Proyecto o, en su defecto, quedará a criterio de la Dirección Ambiental de Obra.

Período de plantaciones

La época idónea en la que deben realizarse las plantaciones es durante el período de reposo vegetativo, de diciembre a febrero. El Director de Obra, atendiendo a las condiciones climáticas de la zona, podrá modificar este intervalo.

A continuación se recogen las premisas a tener en cuenta:

FACTORES A CONSIDERAR			EPOCA DE PLANTACIÓN											
ORIGEN DE LA PLANTA	TIPO DE HOJA	TIPO DE SUMINISTRO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
zonas templadas	caduca	cepellón												
	persistente	cepellón												

En el presente proyecto, una vez realizado el replanteo, se llevará a cabo la excavación de los hoyos. Esta excavación conviene realizarla con la mayor antelación posible sobre la plantación para favorecer la meteorización de la tierra.

- Una vez colocada la planta en el hoyo, el relleno del hoyo se realizará con tierra vegetal y se irá realizando por tongadas que se irán compactando, evitando que quede aire entre la tierra.
- La época idónea en la que deben realizarse las plantaciones es durante el período de reposo vegetativo, de diciembre a febrero.
- Finalizada la plantación es preciso realizar un riego abundante a la planta, de forma que el agua llegue a las raíces, de 15l/Ud.

Las especies seleccionadas así como su forma de presentación serán las citadas en la tabla adjunta:

Nombre científico	Nombre común	Presentación
ÁRBOLES		
<i>Cedrus Deodara</i> <i>G.Don</i>	Cedro	Cepellón 16-18 cm
<i>Aesculus</i> <i>Hippocastanum</i>	Castaño de Indias	Cepellón 16-18 cm
<i>Betula pendula</i>	Abedul Común	Cepellón 16-18 cm
<i>Morus alba</i>	Morera	Cepellón 16-18 cm
Especies a definir por el jardín botánico		
Especies a definir por el consorcio de aguas		
ARBUSTOS		
<i>Hibiscus syriacus</i>	Rosa de Siria	Cepellón 40-60 cm
<i>Buxus sempervirens</i> "Bola"	Boj Común	Cepellón 50-55 cm
<i>Berberis thunbergii</i>	-	Cepellón 50-55 cm

Precauciones de las plantaciones

Cuando lleguen las plantas se cuidará que no se sequen las raíces y se tomarán las máximas precauciones para evitar magulladuras, roturas u otros daños físicos a las raíces, tallos o ramas de las plantas. Las plantas dañadas serán retiradas y repuestas.

Cuando la plantación no pueda efectuarse inmediatamente después de recibir las plantas, hay que proceder a depositarlas. El depósito sólo 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 se 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 precauciones antes señaladas, se recurrirá a colocar las plantas en un lugar cubierto, tapando las raíces con un material como hojas, tela, papel, etc, que las aisle de alguna manera del contacto con el aire.

No se apilarán en ningún caso unas plantas sobre otras, o tan apretadamente que puedan resultar dañadas por la compresión o el calor.

No deben realizarse plantaciones en época de heladas. Si las plantas se reciben en obra en una de esas épocas deberán depositarse hasta que cesen las heladas.

Si las plantas han sufrido durante el transporte temperaturas inferiores a cero grados (0 °C) no deben plantarse (ni siquiera desembalsarse), y se colocarán así embaladas en un lugar bajo cubierta, donde puedan deshelerse lentamente.

Si presentan síntomas de desecación, se introducirán en un recipiente con agua o con una mezcla de tierra y agua, durante unos días, hasta que los síntomas desaparezcan, o bien

se depositarán en una zanja, cubriendo con tierra húmeda la totalidad de la planta (no sólo las raíces).

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 en el fondo 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 luego a nivel del suelo o ligeramente más bajo.

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 Ambiental de Obra, y se tendrá en cuenta el asiento posterior del aporte de tierra, que puede establecerse como término medio, alrededor del quince por cien.

En la orientación de las plantas se seguirán las normas que a continuación se indican:

- Los ejemplares de gran tamaño se colocarán con la misma que tuvieron en origen.
- En las plantaciones aisladas, la parte menos frondosa se orientará hacia el sudeste para favorecer el crecimiento del ramaje al recibir el máximo de luminosidad.
- Las plantaciones continuas (pantallas, cerramientos) se harán de modo que la cara menos vestida sea la más próxima al exterior.

Dosis de abonado

Los abonados locales, es decir los que corresponden a cada planta, se harán directamente en el hoyo en el momento de la plantación. Se evitará la mala práctica de echar el abono en el fondo del hoyo, pues no debe estar en contacto con las raíces; es mejor incorporar el abono a la tierra. La cantidad de abono por hoyo será de dos kilogramos (2 kg) en especies arbustivas y de cinco kilogramos (5 kg) en especies arbóreas.

Restauración instalaciones provisionales de obra y restantes áreas afectadas por la obra

En las zonas donde se ubicarán los parques de maquinaria, zona de acopio de materiales, rellenos, la cubierta vegetal quedará totalmente eliminada y los suelos sufrirán una compactación notable. Para recuperar estas zonas se llevarán a cabo una serie de técnicas, que se especifican a continuación y serán de aplicación general:

- Previo al comienzo de las actividades se retirarán las tierras vegetales.
- Una vez concluida la fase de obra, se descompactarán los terrenos y se extenderán las tierras vegetales, en una capa de treinta a treinta y cinco centímetros (30-35 cm), variable en función de la zona.

Tras realizar la operación anterior se procederá a sembrar las superficies que se han descrito anteriormente y se llevarán a cabo las plantaciones.

Ejecución de las plantaciones

Los hoyos de plantación se realizarán entre siete y catorce días (7-14) días antes del momento de la plantación, para que el terreno adquiera el tempero adecuado para recibir las plantas.

En el momento de la plantación se añadirá abono orgánico o inorgánico al hoyo de plantación, que se mezclará con la tierra vegetal del ahoyado, y se administrará un riego de arraigo de al menos quince litros (15 l) de agua por hoyo.

VIVERO DE OBRA

Definición

Se entiende por Vivero de obra el área debidamente acondicionada para el correcto mantenimiento y/o endurecimiento de plantas procedentes de vivero.

Condiciones de las instalaciones

Área de mantenimiento de plantas

Toda planta -ya sea en raíz desnuda, cepellón o contenedor- de la que, en el momento de su recepción, no se prevea su plantación en un plazo máximo de doce horas (12 h) deberá ser depositada en la zona del Vivero de obra destinada a su mantenimiento.

Se asegurará que se suministre suficiente agua para el adecuado mantenimiento de las plantaciones.

Los lotes de procedencia no se mezclarán y, a efectos de su plantación en el vivero, serán de aplicación las condiciones establecidas en el presente punto.

El área de mantenimiento dispondrá de una zona destinada al endurecimiento de la planta. Quedará a criterio de la Dirección de Obra ordenar el trasplante de lotes, bien procedan del área interior del Vivero de obra, bien si a su recepción en obra se estimarán unas condiciones de vegetación no aptas para su plantación definitiva.

Control de calidad

Serán de aplicación las condiciones establecidas en los Apartados Dimensionado del material vegetal y Sanidad Vegetal.

Criterios de aceptación y rechazo

La planta de paso por Vivero de obra se aceptará o rechazará a su recepción en obra. Serán de obligado cumplimiento todas las condiciones de control de calidad recogidas en los Apartados Dimensionado del Material Vegetal y Sanidad Vegetal.

La Dirección de Obra, en función del grado de cumplimiento de dichas condiciones, decidirá la aceptación o el rechazo del lote en origen.

En cualquier caso, la aceptación de la Unidad de Obra bajo el supuesto de incumplimiento de condiciones de muestreo quedará condicionada a su viabilidad futura.

Control de calidad de la plantación

Muestreo

Con posterioridad a la plantación se podrá proceder a un muestreo de la ejecución definiéndose para cada Unidad de muestra como mínimo la calificación de los siguientes parámetros:

Verticalidad

Dimensionado

Situación del cuello

Grado de destrucción de la mota

Integridad del sistema radicular

La valoración de los mencionados parámetros por parte de la Dirección Ambiental de Obra decidirá el rechazo o la aceptación de la Unidad de muestra.

Criterios de aceptación y rechazo

Se aceptará el lote de plantación si todas las muestras cumplen las condiciones establecidas en el presente Artículo.

En caso de que alguna muestra incumpla las condiciones establecidas en el presente Artículo en un porcentaje superior al cinco por ciento (5%) de las plantas, quedará a criterio de la Dirección Ambiental de Obra el rechazo de esta Unidad de Obra o, en su defecto, ordenar las enmiendas oportunas, sin que en ningún caso éstas o la nueva ejecución sean objeto de abono.

En cualquier caso, la aceptación de la Unidad de Obra bajo el supuesto del incumplimiento de condiciones de muestreo quedará condicionada a su viabilidad futura.

SALIDA DEL VIVERO DE OBRA HACIA EL ÁREA DE PLANTACIÓN

La preparación de la planta para su transporte al lugar de plantación, se efectuará de acuerdo con las exigencias de la especie, edad de la planta y sistema de transporte elegido.

Las especies trasplantadas a raíz desnuda se protegerán en su zona radicular mediante material orgánico adecuado.

Las plantas en maceta se dispondrán de manera que ésta quede fija y aquéllas suficientemente separadas unas de otras, para que no se molesten entre sí.

El transporte se organizará de manera que sea lo más rápido posible, tomando las medidas oportunas contra los agentes atmosféricos, y en todo caso la planta estará convenientemente protegida.

El número de plantas transportadas desde el Vivero de obra al lugar de la plantación, debe ser el que diariamente pueda plantarse. Cuando no sea así, se depositarán las plantas sobrantes en zanjas, cubriendo el sistema radicular convenientemente y protegiendo toda la planta. Si el terreno no tuviera tempero, se efectuará un riego de la zanja manteniendo ésta con la suficiente humedad.

REPOSICIÓN DE MARRAS

Se define como reposición de marras la resiembra y sustitución de plantas que el Contratista deberá efectuar durante la ejecución de las obras y durante el período de garantía, hasta su recepción definitiva, cuando las especies correspondientes no hayan tenido el desarrollo previsto, a juicio de la Dirección Ambiental de Obra, o hayan sido dañadas por accidentes.

Se tolerará, en el control anterior a transcurrir el período de garantía, una mortandad máxima del cinco por ciento (5%) del volumen total de la plantación. Si se observara un porcentaje superior, se sustituirá la planta muerta.

SUMINISTRO DE PLANTAS:

Especificidad del material vegetal

DEFINICIÓN

Se entiende por "especificidad del material vegetal" la identidad existente en género, especie y variedad entre las plantas definidas en proyecto y las introducidas en la revegetación de la Obra.

CONDICIONES DE LOS MATERIALES

Toda especie y/o variedad vegetal deberá corresponderse con la definida en proyecto. Ante cualquier indefinición o duda referente a la especie será de aplicación el criterio establecido en la obra "Flora Ibérica" (Castroviejo, S. *et al.* 1986-1997. Flora Ibérica. Tomos I, II, III, IV, V y VIII. CSIC.) O en "Flora Europea" (Tutin, T.G. *et al.* 1964-1980. Flora Europea. 5 vol. Cambridge University Press).

Las plantas serán en general bien conformadas, de desarrollo normal, sin que presenten síntomas de raquitismo o retraso. No presentarán heridas en el tronco o ramas y el sistema radical será completo y proporcionado al porte. Las raíces de las plantas de cepellón o raíz desnuda presentarán cortes limpios y recientes, sin desgarrones ni heridas.

Su porte será normal y bien ramificado, y las plantas de hoja perenne presentarán el sistema foliar completo, sin decoloración ni síntomas de clorosis.

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.

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, aun 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 en razón a la edad del ejemplar.

En cuanto a las dimensiones y características particulares, se ajustarán a las descripciones del estudio simplificado de impacto ambiental, debiéndose dar como mínimo: para árboles, el perímetro y/o altura; para los arbustos, la altura, y para plantas herbáceas, la modalidad y tamaño.

El crecimiento será proporcionado a la edad, no admitiéndose plantas reviejas o criadas en condiciones precarias cuando así lo acuse su porte.

Las dimensiones que figuran en este pliego se entienden:

Altura: la distancia desde el cuello de la planta a su parte más distante del mismo, salvo en los casos en que se especifique lo contrario.

Perímetro: perímetro medido a un metro de la base del tronco.

Ante cualquier indefinición se estará a lo dispuesto por el Director Ambiental de Obra.

CONTROL DE CALIDAD

Recepción

Todo material vegetal introducido en obra deberá estar etiquetado con indicación de género, especie, autor y variedad si procediera. El material de las etiquetas deberá ser biodegradable.

Ante cualquier indefinición será de aplicación lo establecido en el epígrafe Condiciones de los materiales.

Para las especies indicadas en la Orden 21 de enero de 1986 por la que se regula la comercialización de los materiales forestales de reproducción, deberá acompañarse de documento que acredite la procedencia de su material de reproducción haciendo referencia explícita a los números de lote y etiquetas oficiales. En caso contrario no se recepcionará dicho material, indicando este hecho en el Diario Ambiental de Obra.

Identidad del material vegetal

Cuando se estime oportuno se procederá a un muestreo para la identificación de las especies y variedades suministradas.

Criterios de aceptación y rechazo

Serán rechazadas las plantas:

- Que en cualquiera de sus órganos o en su madera sufran o puedan ser portadoras de plagas o enfermedades.
- Que hayan sido cultivadas sin espaciamiento suficiente.
- Que hayan tenido crecimientos desproporcionados, por haber sido sometidas a tratamientos especiales o por otras causas.
- Que lleven en el cepellón plántulas de malas hierbas.
- Que durante el arranque o el transporte hayan sufrido daños que afecten a estas especificaciones.
- Que no vengan protegidas por el oportuno embalaje.

Independientemente del momento en el que se detectara y verificara la falta de identidad entre una especie introducida en obra respecto a la definida en proyecto, ésta será objeto de rechazo.

En cualquier caso, la aceptación de la Unidad de Obra bajo el supuesto de incumplimiento de condiciones de muestreo quedará condicionada a su viabilidad futura, a evidenciar en el período de garantía de las obras.

Tratamientos a ejecutar

A continuación se incluye una tabla resumen con las especies a plantar en cada zona objeto de restauración:

LUGAR		ESPECIE	UNIDADES
Zona de incorporación del alivio de Zuazo		<i>Cedrus Deodara G.Don</i>	1
		<i>Aesculus Hippocastanum</i>	3
		<i>Betula pendula</i>	2
		<i>Berberis thunbergii</i>	39
		<i>Buxus sempervirens "bola"</i>	8
		<i>Hibiscus syriacus</i>	3
Área de localización del edificio de la obra de derivación	Calle Errekatzu	<i>Morus alba</i>	28
	Jardín Botánico	Definidas por el Jardín Botánico	11
	Entutorado árbol		28
	Tierra vegetal en alcorques		26 m ³
	Apertura de alcorque		26 ud
Estación de bombeo		Definidas por el Consorcio de aguas	1.118

Equivalencias. Posibilidad de sustitución de especies

Sólo se admitirán sustituciones de especies por otras equivalentes cuando se prevea con la suficiente antelación y sea aprobado por el contratista.

Sanidad vegetal

DEFINICIÓN

Se entiende por "Sanidad Vegetal" la ausencia de daños y alteraciones en la planta producidos por parásitos vegetales y animales, enfermedades y afecciones no parasitarias.

CONDICIONES DE LOS MATERIALES

Documentación exigible

Todas las especies objeto de plantación serán originarias o procedentes de empresas o viveros inscritos en el Registro Oficial de Productores de Plantas de Vivero. Además, para los géneros listados a continuación, se exigirá su inscripción en el Registro de Comerciantes, Productores e Importadores y en su circulación por el territorio serán portadores de Pasaporte Fitosanitario. La lista de estos géneros es la siguiente:

<i>Abies</i>	<i>Fortunella</i>	<i>Platanus</i>
<i>Argiranthenum</i>	<i>Gerbera</i>	<i>Poncirus</i>
<i>Aster</i>	<i>Gladiolus</i>	<i>Populus</i>
<i>Begonia</i>	<i>Gypsophila</i>	<i>Prunus</i>
<i>Questanea</i>	<i>Hiacinthus</i>	<i>Pseudotsuga</i>
<i>Chaenomeles</i>	<i>Impatiens</i>	<i>Pyracantha</i>
<i>Citrus</i>	<i>Lris</i>	<i>Pirus</i>
<i>Cotoneaster</i>	<i>Larix</i>	<i>Quercus</i>
<i>Cydonia</i>	<i>Malus</i>	<i>Sorbus</i> (excepto <i>Sorbus</i> <i>intermedia</i>)
<i>Dendrathema</i>	<i>Mespilus</i>	<i>Stranvaesia</i>
<i>Dianthus</i>	<i>Narcissus</i>	<i>Tulipa</i>
<i>Eryobotrya</i>	<i>Pelargonium</i>	<i>Tsuga</i>
<i>Eucaliptus</i>	<i>Picea</i>	<i>Verbena</i>
<i>Euphorbia pulcherina</i>	<i>Pinus</i>	<i>Vitis</i>

Sintomatología

En las diferentes partes de las plantas no podrán observarse los siguientes síntomas:

- Raíces: nódulos, tumores, pudrimientos, necrosis, esclerosis.
- Tallos: chancros, pudrimientos, malformaciones, tumores, necrosis, galerías, alteraciones de pigmentación.
- Hojas: manchas, decoloraciones, malformaciones, agallas, marchitez, galerías, picaduras de insectos.

Ante cualquier síntoma que haga sospechar la existencia de patología o presencia de organismos nocivos, el contratista adoptará las medidas oportunas para su diagnóstico.

La planta debe presentar una relación proporcionada entre el tamaño de su parte aérea, el diámetro del cuello de la raíz, el tamaño y densidad de las raíces, y la edad de la planta.

La forma de la planta se debe ajustar a la normal de cada especie. De igual manera el color del follaje, así como la estructura del ramaje y su lignificación deben ser normales.

La forma y aspecto del sistema radicular será normal y no presentará raíces excesivamente espirilizadas o amputadas, para lo cual se empleará el envase adecuado.

Nemátodos

Las raíces y las tierras y sustratos unidos a la planta deberán estar exentos de nemátodos fitoparásitos.

CONTROL DE CALIDAD

Nemátodos

A la recepción de la planta se podrá tomar muestra (tamaño de muestra definido por la Dirección Ambiental de Obra) de raíces y/o sustratos para su remisión al Centro Oficial de Sustratos para su remisión al Centro Oficial de Análisis y se procederá a verificar la ausencia de nemátodos fitoparasitarios conforme a la metodología descrita en el "Manual de Laboratorio. Diagnóstico de Hongos, Bacterias y Nemátodos Fitopatógenos" del "Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación".

Especies objeto de revegetación

En cada una de las especies objeto de revegetación se procederá al control sanitario de parásitos, patógenos y enfermedades.

La Dirección Ambiental de Obra podrá ordenar controles complementarios atendiendo a los Avisos fitosanitarios emitidos por Organismos Oficiales en condiciones climáticas singulares.

Material vegetal autóctono

DEFINICIÓN

A efectos del presente proyecto se entiende por "material vegetal autóctono" a aquellas especies o variedades que se hallen en la zona en proporciones significativas con anterioridad a las obras, bien por tratarse de plantas pertenecientes a los ecosistemas locales, bien por tratarse de especies forestales cultivadas habitualmente en dicho punto. El ámbito para la determinación de las especies autóctonas debe entenderse en sentido amplio, como región o zona biogeográfica y corológicamente homogénea.

CONDICIONES DE LOS MATERIALES

Procedencia

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.

Especies objeto de revegetación "autóctona"

Las especies objeto de revegetación autóctona son las definidas en el epígrafe Definición.

Especies no identificadas como autóctonas

Se admitirá la plantación de especies no identificadas como autóctonas únicamente bajo autorización explícita y debidamente documentada del contratista, atendiendo a criterios de ubicación.

CONTROL DE CALIDAD

Serán objeto de seguimiento e inspección todas aquellas actividades destinadas a conseguir propágulos con categoría de autóctonas.

Cualquiera de las actividades seguidamente indicadas será notificada a la Dirección de Obra con la suficiente antelación para posibilitar su correcta inspección:

- Recolección.

- Almacenamiento.
- Proceso de germinación.
- Formación de plántula.
- Formación de lotes.

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Será objeto de aplicación lo expuesto en los apartados Dimensionado del Material Vegetal y Sanidad Vegetal.

Dimensionado del material vegetal

DEFINICIÓN

Se entiende por "dimensionado del material vegetal" la información que incluye tanto el proceso de producción de la planta como el dimensionado de los parámetros que definen sus condiciones de suministro a obra.

PROCESO DE PRODUCCIÓN

Para todo tipo de planta -a raíz desnuda, en cepellón o en contenedor-, las condiciones climáticas, régimen térmico e higrométrico del vivero de procedencia deberán ser similares o en su caso más rigurosas que las de la zona objeto de revegetación.

CONDICIONES DE RECEPCIÓN

La planta en contenedor sólo se podrá admitir cuando así lo especifique el Proyecto y en cualquier caso pasará el último año de producción en contenedor sujeto a lo especificado en el párrafo anterior.

Planta en raíz desnuda

Se verificará, en el momento de su suministro, la existencia de una abundante masa de raíces secundarias que aseguren su supervivencia.

No se observará, a criterio de la Dirección Ambiental de Obra, ningún tipo de actividad vegetativa.

Se comprobará que el perímetro medido a un metro del cuello de raíz y las alturas máximas/mínimas se encuentran dentro de los intervalos definidos en el Proyecto.

El tiempo desde su arranque en vivero hasta su entrega en obra (vivero o corte) no ha de exceder las 48 horas y sus raíces vendrán debidamente protegidas contra el estrés hídrico (sacos humectados, etc.).

Planta en cepellón

Se verificará, en el momento de su suministro, la inexistencia de raíces secundarias que traspasan el cepellón. Se comprobará que el perímetro, medido a un metro del cuello de raíz, las alturas máximas/mínimas y el dimensionado del cepellón se encuentran dentro de los intervalos definidos en el Proyecto. En ningún caso se admitirá planta en bolsa.

El tiempo desde su arranque en vivero a su entrega en obra (vivero o corte) no ha de exceder las 48 horas. No se admitirán riegos antes del arranque, como mínimo en un periodo de dos meses, sin orden expresa de la Dirección Ambiental de Obra.

DOCUMENTACIÓN ADJUNTA AL SUMINISTRO

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.

CONTROL DE CALIDAD

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.

2.3.5 Seguimiento y vigilancia ambiental

2.3.5.1 Consideraciones generales

Durante la fase de construcción y explotación se llevará a cabo un seguimiento por parte del Contratista de los aspectos medioambientales de las obras.

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) se dividirá en dos fases, de diferente duración:

- Primera fase: Se corresponderá con la fase de construcción de las obras, y se extenderá desde la fecha del Acta de Comprobación del Replanteo hasta la de Recepción de las obras, es decir, coincidiendo con el plazo de ejecución.
- Segunda fase: se extenderá desde la fecha del Acta de Recepción de las obras y abarcando un periodo de tres (3) años, lo cual coincidirá con los primeros años de la fase de explotación de las obras.

Será competencia del Contratista el desarrollo del Plan desde el inicio de las obras hasta la finalización del Período de Garantía.

El equipo encargado de llevar a cabo el PVA estará compuesto por:

- El Director Ambiental de las Obras, quien será el interlocutor entre el Contratista y el Director de las Obras en temas ambientales, deberá ser un titulado superior competente en estas materias, preferiblemente Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Ingeniero de Montes, Ingeniero Agrónomo, Licenciado en Ciencias Biológicas, Licenciado en Ciencias Geológicas o Licenciado en Ciencias Ambientales.

Será el responsable de la ejecución de las indicaciones contenidas en el Plan, del seguimiento e informe sobre la adopción de las medidas protectoras y correctoras y de la emisión de los informes técnicos contemplados en el PVA y sin perjuicio de las funciones

del Director de Obra previstas en la legislación de contratos de las Administraciones Públicas.

Asimismo, será el responsable del Plan de Aseguramiento de la Calidad de las medidas correctoras diseñadas en el Proyecto de Construcción.

- Equipo de Técnicos Especialistas, que estará compuesto por, al menos, dos personas especialistas que realizarán la campaña de visitas periódicas durante toda la primera fase del presente Programa, siendo una de ellas con titulación superior y otra con titulación media, ambas con formación y experiencia en gestión ambiental en obra.

Durante la segunda fase, el Equipo estará integrado por el Director Ambiental de las Obras y el especialista citado en primer lugar.

Durante el periodo de tiempo en que se encuentre en vigencia el PVA el Equipo de Control y Vigilancia trabajará en colaboración con el Ingeniero Director de las Obras, para asesorarle sobre cualquier problema de índole ambiental que pudiera surgir, informándole con la mayor brevedad posible del desarrollo de los trabajos definidos en el Programa. Asimismo, establecerá las medidas correctoras que permitan minimizar impactos no previstos que puedan aparecer durante la ejecución de las obras.

El Equipo de Vigilancia y Seguimiento, y como responsable del mismo el Director Ambiental de las Obras, redactará los informes que se especifican en el presente plan, que serán presentados al Director de las Obras quien, a través del Departamento de Obras Públicas y Transportes, acreditará su contenido y conclusiones. Este Organismo remitirá dichos informes al Servicio de Medio Ambiente y Paisaje, ambos de la Diputación Foral de Bizkaia.

Desde la fecha del Acta de Comprobación de Replanteo hasta la firma del Acta de Recepción, el calendario de trabajo y los puntos de inspección vendrán determinados por el programa de trabajo general de la obra, adecuándose y reestructurándose con el desarrollo de la misma.

El Equipo de Vigilancia Ambiental trabajará en coordinación con el personal técnico ejecutante de las obras, y estará informado, en todo momento, de las actuaciones de la obra que se vayan a realizar, asegurándose de esta forma su presencia en la fecha exacta de ejecución de las unidades de obra que puedan tener repercusiones ambientales. Asimismo, se le notificará con antelación la situación exacta de los tajos o lugares donde se actuará y el periodo previsto de permanencia, de forma que sea posible establecer los puntos de inspección oportunos, de acuerdo con los indicadores a controlar establecidos en el PVA.

En cualquier caso, el calendario de campañas, contemplará dos visitas a obra de forma semanal de los técnicos especialistas, que podrán solaparse o no dependiendo de las características de los indicadores a controlar.

En los tres años siguientes desde la fecha de la firma del Acta de Recepción, es decir, hasta la finalización del periodo de garantía, deberán realizarse, al menos, cuatro visitas anuales, coincidiendo con los cambios estacionales y con la ejecución de las tareas de conservación y mantenimiento proyectadas.

2.3.5.2 Ejecución de las obras

El desarrollo del Plan de Vigilancia Ambiental atenderá a lo dispuesto en el Estudio Simplificado de Impacto Ambiental, que se considerará contractual en todo su contenido.

El Plan de Vigilancia Ambiental incluye el control de:

Periodo de construcción

Mientras duren las obras, el Director Ambiental de la Obra, deberá de comprobar la correcta ejecución de las medidas de integración ambiental, preventivas y correctoras, expuestas en el estudio de impacto ambiental, así como otras que se consideren necesarias para la protección de todos los aspectos ambientales que forman parte del entorno natural del ámbito de actuación del proyecto. Se redactará un informe mensual en el que se recojan todos los aspectos ambientales objeto de vigilancia ambiental y la aplicación y eficacia de dichas medidas de integración, así como los resultados de todas las mediciones de control realizadas y los registros requeridos para una correcta gestión ambiental de la obra.

En el caso de que surgiera alguna incidencia se deberá de redactar un informe especial que será tramitado a través del organismo competente, ya sea la Departamento de Cultura o de Medio Ambiente.

Los informes mensuales se deberán remitir al órgano competente, en este caso la Dirección General Medio Ambiente de la Diputación Foral de Álava en el caso de que los reclame.

Durante este periodo se llevará a cabo pues, un seguimiento de la eficacia de las medidas preventivas y correctoras durante la fase de obras. Se pondrá especial énfasis en que se realicen las siguientes operaciones:

- Correcta acotación del perímetro de la obra: durante la fase de obra se comprobará que no se traspasa esta delimitación, recogiendo las incidencias que se hubiesen producido en el informe mensual correspondiente. Al finalizar las obras se deberán retirar los sistemas de jalonamiento y demás elementos.
- Supervisión del despeje, desbroce y tala del terreno, previa a la extracción de la tierra vegetal, comprobando que se haga en las condiciones indicadas en las medidas correctoras y se limite a la zona comprendida estrictamente dentro de los límites de la actuación.
- Utilización de camiones cuba para el riego de las áreas de movimiento de tierras en la salida de los camiones que se incorporen a la circulación urbana.
- Control de que las tierras de préstamos se ubiquen en áreas destinadas a tal fin. En caso de que no se localizasen en dichas áreas, deberá realizarse un estudio de ubicación de las mismas.
- Comprobar que el mantenimiento de la maquinaria se realice evitando la contaminación hídrica y edáfica por vertidos de aceites y combustibles.
- Se protegerán los ejemplares arbóreos que no resulten afectados directamente por las obras. Se evitarán acciones innecesarias y se cercarán las áreas singulares más fácilmente deteriorables. Este seguimiento y control se mantendrá durante las obras y se realizará "in situ". Se controlará el riego periódico del sistema foliar sobre todo en periodos estacionales de sequía.
- Asegurar que todos los lugares de instalación de maquinaria sean recuperados al finalizar las obras, restituyéndolos a las condiciones originarias.
- Realización de un plan de señalización y ordenación del tráfico. Este control durará lo que duren las obras realizándose de forma permanente en el área urbana.
- Seguimiento de la interrupción del viario existente, minimizando las posibles molestias ocasionadas a la población.
- Mantenimiento de las condiciones de sosiego actuales mediante prohibición de la ejecución de las obras durante el periodo nocturno, y mediante la realización periódica de labores de mantenimiento de la maquinaria.
- Una vez finalizadas las obras se procederá a controlar la recuperación ambiental del entorno afectado.
- Incluir un listado de la legislación ambiental vigente aplicable a la obra, con los requisitos legales a cumplir en cuanto a gestión de residuos inertes y peligrosos,

contaminación acústica y atmosférica, permisos de vertido y captación, contaminación de suelos y aguas, etc.

- Asegurar la correcta ubicación de los parques de maquinaria, comprobando que éstos no se instalen en zonas de dominio público hidráulico, núcleos urbanos.
- Comprobar la aplicación de medidas preventivas y correctoras de impacto ambiental en cada uno de los parques de maquinaria: lavadero de ruedas, soleras impermeabilizadas para depósitos de aceite y combustibles y para la realización de operaciones de mantenimiento de vehículos y maquinaria de obra.
- Asegurar la correcta instalación de puntos limpios, impartiendo la formación necesaria al personal de obra con el fin de que se utilice correctamente y contratar los gestores autorizados correspondientes para la retirada y gestión de residuos peligrosos.

Periodo de explotación

Durante este periodo se realizarán las siguientes operaciones:

- Vigilancia de las restituciones vegetales realizadas:
 - Riego continuado para los ejemplares arbóreos recién plantados, así como de reposición de plantones malogrados.
 - Las plantaciones se han de inspeccionar con regularidad para asegurar su correcto desarrollo.
- Vigilancia sobre la reposición morfológica de los terrenos afectados:
 - Comprobación de la correcta restitución de las formas de relieve preexistentes, informando al promotor si fuese necesario de la necesidad de realizar modificaciones en el acabado de las obras.

Además de las acciones que se han mencionado anteriormente, se realizarán estudios complementarios de detalle siempre y cuando se presenten circunstancias excepcionales que impliquen riesgos ambientales, tanto en fase de obra como de explotación.

2.3.6 Medidas de protección de los suelos

2.3.6.1 Lavadero de ruedas

2.3.6.1.1 Definición y alcance

Este artículo comprende las unidades "Lavadero de ruedas"; supone la instalación de una estructura de hormigón y acero que permita la garantía del lavado previo a la salida o entrada de los vehículos y maquinaria móvil en la zona de obra, de forma que las ruedas giren al menos una vez, quedando limpias antes de ocupar la vía pública. Esta medida previene la transmisión a la atmósfera de sólidos en suspensión.

2.3.6.1.2 Materiales

La estructura está compuesta por una estructura de hormigón armado con un foso central de 5 m de largo por 4 de anchura y un espesor de 30 cm; a ambos lados de éste hay dos rampas de hormigón que permiten descender hasta la zona del foso, que está cubierta por una reja de acero laminado compuesta de 15 barras longitudinales de 15 cm de diámetro y tres barras transversales soldadas a las anteriores, de sección cuadrangular de 15 x 15 cm.

Lateralmente, y a 1 m de su perímetro, se localizará un balizamiento simple que oriente la entrada de los vehículos hasta el lavadero.

2.3.6.1.3 Ejecución de las obras

De acuerdo con el Estudio Simplificado de Impacto Ambiental y el Proyecto de Construcción, y antes del inicio de la emisión del acta de replanteo se redactará un Plan de Obra en el que se determinará el viario de la obra; y las zonas de entrada al parque de maquinaria y depósito de sobrantes, desde las que se acceda a la vía pública, donde se localizará un lavadero de ruedas.

La localización de lavadero deberá ser aprobado de manera preliminar por la Dirección Ambiental de Obra conjuntamente con el resto del Plan de Obra; en caso contrario se establecerán las modificaciones oportunas.

El lavadero se ejecutará en el primer mes de la utilización del viario de forma que los vehículos tengan que pasar necesariamente a su través. Será necesario localizar para esto la señalización oportuna y el jalonamiento pertinente

2.3.6.1.4 Control de calidad

Se comprobará por parte del equipo de la Dirección Ambiental de Obra los siguientes aspectos:

Antes de la ejecución:

- Coherencia con el Proyecto Constructivo y el Estudio de Impacto Ambiental de la propuesta del Plan de Obra.

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.

2.3.6.2 Punto limpio de residuos peligrosos

2.3.6.2.1 Definición y alcance

Este artículo comprende la unidad "Creación de un Punto Limpio para el almacenamiento de residuos peligrosos".

El objeto del Punto Limpio es adecuar una zona para el acopio durante menos de 6 meses de residuos peligrosos generados en la obra, estableciendo una base estructural para la gestión establecida por la legislación y el estudio de impacto ambiental de los residuos peligrosos en la obra.

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.

2.3.6.2.2 Materiales

El punto limpio estará constituido por un cubeto de hormigón de dimensiones interiores (2,5 - 3) x (5 - 6) m con un murete perimetral completo de 40 cm, accesible por la zona de entrada mediante una rampa exterior y otra interior.

El suelo del cubeto estará sobre la cota del terreno, de forma que si hubiese filtraciones hacia el exterior serían fácilmente visibles a través de la pared exterior del cubeto, y previniendo también la entrada de agua en caso de inundación.

El cubeto estará protegido de la intemperie al menos por una tejavana sostenida por cuatro tubos de acero galvanizado de 3,5 - 4 m de altura, anclados 50 cm en el terreno, desmontables, y sobre el que se establecerá una malla metálica o plástica rígida. La puerta deberá ser de al menos 1,5 m de anchura, y tendrá que poder cerrarse con candado en caso de necesidad.

El punto limpio tendrá al menos en dos de sus lados más visibles un cartel de material plástico de 70 x 80 cm, rígido, resistente a la intemperie en el que se explique con tipografía de gran tamaño y gran contraste, claridad y sencillez su utilización, indicando qué tipo de residuos deberán echarse en cada uno de los depósitos, y qué residuos no deberán echarse en estos contenedores.

En el interior del punto limpio deberá haber de forma continua al menos los siguientes materiales.

- Un contenedor o caja para contener y proteger la integridad de bombillas fluorescentes.
- Una plataforma de madera para colocar baterías agotadas; en la valla metálica sobre esta plataforma deberá colocarse un cartel plástico de 25 x 40 cm que indique su uso (p.e.: "BATERÍAS AGOTADAS").
- Un contenedor para aerosoles; en la valla sobre esta plataforma deberá colocarse un cartel plástico de 25 x 40 cm que indique su uso (p.e.: "RESIDUOS DE AEROSOL").
- Un contenedor para tierras contaminadas; en la valla sobre esta plataforma deberá colocarse un cartel plástico de 25 x 40 cm que indique su uso (p.e.: "ABSORBENTES Y TIERRAS CONTAMINADAS").
- Un contenedor para filtros de aceite agotados; en la valla sobre esta plataforma deberá colocarse un cartel plástico de 25 x 40 cm que indique su uso (p.e.: "FILTROS DE ACEITE AGOTADOS").
- Un contenedor aceite agotado; en la valla sobre esta plataforma deberá colocarse un cartel plástico de 25 x 40 cm que indique su uso (p.e.: "ACEITE AGOTADO").
- Un contenedor para residuos de envases contaminados; en la valla sobre esta plataforma deberá colocarse un cartel plástico de 25 x 40 cm que indique su uso (p.e.: "RESIDUOS DE ENVASES CONTAMINADOS").
- Un depósito con arena absorbente para la limpieza de cualquier derrame líquido que pudiera producirse.
- Una pala que permita recoger el absorbente utilizado.



Ejemplo de Punto Limpio

En caso de necesidad, a justificar por el equipo adscrito a la Dirección Ambiental de Obra, se colocarán otro tipo de depósitos o materiales, ajustándose a las necesidades que surjan en la obra.

2.3.6.2.3 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 de la Dirección Ambiental de 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.

2.3.6.2.4 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.

2.3.6.3 Punto señalado para la limpieza de hormigoneras

2.3.6.3.1 Definición y alcance

El objetivo básico de la colocación de un punto señalado para la limpieza de hormigoneras es evitar la contaminación del suelo natural y de las aguas superficiales y subterráneas producida por el vertido de restos de hormigón en el ámbito de las obras.

La utilización de este punto es obligatoria para todas las hormigoneras que trabajen en las obras, debiendo conocer todo el personal su ubicación y función.

2.3.6.3.2 Ejecución de las obras

Previamente al inicio de las obras, el contratista, junto con la Asesoría Ambiental especializada, acondicionará un punto perfectamente señalado para la limpieza de hormigoneras. Esta zona deberá estar alejada de las zonas sensibles existentes en el ámbito de actuación:

La ejecución de este punto comprende:

- Excavación de una fosa
- Instalación de un sistema de recogida de aguas
- Desagüe de las aguas recogidas en balsa de retención

La zona para limpieza de hormigoneras debe contar con una señalización clara y perfectamente visible que facilite su utilización, además de localizarse en una zona accesible.

El contratista deberá realizar un correcto mantenimiento de esta zona para la limpieza de hormigoneras, extrayendo periódicamente los restos de hormigón acumulados, y asegurando el transporte de los mismos a vertedero autorizado.

Una vez finalizadas las obras, se procederá al desmantelamiento del punto de limpieza, llevando a cabo todas las medidas de recuperación del área afectada descritas en el Anejo de Ordenación Estética, Ecológica y Paisajística.

2.3.6.4 Lavadero de maquinaria y vehículos

2.3.6.4.1 Definición y alcance

La maquinaria de obra, tiene en general una movilidad reducida, lo que favorece que el personal realice con frecuencia, y sin control, actividades de limpieza de maquinaria. Estas

actividades, habituales en obra, pueden producir impactos sobre el suelo, y las aguas superficiales.

El objeto de esta medida es el control de los contaminantes generados por estas actividades de limpieza, estableciendo las condiciones en que estas se realizarán, evitando de esta forma la aparición de impactos.

2.3.6.4.2 Ejecución de las obras

La realización de labores de limpieza de vehículos y maquinaria está prohibida en la obra. Todos los vehículos y maquinaria realizarán las labores de limpieza en establecimientos adecuados, ajenos a la zona de obra.

En circunstancias justificadas, y con la autorización de la Dirección Ambiental de Obra, en las condiciones que éste establezca, podrán realizarse tareas de limpieza de vehículos y maquinaria. En todo caso no podrán realizarse estas tareas para aquellos vehículos cuya limpieza sea factible fuera de la obra, y en establecimientos adecuados.

A continuación, se establecen una serie de restricciones mínimas que se deberán considerar, sin menoscabo de otras que de acuerdo con las circunstancias, y el criterio de la Dirección Ambiental de la Obra puedan ser precisas.

El uso de productos químicos para la limpieza de vehículos y maquinaria en obra deberá restringirse a productos no contaminantes, estando totalmente prohibida la limpieza con productos inflamables como gasolina o diesel.

Se deberá establecer una zona específica para la realización de las labores de limpieza de maquinaria, que deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Debe salgan de este entorno y garantice el control de las aguas. Ser una superficie impermeabilizada de tamaño suficiente y con un diseño que impida que las aguas
- El drenaje de esta zona deberá evacuar el agua a un depósito para la retención de las aguas de lavado con un volumen mínimo en torno a 4 m³, que servirá como desarenador y sobre el que podrán realizarse limpiezas de hormigoneras.
- En el caso en el que las aguas residuales de limpieza tengan gran contenido en aceites y grasas, deberá incorporarse dispositivos portátiles de separación de grasas.
- El estado de estos depósitos deberá controlarse diariamente, procediéndose al mantenimiento que sea oportuno: recogida de lodos y arenas, evacuación de grasas y aceites a punto limpio, retirada y acopio de aguas para su reutilización o traslado.
- El diseño de la evacuación de aguas deberá permitir la incorporación de diferentes dispositivos de acuerdo con las necesidades.
- Las hormigoneras deberán podrán lavar las canaletas en el lugar establecido para esto; pero no podrán lavar las cubas. Las podrán llenar parcialmente para evitar el fraguado de los residuos de la cuba, y las deberán llevar las aguas residuales a la planta de producción, donde podrán ser reincorporadas al proceso.
- Debe disponerse de una fuente de agua corriente, y al menos un depósito de 1 m³ de agua reciclada), y medios de aspersión (bomba y mangueras).

2.3.6.4.3 Localización

La localización de la zona de limpieza de maquinaria debe estar accesible a los diferentes vehículos de obra, y debe establecerse considerando especialmente la maquinaria de baja movilidad.

- Antes de la emisión del acta de replanteo se propondrá una planificación a la Dirección Ambiental de Obra en la que figure la localización y las características de diseño de la

zona de limpieza de maquinaria, y procedimiento de gestión, mantenimiento, y demolición y gestión final de los materiales residuales. La Dirección Ambiental de Obra establecerá los cambios oportunos antes de la emisión del acta, o bien aprobará la propuesta de zona de limpieza.

2.4 Gestión de residuos

2.4.1 Plan de gestión de residuos

2.4.1.1 Objetivo

El objetivo del plan es la recogida, gestión y almacenamiento de forma selectiva y segura, de los residuos y desechos, sólidos o líquidos generados en las obras, para evitar la contaminación de las aguas superficiales o subterráneas, así como de los suelos del lugar. De esta manera se permitirá su traslado a plantas de reciclado o de tratamiento. Esta medida deberá estar incluida en el Plan de Gestión de Residuos (PGR) que deberá presentarse por el contratista, de acuerdo con el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, antes del inicio de las obras para su aprobación por la Dirección Ambiental de Obra.

2.4.1.2 Descripción de la medida

El contratista deberá redactar un Plan de Gestión de Residuos que desarrolle el Estudio de Gestión de Residuos incluido en este proyecto, de acuerdo con el Real Decreto 105/2008, antes del inicio de las obras para su aprobación por la Dirección Ambiental de Obra.

En este plan se establecerán las siguientes medidas:

- Sistemas de reducción de producción de residuos
- Sistema de segregación de residuos
- Sistemas de reciclaje
- Comprobación final del estado de limpieza

El plan se apoyará en los siguientes elementos:

- Puntos limpios
- Servicio de recogida
- Formación e información

Puntos limpios

Para la gestión de los residuos sólidos generados durante las obras (maderas, plástico, papel, etc.), se prevé la instalación de puntos limpios, distribuidos por el parque de maquinaria y demás instalaciones auxiliares. Se entiende por puntos limpios aquellas zonas de almacenamiento temporal de residuos, desechos, aguas sucias o similares. Los puntos limpios son diseñados acordes con el objetivo de un almacenamiento selectivo y seguro de materiales sobrantes y aguas residuales.

Para cada punto limpio se define una zona de influencia y, en su caso, se organiza el correspondiente servicio de recogida con periodicidad suficiente (diario, semanal,...) y contarán con una señalización propia.

Al final de la vida útil de cada punto limpio o al terminar la ejecución de la obra, se procederá a la restauración de las áreas utilizadas con los criterios establecidos en el apartado correspondiente a la restauración de las zonas de instalaciones.

En el caso de residuos sólidos, el sistema de puntos limpios consiste en un conjunto de contenedores, algunos con capacidad de compactación, distinguibles según el tipo de desecho y contiguos a las áreas más características del proyecto. El correcto funcionamiento de este sistema no descarta una minuciosa limpieza al final de la obra de toda el área afectada, directa o indirectamente, por el presente proyecto.

Contenedores

Los contenedores son seleccionados en función de la clase, tamaño y peso del residuo considerado, las condiciones de aislamiento requeridas y la movilidad prevista del mismo.

En principio se escoge el material de cada contenedor dependiendo de la clase de residuo, el volumen y el peso esperado de los mismos y las condiciones de aislamiento deseables. Probablemente, la mayor parte de los contenedores podrán seleccionarse entre aquellos diseñados para los residuos urbanos.

El correcto funcionamiento del sistema de puntos limpios aconseja la distinción visual de los contenedores según el tipo de residuo. Para ello se colocarán contenedores de distintos colores, de tal modo que colores iguales indiquen residuos de la misma clase.

Una posible distribución de colores es la siguiente:

TIPO DE RESIDUO	COLOR
Metal, plástico y brick	Amarillo
Madera	Marrón
Tóxicos	Rojo
Neumáticos	Negro
Papel y cartón	Azul
Vidrio	Verde
Restos orgánicos	Blanco

Independientemente del tipo de residuo, el fondo y los laterales de los contenedores serán impermeables, pudiendo ser sin techo (abiertos) o con él (estancos).

Respecto a los residuos peligrosos, es especialmente importante separar y no mezclar estos, así como a envasarlos y etiquetarlos de forma reglamentaria. Por lo tanto, es necesario agrupar los distintos residuos peligrosos por clases en diferentes contenedores debidamente etiquetados para facilitar su gestión.

Localización de los puntos limpios

Los puntos limpios, se localizan en las zonas de instalaciones, ya que la actividad fuera de éstas se reducirá a la maquinaria de movimiento de tierras.

El desarrollo de la obra aconsejará la ampliación de contenedores o la retirada de algunos de ellos. Los lixiviados de puntos limpios son recogidos y almacenados en el depósito estanco preparado a tal efecto.

Se señala como orientativa la siguiente distribución de contenedores según su localización:

Parque de maquinaria y residuos de metales. Oficinas, almacén, comedor y vestuarios

Depósito estanco preparado para grasas, aceites y otros derivados del petróleo

Contenedor estanco para recipientes metálicos

Contenedor abierto para neumáticos

Contenedor estanco para embalajes y recipientes plásticos

Contenedor estanco para embalajes de papel y cartón

Contenedor estanco para recipientes de vidrio

Contenedor estanco para restos orgánicos.

Zona de construcción de estructuras y obras de fábrica

Contenedor abierto para metales

Contenedor abierto para maderas

Contenedor estanco para embalajes plásticos

Contenedor estanco para embalajes de papel y cartón

Servicio de recogida

Existirá un servicio de recogida periódico y selectivo a cargo de una empresa certificada como Gestor de Residuos autorizado. La determinación del turno de recogida más conveniente dependerá de las condiciones particulares de la obra y del momento de operación, así como de la localización de los puntos limpios antes descritos. Independientemente del servicio de recogida normal, se prevén los medios y personal necesario para la recogida, almacenamiento, tratamiento y/o transporte a vertedero o localización definitiva, de aquellos materiales sobrantes que, por su peso, tamaño o peligrosidad no estén al alcance del servicio de recogida.

Formación e información

La empresa contratista deberá asegurarse de que todos los que intervienen en la obra conocen sus obligaciones en relación con los residuos; para esto, se deben dar a conocer las obligaciones y responsabilidades de cada uno de los que intervienen en la gestión de los residuos, mediante la difusión de las normas y las órdenes dictadas por la dirección técnica de la obra.

No obstante, la acción del encargado no debe limitarse solamente a transmitir esa información, sino que además debe velar por el estricto cumplimiento de la misma.

Asimismo, se deberá fomentar en el personal de la obra el interés por reducir el uso de recursos utilizados y los volúmenes de residuos originados; para ello se explicará mediante formación a todos los que intervienen en la obra las ventajas medioambientales de una buena práctica, esto es, una práctica que reduzca los recursos utilizados y los residuos generados, habida cuenta de que la sensibilización es uno de los motores más eficaces para lograr una construcción sostenible.

Puntos de inspección

Antes del inicio de la obra

Comprobación de la validez del PGR (concordancia con el Estudio de Gestión de Residuos del Proyecto, desarrollo de las medidas establecidas,...).

Durante y tras la ejecución de la medida

Comprobación de la segregación y gestión adecuada de los residuos tanto en el aspecto del estado real de la obra, como en el aspecto de documentos acreditativos de la gestión de los residuos.

Comprobación de la existencia de los medios necesarios para la adecuada gestión de los residuos.

2.4.2 Segregación de residuos

Los residuos generados en la ejecución de la obra deben segregarse adecuadamente para que la gestión de los mismos sea de acuerdo a la legislación; en todo caso deberán segregarse en obra los residuos peligrosos de los no peligrosos.

Para favorecer el cumplimiento de estas prescripciones, se deberá aportar por el contratista a la Asistencia Ambiental de Obra, antes de la emisión del acta de replanteo de la obra, un procedimiento específico de segregación de residuos al que se deberá someter el contratista y todas las partes que participen en la obra.

Este procedimiento deberá establecer la siguiente segregación mínima en las siguientes clases:

Clase 1.

Los residuos derivados de la actividad humana en la obra, constituidos por:

- Plástico (envoltorios y envases de productos alimentarios)
- Vidrio (envoltorios y envases de productos alimentarios)
- Restos orgánicos de comida

No se incluye en este grupo ningún residuo de estas características pero que esté manchado con residuos o sustancias peligrosas.

Clase 2.

Los residuos orgánicos procedentes de desbroces y la vegetación existente en la zona.

- Troncos,
- Ramaje derivado de poda,
- Tocones

No se incluye en este grupo ningún residuo de estas características pero que esté manchado con residuos o sustancias peligrosas.

Clase 3.

Los residuos inertes de materiales de construcción, tanto si han sido generados en la propia obra, como si están presentes en el ámbito de trabajo.

No se incluye en este grupo ningún residuo de estas características pero que esté manchado con residuos o sustancias peligrosas.

Clase 4.

Los residuos derivados de la excavación de materiales sin características de tierra vegetal.

No se incluye en este grupo ningún residuo de estas características pero que esté manchado con residuos o sustancias peligrosas.

Clase 5.

Los residuos derivados de la excavación de materiales sin características de tierra vegetal.

No se incluye en este grupo ningún residuo de estas características pero que esté manchado con residuos o sustancias peligrosas.

2.4.3 Segregación de residuos peligrosos

Los residuos generados en la ejecución de la obra deben segregarse adecuadamente para que la gestión de los mismos sea de acuerdo a la legislación. En todo caso, deberán separarse los residuos peligrosos de los no peligrosos.

Los residuos deberán segregarse de acuerdo con un procedimiento específico que deberá aportar y al que deberá someterse el contratista.

Este procedimiento deberá aportarse antes del acta de replanteo de la obra, y deberá aprobarlo la Asistencia Ambiental antes del inicio de la obra.

Este procedimiento deberá establecer la segregación de los residuos peligrosos de los siguientes tipos:

- Aceites usados
- Tierras manchadas de combustible o aceites
- Otros materiales impregnados de aceites, hidrocarburos, y otras sustancias peligrosas
- Envases de aceites, combustibles, aditivos para el hormigón, ...
- Residuos inertes de construcción y demolición contaminados con aceites, o combustibles
- Residuos impregnados con aditivos para el hormigón, cemento, gunita, ...
- Envases de aerosoles
- Tubos fluorescentes agotados, pilas...

En caso de detectarse en obra algún otro tipo de residuo peligroso que deba segregarse adicionalmente, el contratista deberá modificar el citado procedimiento para adecuarlo a la segregación de este nuevo tipo de residuo. El procedimiento se implantará tras la aprobación de la Asistencia Ambiental de Obra.

Para todos estos tipos de residuos deberá obtenerse la aceptación de residuos peligrosos por parte de un gestor autorizado antes de la emisión del acta de replanteo.

La localización de los residuos peligrosos deberá estar sujeta a estricto control, evitando la localización en puntos en que puedan ocasionar riesgo de contaminación, a determinar por la Asistencia Ambiental de Obra.

Acopio

El acopio de los residuos peligrosos deberá hacerse en zonas especiales para esto: los Puntos Limpios, debiendo garantizar la segregación de cada uno de los tipos de residuos para los que se cuenta con aceptación de residuos.

No podrá realizarse el acopio en obra de residuos peligrosos durante más de 6 meses, sin que esta circunstancia suponga una limitación para que se disponga de toda la documentación necesaria para acreditar la correcta gestión de residuos peligrosos.

Gestión

En particular los requisitos referentes a la gestión de los residuos peligrosos que se generen en la obra serán:

- Disponer de Autorización de productor de residuos peligrosos (más de 10.000 kg.) o realizar la inscripción en el Registro de pequeños productores de residuos peligrosos (menos de 10.000 kg).
- Disponer de Documentos de aceptación por parte de una empresa de gestión de residuos peligrosos autorizada, para los diferentes residuos tóxicos y peligrosos generados.

- Gestionar la retirada de residuos con transportistas autorizados para el transporte de residuos peligrosos y asegurar que dicha retirada se realiza en condiciones adecuadas; entregar los residuos peligrosos a gestores autorizados.
- No almacenar residuos peligrosos en las instalaciones de la obra por tiempo superior a 6 meses.
- Etiquetar los recipientes, o envases que contengan residuos tóxicos o peligrosos según el código de identificación del residuo que contiene (conforme al anexo del R.D. 833/1988: nombre, dirección, teléfono del titular de los residuos y fecha de envase de estos) e indicar la naturaleza de los riesgos que presentan los residuos mediante los pictogramas (anexo II del R.D. 833/1988).
- Llevar un registro referente a la generación de residuos en el que consten la cantidad, naturaleza, identificación (según anexo I del R.D. 833/1988), origen, métodos y lugares de tratamiento, así como las fechas de generación, cesión de tales residuos, frecuencia de recogida y medio de transporte.
- Cumplimentar los documentos de control y seguimiento (formato oficial) de los residuos en la entrega del gestor.
- Conservar todos los documentos relacionados con la gestión de residuos durante un período de tiempo no inferior a 5 años; en caso de ser productor de residuos peligrosos realizar la correspondiente Declaración anual de productor de residuos peligrosos.

2.4.4 Residuos de construcción y demolición

Los residuos inertes de construcción y demolición deberán segregarse durante su generación, localizando contenedores adecuados para su acopio en diferentes partes de la obra.

Habrà de cumplirse en todo momento el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

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 al público de 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.

2.4.5 Residuos de tierras sin características de tierra vegetal no contaminada

La ejecución del proyecto implica la extracción de una serie de materiales procedentes de las excavaciones de las zanjas para la instalación de la tubería. Estos materiales pasarán a formar parte de lo que se ha denominado sobrantes de excavación.

El volumen de tierras sobrantes derivadas de las acciones de excavación que se han de valorizar o retirar a relleno autorizado o vertedero autorizado ascienden a 207.840 m³.

Para la eliminación de los sobrantes, en el presente documento se proponen, a modo orientativo, los siguientes destinos:

- **Vertedero de Bistibieta**, localizado en el Municipio de Gumuzio, en el barrio Kortederra, al sur de la Línea de Alta Velocidad (en ejecución). Gestionado por EKONOR S.A (Empresa de tratamiento de residuos).

- **Puerto de Bilbao**, localizado en Santurtzi, y gestionado por la Autoridad Portuaria de Bilbao.
- **BTB Bizkaiko txintxor berzikategia AB**, vertedero situado en el barrio Orkonera (Ortuella). Y gestionado por BTB. En este caso el vertedero acepta únicamente roca libre de tierras y RCD's.

El resto de tierras y piedras alteradas mezcladas con RCDs o las tierras no peligrosas, (según parámetros decisión del consejo), deberán llevarse a vertederos autorizados para este tipo de materiales.

2.4.6 Residuos sólidos urbanos

Los R.S.U. serán depositados en los contenedores correspondientes instalados dentro del ámbito de obra. Para esto se distribuirán contenedores en obra, debiendo ser correctamente señalizados para su conocimiento y uso por parte de todo el personal de la obra.

Esta contenerización se realizará de acuerdo con el sistema de gestión y recogida de residuos del municipio en el que se desarrollen los trabajos, estableciendo dispositivos o sistemas de control que permita garantizar que los contenedores no son utilizados por parte del público.

Los contenedores deberán ser móviles, y tener un tamaño adecuado para su traslado diario al punto de entrega al gestor o para su traslado al punto de recogida municipal.

La gestión de los residuos se realizará a través del servicio municipal de recogida de residuos, debiéndose depositar de manera regular en los contenedores del servicio municipal.

En ningún caso se podrán producir situaciones de insalubridad por acumulo de R.S.U. en obra.

2.4.7 Limpieza final de la obra

Una vez finalizada la obra, y de manera previa a la emisión del acta de entrega de la obra, ha de realizarse una comprobación visual de la zona en donde se han llevado a cabo los trabajos, así como en los alrededores de la misma y verificar que no han quedado residuos en el ámbito próximo a la obra, que podrían causar un impacto negativo sobre el paisaje.

Sin perjuicio para las obligaciones del contratista en lo referente al mantenimiento de las adecuadas condiciones de limpieza de la obra durante la ejecución, en el caso de que quedase alguna instalación, ésta deberá ser demolida, y trasladados los residuos generados durante esta operación, a gestor autorizado.

De darse el caso de presencia de residuos no recogidos durante la ejecución de la obra, se procederá a la limpieza general y recogida selectiva de los residuos por parte de la empresa constructora. Estos residuos deberán ser transportados y gestionados de manera inmediata.

La Asistencia Ambiental de Obra deberá validar el cumplimiento de esta medida antes de emitirse el acta de recepción de la obra.

3. EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

3.1 Hormigones

Las características de los hormigones a emplear en cada una de las estructuras que constituyen el proyecto serán las especificadas en los cuadros de materiales o en el resto de los documentos que integran el documento.

Respecto a las consistencias de los hormigones para su puesta en obra, no serán de abono suplementos como resultado de cambios promovidos por el contratista sobre las características especificadas en el proyecto, y en todos los casos, éstos deberán ser aprobados por la Dirección de Obra.

3.2 Excavaciones a cielo abierto

En la excavación a cielo abierto de la obra de derivación, para profundidades superiores a 5 metros, se abonará un suplemento por el uso de medios auxiliares para la elevación del material desde el fondo de la excavación hasta el borde de la misma, en el que quedan incluidos todas las actividades y medios auxiliares que el contratista disponga y ejecute para su materialización.

Dicho suplemento se abonará por metro m³ de excavación, medido sobre perfiles, a la excavación realizada a partir de 5 metros de profundidad desde la rasante de la urbanización, con la unidad correspondiente del Cuadro de Precios N°1 del proyecto.

3.3 Sostenimiento de excavaciones a cielo abierto

3.3.1 Conceptos generales

Se entenderá por sostenimiento el conjunto de elementos de contención y apuntalamiento a colocar en los taludes o pantallas de la zona excavada, para garantizar su estabilidad. Se emplearán para ello los elementos habituales en este tipo de obras: bulones, anclajes monobarra, anclajes de barra, anclaje de cables, carriles hincados, hormigón proyectado, micropilotes, etc.

3.3.2 Sistemas de Sostenimiento

3.3.2.1 Bulonado

3.3.2.1.1 Definición y alcance

El bulón es aquel elemento estructural que permite garantizar tanto un equilibrio de fuerzas, como una limitación de las deformaciones para aquellos elementos sueltos pertenecientes al talud, plano o paramento a estabilizar mediante la transmisión de las cargas activas a las zonas estables del terreno.

Se define como bulón a una barra de acero roscada de distintas calidades y diámetros (tipo GEWI, DYWIDAG) anclada al terreno, mediante resina o lechada de cemento, a la perforación realizada previamente.

La transmisión de cargas se produce mediante una cabeza de bulón a disponer en el extremo opuesto, en el exterior del talud o paramento a estabilizar, para lo cual deberá estar provisto de una placa de reparto de acero sobre una cabeza de mortero y de una tuerca hexagonal.

En caso de bulones pasivos en corona de túneles, se podrán adoptar casquetes semiesféricos como placa de reparto en contacto directo con la roca, para absorber las diferencias relativas de inclinación entre ambos.

Los bulones de alto límite elástico (DYWIDAG) 900/1030 N/mm² se pretensarán hasta un 85 % de su carga de servicio y los de bajo límite elástico (GEWI) 500/550 N/mm² se pretensarán parcialmente, menos del 50% de su carga de servicio (aunque la Dirección de Obra podrá decidir un pretensado más intenso) y en cualquier caso quedarán pretensadas con una carga mínima del 15% de la carga de servicio.

Al objeto de garantizar la deformación del acero que permita alcanzar las cargas de servicio ya sea por pretensado o deformación, se deberá disponer de una zona libre que permita realizar movimientos relativos entre barra y recubrimiento.

Al objeto de garantizar la durabilidad de los bulones, éstos deberán ir provistos de las siguientes protecciones:

- Zona adherencia:
 - * Barra zincada.
 - * Relleno posterior con lechada de mortero.
- Cabeza de anclaje:
 - * Barra zincada.
 - * Tuerca hexagonal zincada.
 - * Placa reparto galvanizada.
 - * Caperuza de protección rellena con masa protectora contra la corrosión. Con las particularidades señaladas para los bulones pasivos en túneles
- Manguitos de unión protectora.
 - * Tubos de PVC rellenos con masa
 - * Sellados mediante manguera termo retráctil.

En la zona de adherencia al objeto de garantizar el recubrimiento total de la barra por la resina o lechada de cemento se colocarán (distanciadores roscables) centradores.

Al objeto de garantizar la protección completa de la zona de adherencia, deberá introducirse resina que garantice un 25 % más del volumen que teóricamente se obtendría como diferencia entre perforación practicada y barra introducida para la longitud de adherencia determinada en obra (superior a los mínimos establecidos en el presente pliego).

Dentro de la unidad ML. de Bulonado se incluye:

- El replanteo.
- El suministro del equipo de elevación (grúa, más plataforma de maniobra) en caso de que se necesite ejecutar el bulonaje cuando la excavación del talud se encuentre en una cota muy inferior, de tal forma que resultara inaccesible para los equipos de trabajo.
- La perforación y limpieza de la misma. Entubamiento de aquellos tramos de suelos, huecos o materiales descompuestos.

- El suministro y colocación de las resinas, lechada de cemento y acelerantes
- El suministro de las barras roscadas tipo GEWI o DYWIDAG, con los tratamientos específicos de protección según se corresponda a la:

- Zona de adherencia.
- Cabeza de anclaje.

Así como manguitos de unión, centradores, tubos flexibles de inyección de la lechada de cemento, equipo guía para la introducción del bulón en la perforación, etc.

- La ejecución de la cabeza soporte de la placa de reparto, realizado a base de mortero de cemento con una dosificación de 450 Kg/m³ de cemento CEM-III y con forma prisma tronco piramidal cuya cara de apoyo de la placa de anclaje queda ortogonal a la directriz del bulón.
- Suministro de la placa y la tuerca roscada y la realización de la prueba de tesado, comprobando hasta la carga de servicio, aumentada en un 20% para los bulones de alto límite elástico y en un 50% para los de bajo límite elástico y retesado posterior hasta tensión remanente.
- Parte proporcional de pruebas necesarias para conocer la longitud de zona de adherencia. Despuntes, recortes y sobredimensionamiento necesario para poder actuar el gato de tesado.
- Suministro y colocación de la caperuza de protección de la cabeza del bulón y cuantas otras operaciones, equipos y suministros, sean necesarios para una correcta ejecución de la unidad.

CALIDAD N/mm² fy/fs	Ø NOM. mm	CARGA SERVICIO Tn	Máx. TESADO FINAL Tn	PLACA ANCLAJE mm	Ø PERF. MÍNIM A mm	L. MÍNIMA ZONA ADH m (*)
500 / 550	16	6	3	150 x 15	38	1
500 / 550	20	10	5	150 x 20	41	1
500 / 550	25	15	7,5	150 x 20	48	1
500 / 550	32	25	12,5	150 x 25	60	1
500 / 550	40	40	20	200 x 35	73	2,5
500 / 550	50	60	20	250 x 40	88	2,5
900 / 1030	26,5	35	30	200 x 35	63	2
900 / 1030	32	55	45	200 x 40	73	2,5
900 / 1030	36	70	60	250 x 45	83	3
900 / 1030	40	85	70	250 x 50	83	3,5

(*) Las longitudes mínimas han sido establecidas para los Ø mín. de perforación. En el caso de que la Dirección de Obra estimara oportuno ampliar dichos diámetros de perforación, se deberá establecer una nueva longitud mínima de zona de adherencia mediante la relación: $L2 / L1 = D1 \text{ perf.} / D2 \text{ perf.}$

- La longitud de adherencia, en ningún caso, será inferior a un (1) metro.
- No se permite reducir los Ø mín. de perforación indicados en el cuadro para un Ø nominal determinado.

En los bulones cortos inferiores a 5 m. de longitud que estén previstos trabajen de manera pasiva y con una calidad de acero de bajo límite elástico 500/550 N/mm² (ejem. bulonado sistemático en corona de túneles), se podrán ejecutar rellenando toda su longitud con resina sintética y caracterizando todo el bulón como si de zona de adherencia se tratara,

por tanto, no se necesitará realizar ninguna conexión con manguito. Toda la barra irá zincada.

3.3.2.1.2 Materiales

3.3.2.1.2.1 Barra de acero

Se emplearán redondos de acero corrugado de bajo límite elástico 500/550/ N/mm² tipo GEWI y de alto límite elástico 900/1030 N/mm² tipo DYWIDAG de acuerdo con lo especificado en los planos del Proyecto. Las barras, tendrán la longitud expresada en los planos, o en su defecto, la indicada por la Dirección de Obra, la corruga permitirá los roscados a través de ella, de manera que no se necesite mecanización posterior para ejecutar las uniones.

En las barras de alto límite elástico el sentido de giro de la corruga será contraria al de las barras de bajo límite elástico.

La zona de adherencia, no tendrá continuidad con la zona libre, garantizándose su unión mediante manguito al igual que aquellos tramos cuya longitud supere la dimensión de suministro de las barras o no garantice la manejabilidad de las mismas.

Las barras empleadas en cabeza y zona de adherencia irán zincadas y las de la zona libre protegidas con brea epoxi y manguera termo retráctil además de tubo P.E. exterior.

3.3.2.1.2.2 Sistema de anclaje

El sistema de anclaje consistirá en una lechada de cemento o resina sintética, que se situará en el fondo del taladro. La resina se presentará fluida durante la instalación, pero al fraguar, al cabo de una hora aproximadamente, adquirirá una resistencia a compresión simple superior a 100 N/mm². La longitud de la zona de adherencia dependerá básicamente de las características de la roca, diámetro de perforación, etc. y se determinará en obra realizando pruebas de tracción sobre varios bulones con distinta longitud de anclaje. En ningún caso se emplearán diámetros de perforación inferiores a los indicados en el cuadro anterior.

En los casos en que la combinación, diámetro, longitud de bulón no garantice la viabilidad del aparato giratorio de introducir bulones y tras haberse comprobado mediante las preceptivas pruebas de adherencia, se procederá a la ejecución de la adherencia del bulón mediante lechada de cemento, debiendo disponerse de idénticos criterios de protección contra la corrosión que los bulones de resina. Están incluidas en el alcance de la unidad las mermas de rendimiento que se produzcan como resultado de la demora en la consecución de las resistencias características de la inyección, incluido el empleo de acelerantes, otros sistemas de puesta en obra, etc.

3.3.2.1.2.3 Placa de reparto

Tiene por objeto transmitir el esfuerzo de tracción del bulón sobre un dado de mortero que se sitúa sobre la superficie del talud, será de acero calidad A-52b y cuadrada con las dimensiones mínimas determinadas en el cuadro anterior. Dispondrá de un taladro en el centro de diámetro superior de acuerdo con la normativa vigente.

La placa deberá disponer de dos orificios para los tubos de inyección y desaireación.

La placa deberá galvanizarse en caliente una vez se hayan realizado los taladros pertinentes. En ningún caso, se admitirá la ejecución de los talados, una vez se haya galvanizado la placa.

En el caso de bulones pasivos en corona de túneles, se podrán adoptar casquetes semiesféricos como placa de reparto en contacto directo con la roca, para absorber las diferencias relativas de inclinación entre ambos.

3.3.2.1.2.4 Tuerca hexagonal

Se situará en el extremo de la barra roscada y resistirá la tracción del bulón. Será de acero y deberá tener un paso de rosca idéntico al de la barra y un diámetro exterior superior al del orificio de la placa de reparto. La tuerca hexagonal irá zincada.

3.3.2.1.2.5 Arandelas de acoplamiento a la placa de reparto

Si una vez ejecutado el dado de la cabeza de anclaje se comprueba que la superficie sobre la que apoya la placa de reparto, no es perpendicular a la dirección del bulón, deberá disponerse de las arandelas necesarias objeto de transmitir a través de ellos el esfuerzo de la tuerca a la placa de reparto. El diámetro interior de las arandelas será similar al del orificio de la placa de reparto. Su espesor mínimo no deberá ser inferior a medio centímetro.

El Contratista propondrá a la Dirección de Obra el tipo y características de las arandelas de acoplamiento a utilizar para su estudio y aprobación, si procede.

Las arandelas de acoplamiento deberán ser galvanizadas en caliente.

3.3.2.1.2.6 Lechada de cemento

Tiene por objeto rellenar el taladro entre el fondo y la boca de la perforación.

En los bulones realizados con barras, se inyectará una lechada de cemento cuya relación, en peso, entre el cemento y el agua sea de uno a dos (1/2).

Para reducir la retracción, se añadirá a la mezcla un pequeño porcentaje de aluminio en polvo (0,005% del peso del cemento) o algún otro aditivo similar que, a propuesta del Contratista, se autorice por la Dirección de Obra previa presentación de ensayos y pruebas realizadas en obra.

3.3.2.1.2.7 Mortero

Se empleará para la construcción del dado entre la placa de reparto y la roca y también para obturar el orificio del taladro una vez introducida la lechada y antes de instalar la placa de reparto. Para esta última operación se utilizará un mortero de fraguado rápido, formado a partir de un volumen de arena y dos de cemento Portland.

El mortero a utilizar en la cabeza del bulón será de cuatrocientos cincuenta kilogramos de CEM-III por metro cúbico de mortero (450 kg/m^3), tendrá forma de tronco-piramidal con la cara de menores dimensiones ortogonal al eje del bulón y separada del plano del talud una distancia superior al ancho de la placa de reparto. La cara exterior o de menores dimensiones, será cuadrada con un enmarque de 5 cm. a cada lado de la placa de acero de reparto.

3.3.2.1.2.8 Caperuza de protección

Deberá disponerse en la parte exterior de la cabeza de bulón al objeto, de que el extremo de la barra, las arandelas cónicas y la tuerca de apriete queden protegidas ante la corrosión.

La caperuza de protección constará de dos orificios, uno para la inyección y el otro para la purga de aire.

La caperuza estará galvanizada en caliente y se rellenará con una masa protectora cuyas características hayan sido aprobadas previamente por la Dirección de Obra a propuesta del Contratista.

3.3.2.1.2.9 Gato hidráulico de tesado

Para realizar el tesado de los bulones que garantice una tensión de tesado de al menos el doble de la tensión de servicio y que permita medir las deformaciones. Lleva incluido el sistema de colocación e izado.

Antes de comenzar el tesado, el Contratista presentará los certificados de homologación o tarado de los gatos hidráulicos.

3.3.2.1.2.10 Tratamiento anticorrosivo

Las barras estarán zincadas en la zona de adherencia y en la cabeza de anclaje, así como las tuercas hexagonales de fijación y los manguitos de unión entre la zona adherencia y la zona libre.

3.3.2.1.3 Ejecución de las obras

3.3.2.1.3.1 Perforación

El diámetro de la perforación debe garantizar, una separación mínima entre pared y elemento más exterior del bulón de 4 mm y la barra máxima entre pared y barra de 20 mm. La longitud de la perforación viene determinada por la necesidad de atravesar los planos a estabilizar a partir de cuyo momento se define el inicio de la longitud de adherencia, la cual se determinará, por las pruebas previas a realizar en obra y que en ningún caso será inferiores a las definidas en el cuadro anterior.

En los casos en que el bulonaje se realice directamente sobre el macizo rocoso, las perforaciones se efectuarán perpendicularmente al sistema principal de discontinuidades. En cualquier caso, el ángulo de bulón con la superficie será mayor de 60º y la placa de apoyo se situará en una zona de roca sana.

Una vez terminada la perforación se limpiará ésta con aire comprimido o agua, con objeto de asegurar la correcta adherencia de la resina o del mortero de anclaje.

Se deberán entubar aquellos tramos de suelos atravesados u oquedades.

La perforación se prolongará los metros que sean necesarios hacia el interior del macizo rocoso de manera que la zona de adherencia no se sitúe en suelos ni en zona de oquedades de forma que, en cualquier caso se garantice la longitud de anclaje prevista en Proyecto o la que, en su caso, determine la Dirección de Obra.

3.3.2.1.3.2 Anclaje de bulones de resina

Una vez limpiada la perforación debe introducirse un bulón de igual diámetro, hasta el fondo, para verificar que ésta es rectilínea y sin resaltos.

Se introduce hasta el fondo de la perforación los cartuchos de resina, en cantidad suficiente como para conseguir la necesaria longitud de anclaje. El volumen de resina será superior en un 25% al teóricamente necesario. Esta resina será tal que a la hora (1h) de ser depositada en el fondo del taladro haya alcanzado una resistencia a compresión superior a cien Newtons por milímetro cuadrado (100 N/mm²).

La resina deberá situarse en el fondo del taladro sin dejar que se deslice por las paredes de la perforación.

Se limpiará el bulón con un cepillo de púas de acero con objeto de quitar las impurezas que podrían dificultar la adherencia de la resina.

Posteriormente se introducirá el bulón (sin la tuerca) con un dispositivo de guiado que asegure una perfecta unión entre la perforación y el bulón. A este efecto, se debe disponer de varios de estos dispositivos en la obra, ya que éstos no deberán soltarse del bulón colocado hasta que la resina se haya endurecido (10-15 minutos) dependiendo de la dosificación del acelerador.

Al mismo tiempo que comience el empuje para la introducción del bulón se iniciará la rotación del mismo a más de 100 revoluciones por minuto, durante al menos medio minuto, con objeto de asegurar la rotura total de la envoltura del cartucho de resina.

Los cartuchos comienzan a fraguar al cabo de dos minutos, por lo que la rotación de la barra deberá realizarse mediante el martillo perforador, al que se acoplará un adaptador o mediante el martillo de clavar bulones.

El bulón deberá introducirse hasta el fondo en menos de 1 minuto (tiempo suficiente para una buena mezcla). Durante esta operación se deberá intentarse mantener el bulón en el eje de la perforación. Para ello en la zona de adherencia se dispondrán de distanciadores roscados (centradores).

Para los casos apuntados cuya combinación diámetro, longitud de bulón no garantizara la viabilidad del aparato giratorio de introducir bulones y tras haberse comprobado las preceptivas pruebas de adherencia, se procederá a la ejecución del bulbo de anclaje mediante lechada de cemento.

3.3.2.1.3.3 Relleno del taladro

Una vez endurecida la resina y ejecutada la cabeza de tesado se procederá a rellenar el taladro con la lechada de cemento, esta operación es de gran importancia en todos los bulones y tiene por objeto mantener la efectividad del bulón: impide la corrosión de la barra, evita la pérdida de tensión por deslizamiento del anclaje o por rotura de la roca bajo la placa de reparto, protege la barra frente a posibles movimientos del bloque de roca, etc.

La lechada deberá utilizarse inmediatamente después de efectuada la mezcla de cemento y agua.

La placa de reparto deberá disponer de dos ranuras que permitirán instalar dos tubos de polietileno, con objeto de poder inyectar la lechada una vez tesado el bulón. Uno de los tubos deberá llegar hasta las proximidades de la resina, a fin de depositar la lechada desde el fondo del taladro; el otro tubo, de unos 10 a 15 cm. de longitud permitirá la salida del aire y de la propia lechada cuando el taladro esté totalmente relleno, confirmando así que la inyección ha sido correcta. En estos bulones el relleno del taladro se efectuará mediante

una bomba de inyección. Una vez que aflore la lechada de cemento por el tubo de retorno se taponará éste y se da una presión por el otro de $0,2 \text{ N/mm}^2$ durante, al menos, 1 minuto.

Una vez relleno se colocará un tapón de mortero de endurecimiento rápido, haciéndolo penetrar lo más posible en el interior del taladro e inmediatamente después, con objeto de que no haya fraguado la lechada ni el mortero, se instalará la placa, las arandelas y la tuerca, dándole a la barra la tensión deseada mediante gato hidráulico.

3.3.2.1.3.4 Cabezas de tesado

Se dispondrán placas de acero de reparto, arandelas cónicas de apoyo sobre la placa, arandela de acero endurecido y rosca hexagonal de presión.

La transmisión de las compresiones desde la cabeza de anclaje (placa, tuerca y bulón) sobre el talud se efectúa por medio del citado prisma tronco-piramidal de mortero de cuatrocientos cincuenta kilogramos de cemento por metro cúbico de mortero (450 kg/m^3), con la cara de dimensiones menores contenida en un plano perpendicular al eje del bulón. El lado del plano perpendicular al bulón tendrá como mínimo 5 cm. más de longitud por cada extremo que la placa de reparto que sustenta.

La puesta en carga del bulón ha de producirse en el momento que quede asegurada una resistencia mínima a compresión de 25 N/mm^2 . Para ello se obtendrán las roturas a 24 h., 72 h. y 1 semana de las probetas obtenidas al efecto.

La sección de barra que vaya a permanecer en el interior del mortero de anclaje deberá estar protegida mediante un tubo de plástico, con objeto de que al aplicar la tensión se transmita a la zona de anclaje.

La distancia mínima entre el plano de talud y el plano de apoyo de la placa de reparto no ha de ser inferior al ancho de la placa de reparto.

La placa de reparto deberá quedar apoyada, en su totalidad, sobre la cara del dado.

3.3.2.1.3.5 Tesado del bulón

Una vez ejecutado el dado de apoyo y asegurada su resistencia, instalada la placa, colocada la tuerca y, en su caso las arandelas cónicas, se procederá al tesado del bulón mediante un gato hidráulico.

En la parte final del bulón se presentará la rosca hexagonal de manera que se pueda apretar en el momento de su colocación definitiva dejando el extremo libre disponible para la colocación de un manguito de unión al que se le acoplará un tramo de barra de iguales características (calidad de acero y sección) al objeto de que sea retirado por el gato hidráulico.

Una vez puesto el gato en posición, se tensará hasta el 15% de la carga de servicio, a partir de este momento se comenzará a medir las deformaciones y tensiones del gato, mediante tres escalones de carga, 50%, 100% y uno final del 120%, para barras de alto módulo elástico $900/1030 \text{ N/mm}^2$, y 150% para las de bajo módulo elástico $500/550 \text{ N/mm}^2$ se irá tesando sucesivamente, la totalidad de los bulones, con intervalos de 1 minuto entre escalones. La descarga se producirá en un sólo escalón hasta la tensión final de pretensado, en las de alto módulo elástico las tensiones reflejadas en los cuadros, en los de bajo módulo elástico hasta un 15% de la tensión de servicio y en ningún caso en tensiones superiores al 50% de la carga de servicio.

No obstante, la Dirección de Obra podrá determinar las tensiones últimas que estime oportunas sin que esto suponga incremento presupuestario alguno.

Para cada bulón se obtendrá su cuadro tensión deformación, para la aprobación por parte de la Dirección de Obra, de manera que si se hubiera producido arrastre, o la pendiente resultante se desviara de la del módulo de elasticidad teórico, se rechazaría el bulón, debiendo reperforarse uno nuevo no dando lugar a abono alguno por el bulón no apto.

Todos los bulones se numerarán y se anotará en la cabeza de anclaje (tanto en el dado, como en la placa de reparto) la fecha de tesado.

Para los anclajes de menos de 5 m., pasivos, de bajo módulo elástico y rellenos en su totalidad con resina, como si se tratara de única zona de adherencia, se realizará la prueba de 150% en sólo un 10% de los bulones, realizándose en un sólo escalón. No obstante, todos irán tesados hasta el 15% de la carga de servicio.

3.3.2.1.3.6 Puesta en obra

Periódicamente, y a lo largo de la ejecución de los trabajos, la Dirección de la Obra determinará las zonas que sean objeto de anclaje revisando su situación, número de anclajes necesarios, longitudes y tensiones. No son de abono aquellos anclajes realizados sin la previa autorización de la Dirección de Obra.

No se establecerá ninguna distinción entre los bulones a colocar en la obra, en base a las distintas fechas en que se ordenen ejecutar y el estado en que se encuentren los desmontes afectados. Cualquiera que sea el método de perforación empleado, o los medios auxiliares necesarios, el precio para la unidad será fijo y, por tanto, no sujeto a variación bajo ningún concepto.

Defectos a evitar durante la ejecución:

- **Perforación**

Durante la ejecución de las perforaciones los defectos más corrientes se refieren a los aspectos siguientes:

- Perforaciones mal orientadas en dirección.
- Perforaciones con diámetro demasiado grande o demasiado pequeño.
- Ejecución de perforaciones de diámetro irregular (ovalizaciones en el comienzo) demasiado largos (lo que tiene como consecuencia una falta de relleno en la obra) o demasiado cortos (el bulón sale demasiado).
- Falta de limpieza de la perforación y de los bulones.

- **Anclaje de bulones**

- Colocación demasiado rápida del bulón, lo que origina una mezcla defectuosa de los productos contenidos en los cartuchos de resina (formación de dedos de guante).
- Introducción parcial del bulón.
- Utilización de una resina vieja o de un mortero mezclado con demasiada antelación.
- Colocación de un número insuficiente de cartuchos de resina.
- Empleo de productos de baja resistencia mecánica.

- **Colocación de las placas de apoyo**

Es frecuente en la práctica que las placas de apoyo estén mal colocadas y no apoyen contra la superficie de colocación, lo que disminuye la eficacia del bulonaje.

Un bulón correctamente colocado debe sobresalir del plano del dado de anclaje al menos 10 centímetros.

3.3.2.1.4 Control de calidad

Para asegurarse de la calidad y eficacia del bulonaje, se efectuarán los siguientes controles:

- Un control de calidad de los componentes (bulón, resina, lechada de cemento, etc.).
- Control estadístico de la longitud no sellada de los bulones. Para ello se quitarán las placas de apoyo midiendo a continuación con una varilla de acero la longitud sin relleno. Posteriormente se volverán a colocar las placas.
- Ensayos destructivos "in situ" por tracción y torsión.
- Medidas de tensión en la cabeza del bulón con células dinamométricas introducidas entre la placa y la tuerca midiendo las deformaciones periódicamente con un comparador.

Los ensayos de tracción y de torsión sobre los bulones colocados pueden hacerse con un gato hueco que permita tirar de la cabeza del bulón apoyándose en la superficie bulonada en las cercanías de la placa de apoyo.

El alargamiento del bulón y de su relleno de mortero se mide con un comparador, pudiéndose así elaborar la curva tensión-deformación característica del bulón.

Se anotará el valor de la fuerza necesaria para arrancar el bulón o para que éste resbale con relación al relleno o, en fin, para que se rompa.

En tal sentido, para los bulones determinados con los diámetros de perforación mínimos establecidos y para cada tipo de roca o zona a bulonar se realizarán 4 bulones de prueba con las siguientes longitudes de adherencia referidos a la longitud establecida en el presente Pliego (L. mínima).

- | | | |
|-----|------|---------|
| 1.- | 0,5 | L. mín. |
| 2.- | 0,75 | L. mín. |
| 3.- | 1 | L. mín. |
| 4.- | 2 | L. mín. |

Se procederá a tesar el primero de ellos (0,5 L.mín) hasta producir o el arrastre del bulbo de anclaje o la rotura de la barra.

Si se produce la rotura de la barra quiere decir que resulta suficiente la longitud mínima establecida en el Pliego. Comprobar que la carga de rotura coincide con la teórica del acero. En tal caso se seguiría haciendo la prueba con el de 0,75 L.mín. y en caso de coincidir que la rotura se ha producido por la barra se dejaría de hacer pruebas y los otros dos bulones, 1 L.mín y 2 L.mín se tratarían como bulones de obra.

En el caso de que el anclaje 0,5 L.mín deslizara, se realizará la prueba con el de 0,75 L.mín de manera que si éste no deslizar y tampoco el de 1 L.mín., la nueva longitud de adherencia mínima se aumentará hasta 1,5 L.mín. y ésta regirá para la totalidad de los bulones.

Si se hubiera deslizado con 0,75 L.mín. se probará con 1 L.mín. repitiéndose de igual manera que lo indicado en el párrafo anterior, si no desliza se adoptaría 2 L.mín. como nueva longitud mínima de anclaje.

Si a pesar de todo, deslizar se realizará otra serie de 4 anclajes con 2, 3, 4, 5 L.mín. hasta obtener la longitud mínima que será igual a 2 veces la 1ª longitud en la que no se deslice.

Otra prueba a realizar consistirá en medir el par necesario para arrancar el bulón de su vaina de resina, aplicando una torsión con ayuda de una llave con un brazo de palanca largo que se carga progresivamente.

Con el certificado de garantía de fabricante podrá prescindirse, en general, de los ensayos de recepción de los distintos elementos que compone el bulón.

El Director de Obra podrá ordenar la toma de muestras y la realización de los ensayos que considere oportunos, tanto de la propia barra de acero de alta resistencia como de la resina, de los distintos elementos de la cabeza de anclaje (placa de reparto, tuerca roscada, dado de mortero y arandelas cónicas) y de la lechada del mortero de inyección para la protección de la zona libre del anclaje.

Las piezas o elementos se suministrarán en envases adecuados, suficientemente protegidos para que los golpes de un transporte ordinario no dañen las mismas.

En cuanto al control estadístico de longitudes libres, placas de apoyo-final de bulbo de anclaje, se realizará cada cinco (5) bulones en lotes agrupados por longitudes.

Los ensayos destructivos de arranque y determinación de la zona de adherencia se producirán cada cien (100) unidades de cada tipo, o fracción, cuando ésta supera las cuarenta (40) unidades. La existencia de fallos en este ensayo obligará a la realización de subdivisiones en lotes de veinte (20) y repetir el ensayo o recepcionado de lotes en la medida que sean favorables y siempre que los resultados negativos no se deban a falta de calidad de los materiales.

En el caso de túneles, se tomarán aleatoriamente tramos de 5 m., la Dirección escogerá 6 bulones que se probarán hasta rotura. Se considerarán fallos los bulones que se rompan a una carga inferior a 1,67 de su carga de servicio en bajo límite elástico y 1,30 para los de alto. Dependiendo del % de bulones fallados se procederá de la siguiente forma:

- % Fallos 0-5%. No se repiten los bulones. Se abonan en el % no fallados para todo el tramo.
- % Fallos 5-15%. Se repiten sin coste el % fallado en todo el tramo.
- % Fallos más de 15%. Se repiten todos los bulones del tramo.

Los ensayos de evolución de tensiones, quedan recogidos en la unidad: "Ud. Medición de las tensiones desarrolladas en un bulón".

3.3.2.1.5 Medición y abono

Se medirá por metro lineal (m) de bulón totalmente colocado, medido entre la placa de anclaje y el límite extremo de la barra dentro de la perforación según la carga nominal y calidad del acero (bajo límite 500/550 o alto 900/1.030), en función de la longitud ejecutada, según resulte inferior o igual/superior a 8 m.; incluyendo la instalación del equipo de perforación, bulbo a la resina, cabeza de anclaje, tesado, inyección de lechada, resto de sistemas de protección contra la corrosión, piezas especiales, tuercas, arandelas, manguitos, centradores y ensayos especificados en este Artículo, así como cuantas operaciones fuera necesario realizar para una correcta ejecución de la unidad.

De igual manera se considerará incluida la ejecución del "anclaje a la lechada" y las demoras producidas por disminución de rendimientos, empleo de aditivos, etc., como consecuencia de la no utilización de resina.

Se incluye, además, los materiales, maquinaria, accesorios y aditivos necesarios para su correcta ejecución, así como el precio de grúa o andamio preciso para acceder a la ubicación del bulón.

Se consideran también incluidos los cajetines a realizar en los paramentos de los muros de hormigón, que se dispongan sobre los taludes a estabilizar, con objeto de ocultar las cabezas de los bulones:

No será objeto de medición, y por tanto de abono, aquellos bulones que:

- No hayan sido señalados por la Dirección de Obra para su ejecución
- Hayan sido empleados en ensayos destructivos de arranque y determinación de la zona de adherencia.
- Hayan sido arrancados al realizar el tesado hasta el último escalón de carga del proceso de tesado señalado en el presente artículo.
- No contengan el dado de anclaje o dispositivo de cabeza (placa, tuerca roscada, longitud libre de barra rosada) según las especificaciones anteriores, particularmente en su distancia mínima entre el plano de apoyo de la placa de reparto y el plano del talud.
- Aquéllos necesarios de reposición según % fallos determinado en control de calidad de bulonaje en túneles.

El exceso de cartuchos de resina o de mortero de inyección que sea necesario introducir debido a pérdida por grietas, coqueras, sobreperforación, etc., no dará lugar a abono complementario, como tampoco el cambio de diámetro de perforación sea cual fuere la razón que lo motivara.

Tampoco será de abono el exceso de mortero empleado en la formación del dado anclaje, por irregularidades del talud una vez esté saneado, ni las sobredimensiones con respecto a las indicaciones de la Dirección de Obra en la ejecución de cada bulón.

Esta unidad de obra se abonará según el tipo, la carga de servicio y en función de si la longitud realmente ejecutada es $<$, $=$ ó $>$ de 8 m. para los bulones colocados, de acuerdo con los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº 1.

No dará lugar a modificación del precio unitario a aplicar a la longitud total de bulón ejecutado, la necesidad de variar las longitudes de adherencia ni la longitud total del bulón, cuando estas variaciones de longitud no afecten al límite inferior o superior a 8 m. Cabe exclusivamente la posibilidad de cambiar de grupo, cuando habiéndose previsto una longitud superior a 8 m., el bulón ejecutado realmente es clasificable como inferior o igual a dicha longitud y viceversa, es decir, bulones previstos para longitudes menores o iguales a 8 m., que después de su ejecución, resultan con longitudes superiores a esa medida. En todo caso el precio a aplicar será el del grupo al que pertenezca la longitud del bulón realmente ejecutado (menor o igual a 8 m., o superior a 8 m.), sin otro suplemento o compensación alguna por tal concepto.

En el caso de bulones pasivos en túneles y con casquete semiesférico, a la longitud resultante se le aplicará un factor corrector de 0,8.

En el supuesto de que el bulonado se realice directamente sobre un paramento o muro y no sea necesario ejecutar el dado de mortero a la medición resultante, se le aplicará un coeficiente corrector de 0,95.

Las entalladuras o resaltos sobre muros o parámetros, no tendrán el carácter de dado y por tanto, serán susceptibles de la aplicación de dicho coeficiente corrector.

3.3.2.2 Anclaje monobarra

3.3.2.2.1 Definición y alcance

El anclaje monobarra, inyectado y pretensado tanto en tierra como en roca, es aquel elemento estructural que permite garantizar tanto un equilibrio de fuerza como una

limitación de las deformaciones de los taludes, planos o paramentos a estabilizar mediante la transmisión de las cargas activas a las zonas estables del terreno.

Dicho elemento de sostenimiento resulta adecuado para anclajes en suelos (zona de adherencia en suelos) y aquellos anclajes que aunque la zona de adherencia se sitúe en roca, el elemento de contención (muro, pantalla, placas de anclaje) actúan, sostienen y equilibran fuerzas producidas por suelos.

Los anclajes monobarra transmiten las fuerzas desde la cabeza de anclaje a la zona de adherencia, a través de una longitud libre de anclaje, siendo luego postensados. Se instalan en las perforaciones practicadas y se inyectan con mortero de cemento. La transmisión de cargas se produce mediante una cabeza de anclaje a disponer en el extremo opuesto, en el exterior del paramento a estabilizar, para lo cual deberá estar provisto de una placa de reparto de acero y de una tuerca hexagonal. La placa de acero podrá situarse, según los casos, sobre una cabeza de mortero o directamente sobre un paramento de hormigón.

Los anclajes monobarra están constituidos por barras corrugadas de alto límite elástico 900/1030 N/mm² y 1080/1230 N/mm² que son pretensadas hasta el 85% de su Carga de Servicio.

Al objeto de garantizar la deformación del acero que permita alcanzar las cargas de servicio ya sea por pretensado o deformación, se deberá disponer de una zona libre que permita realizar movimientos relativos entre barra y recubrimiento.

Los límites de la capacidad portante están generalmente determinados por el rozamiento que se puede alcanzar en la totalidad de la longitud de adherencia.

Al objeto de garantizar la durabilidad de los anclajes monobarra permanentes, éstos deberán ir provistos de las siguientes protecciones:

- Zona adherencia:
 - * Recubrimiento de mortero de cemento de 5 mm
 - * Vaina corrugada de PVC
 - * Relleno con mortero de cemento
- Zona libre:
 - * Recubrimiento de mortero de cemento de 5 mm
 - * Vaina corrugada de PVC
 - * Vaina de P.E.
 - * Relleno posterior con lechada de mortero en la perforación libre.
- Cabeza de anclaje:
 - * Barra zincada.
 - * Tuerca hexagonal zincada
 - * Placa reparto galvanizada.
 - * Caperuza de protección rellena con masa protectora contra la corrosión.
- Manguitos de unión.
 - * Tubos de PVC rellenos con masa protectora.
 - * Sellados mediante manguera termo retráctil.

Al objeto de garantizar el recubrimiento total del anclaje por el mortero, se colocarán centradores. Dentro de esta unidad se incluye:

- El replanteo

- El suministro del equipo de elevación (grúa más plataforma de maniobra) en caso de que se necesitara ejecutar el anclaje cuando la excavación del talud se encontrara en una cota muy inferior, de tal forma que resultara inaccesible para los equipos de trabajo.
- La perforación y limpieza de la misma. Entubamiento de aquellos tramos de suelos, huecos o materiales descompuestos.
- El suministro e inyección del mortero de anclaje, acelerantes y cualquier tipo de aditivo que sea necesario.
- Las operaciones de post-inyección que sean necesarias en suelos (especialmente cohesivos) para aumentar el rozamiento en la zona de adherencia, así como el suministro del mortero, válvulas de post-inyección dispuestas cada 1,5 m en la zona de anclaje, tubos de inyección, etc.
- El suministro de las barras roscadas tipo DYWIDAG, con los tratamientos específicos de protección según se corresponda a la:
 - Zona libre.
 - Zona de adherencia.
 - Cabeza de anclaje.

Así como manguitos de unión, centradores, tubos flexibles de inyección del mortero de cemento, equipo guía para la introducción del anclaje en la perforación, etc.

- La ejecución, en su caso, de la cabeza soporte de la placa de reparto, realizado a base de mortero de cemento IIII/35/MRSR y con forma prisma tronco piramidal cuya cara de apoyo de la placa de anclaje queda ortogonal a la directriz del anclaje.
- Suministro de la placa y la tuerca roscada y la realización de la prueba de tesado, comprobando hasta la carga de servicio, aumentada en un 50%, descarga y retesado posterior hasta tensión remanente con los escalones de carga que se especifican más adelante.
- La inyección del mortero de la zona libre de anclaje en el caso de que no se hubiera inyectado a la vez que la zona de adherencia, así como el suministro y colocación del tubo de retorno de la inyección y su posterior tapado y mantenimiento de 2 Kp/cm² durante 1 minuto en el mortero.
- Parte proporcional de pruebas necesarias para conocer la longitud de zona de adherencia.
- Despuntos, recortes y sobredimensionamiento necesario para poder actuar el gato de tesado.
- Suministro y colocación de la caperuza de protección de la cabeza de anclaje y cuantas otras operaciones, equipos y suministros, sean necesarios para una correcta ejecución de la unidad.

CUADRO DE ANCLAJES MONOBARRA

CALIDAD N/mm ² Fv/fs	ØNOM. M.m.	CARGA SERVICIO Tn	Máx. TESADO FINAL Tn	PLACA ANCLAJE m.m.	OPERF. MÍNIMA m.m.	L. MÍNIMA ZONA ADH. EN SUELOS m.(*)	L. MÍNIMA ZONA ADH. EN ROCA m.(*)
900/1030	26,5	30	25	150 X 30	73	5	1.5
900/1030	32	45	40	200 X 35	88	6	2
900/1030	36	60	50	250 X 40	108	7	2.5
900/1030	40	70	60	250 X 45	125	8	2.5
1080/1230	26,5	35	30	200 X 35	83	5	2
1080/1230	32	55	45	200 X 40	98	7	2.5
1080/1230	36	70	60	250 X 45	125	8	2.5

(*) Las longitudes mínimas han sido establecidas para los ~ mín. de perforación. En el caso de que la Dirección de Obra estimara oportuno ampliar dichos diámetros de perforación, habría que establecer una nueva longitud mínima de zona de adherencia mediante la relación: $l_2 / l_1 = D1 \text{ perf.} / D2 \text{ perf.}$

- Nunca deberá ser inferior a 1 m.
- Nunca se permitirá reducir los 4 mín. de perforación del cuadro para un 4 nom. determinado.

3.3.2.2.2 Materiales

3.3.2.2.2.1 Barra de acero

Se emplearán redondos de acero corrugado de alto límite elástico 900/1.030 N/mm² y 1.080/1.230 N/mm² tipo DYWIDAG. Las barras tendrán la longitud expresada en los planos, o en su defecto, la indicada por la Dirección de la Obra. La corruga permitirá los roscados a través de ella, de manera que no se necesite mecanización posterior.

Las barras para los anclajes permanentes deberán ser preinyectados, preferentemente en fábrica, con un recubrimiento de mortero de cemento de 5 mm en el interior de vaina de PVC corrugada. La preinyección en obra únicamente se podrá realizar cuando sea aprobada expresamente por la Dirección de Obra y siguiendo los procedimientos y controles que ella determine.

3.3.2.2.2.2 Sistema de anclaje

El sistema de anclaje consistirá en un mortero, que se situará en el fondo de la perforación. Como aglomerante se utiliza únicamente cemento Portland de resistencia mínima 350 Kp/cm².

Para reducir el contenido de agua y mejorar la fluidez se emplean aditivos. La relación agua-cemento para la inyección primaria debe estar comprendida entre 0,36 y 0,44. Para la post-inyección en suelos cohesivos la relación agua-cemento debe ser de 0,5.

La longitud de la zona de anclaje dependerá básicamente de las características del terreno y del diámetro de perforación, y se determinará realizando pruebas de tracción sobre varios anclajes con distinta longitud de adherencia. En ningún caso se emplearán diámetros de perforación inferiores a las indicadas en el cuadro anterior. Si la Dirección de obra optara por un diámetro de perforación mayor, se podrá disminuir la longitud de adherencia según $D2/D1 = l1/l2$ en ningún caso resultará una l inferior a 1 m.

La Dirección de Obra podrá ordenar que la inyección del mortero de adherencia no se utilice para rellenar también la perforación de la zona libre entre el terreno y la vaina lisa. En este caso deberán utilizarse los tubos de inyección, obturadores y otros elementos que resulten necesarios y proceder posteriormente a la inyección en la zona libre.

3.3.2.2.3 Placa de reparto

Tiene por objeto transmitir el esfuerzo de tracción del anclaje sobre un dado de mortero que se sitúa sobre la superficie del paramento del elemento de contención o directamente sobre éste. Será de acero $a_e = 3600 \text{ Kg/cm}^2$ y cuadrada con unas dimensiones mínimas determinadas en el cuadro anterior. Dispondrá de un taladro en el centro de diámetro superior en un centímetro (1 cm.) o centímetro y medio (1,50 cm.) al diámetro de la barra empleada.

Dicha placa deberá disponer de dos orificios para los tubos de inyección y desaireación.

La placa de reparto deberá galvanizarse una vez se hayan realizado los taladros pertinentes. 2.4

3.3.2.2.4 Tuerca hexagonal

Se situará en el extremo de la barra roscada y resistirá la tracción del anclaje. Será de acero y deberá tener un paso de rosca idéntico al de la barra y un diámetro exterior ligeramente superior al del orificio de la placa de reparto. La tuerca hexagonal irá zincada.

3.3.2.2.5 Arandelas cónicas

Si una vez ejecutado el dado de la cabeza de anclaje se comprobara que la superficie del mismo sobre la que apoya la placa de reparto, no es perpendicular a la dirección del anclaje, deberá disponerse de dos arandelas cónicas por anclaje con objeto de permitir un buen apoyo de la tuerca sobre la placa de reparto. El diámetro interior de las arandelas será similar al del orificio de la placa de reparto y el exterior, ligeramente superior al de la tuerca. Su espesor mínimo deberá ser superior a medio centímetro.

Podrá prescindirse de las arandelas cuando la superficie en que apoye la placa sea perpendicular a la dirección del anclaje. Dichas arandelas deberán ser galvanizadas.

3.3.2.2.6 Lechada de cemento

Se utilizará si la zona de adherencia ha sido rellenada previamente con objeto de rellenar el taladro en la zona libre de anclaje.

En los anclajes monobarra se inyectará una lechada de cemento cuya relación, en peso, entre el cemento y el agua sea de uno a dos (1/2).

Para reducir en lo posible la retracción, se añadirá a la mezcla un pequeño porcentaje de aluminio en polvo (0,005% del peso del cemento) o algún otro aditivo similar.

3.3.2.2.2.7 Mortero en cabeza de anclaje

Se empleará para obturar el orificio del taladro una vez introducida la lechada y para la construcción de un dado entre la placa de reparto y el elemento de contención que se ancle donde este dado resulte necesario. Para esta operación se utilizará un mortero de fraguado rápido, formado a partir de un volumen de arena y dos de cemento Portland, con una relación agua/cemento inferior a 0,5.

El mortero a utilizar en la cabeza del anclaje será III-1/35/MRSR. El dado tendrá forma de tronco-piramidal con la cara de menores dimensiones ortogonal al eje del anclaje. La cara exterior o de menores dimensiones, será cuadrada con un enmarque de 5 cm. a cada lado de la placa de acero de reparto.

3.3.2.2.2.8 Caperuza de protección

Deberá disponerse en la parte exterior de la cabeza de anclaje al objeto, de que el extremo de la barra y la tuerca de apriete queden protegidas ante la corrosión. A tal efecto se rellenará con masa protectora homologada, que se rellenará mediante dos orificios dispuestos para la inyección y purga.

3.3.2.2.2.9 Gato hidráulico

Para realizar el tesado de los anclajes que garantice una tensión de tesado de al menos el doble de la tensión de servicio y que permita medir las deformaciones. Lleva incluido el sistema de colocación e izado.

La central hidráulica estará dotada de un manómetro calibrado con otro patrón al inicio de la obra y cuando la Dirección de Obra así lo solicite.

3.3.2.2.2.10 Protección contra la corrosión

Además de la protección de la cabeza de anclaje indicada, los principales componentes de la protección contra la corrosión son:

Mortero de cemento

Se empleará mortero de cemento, que al tener un valor del pH de hasta 12,6, es una protección activa contra la corrosión. La superficie de acero se volverá eléctricamente pasiva por el medio alcalino del mortero de cemento, por lo que independientemente del potencial existente no se producirá corrosión.

Vainas de material plástico

Se utilizarán vainas lisas y corrugadas, que separarán el mortero de cemento interior y exterior y crearán una barrera estanca al gas.

Debido a sus exigencias mecánicas, transporte y condiciones de montaje, se utilizarán tubos de P.V.C., PPh o PE con un espesor de pared como mínimo de un milímetro (1 mm) en vainas corrugadas. Las calidades del material se controlarán según las especificaciones de las normas.

Masas protectoras contra la corrosión de plasticidad permanente.

Estas masas tienen que rellenar los huecos existentes y permitir las deformaciones durante el tensado. Los requisitos impuestos a estas masas son en parte muy distintos a los impuestos a las grasas convencionales. Este hecho es tenido especialmente en

consideración en los certificados de homologación y catálogos especiales. Tienen que cumplir determinadas exigencias desde el punto de vista de la calidad (pureza, absorción de agua, resistencia eléctrica, saponificación, durabilidad) y aplicación (viscosidad, resistencia a la temperatura).

Barras de anclaje

Con objeto de proteger la barra, irán zincadas la cabeza de anclaje y la tuerca hexagonal de fijación.

La barra dispondrá de una doble protección contra la corrosión formada por mortero de cemento, que se inyecta en el espacio anular entre la barra roscada centrada, y la vaina de PVC nervada a lo largo de toda su longitud.

El anclaje podrá ser inyectado en fábrica. En la longitud adherente, las corrugas transmiten la carga al mortero en la perforación. En la longitud libre se impide la transmisión de la fuerza por medio de una vaina lisa adicional. El mortero de cemento en el interior será la primera medida de protección, dado que las grietas que se produzcan forzosamente durante el proceso de tensado, se mantienen por debajo de los 0,1 mm.

Una segunda medida de protección estará constituida por la vaina corrugada de P.V.C., que es suficientemente impermeable al gas.

La vaina lisa en la zona libre será una protección mecánica adicional para la vaina corrugada inyectada con mortero de cemento y la inyección se traduce en una mayor resistencia mecánica en la cabeza del anclaje.

Una junta deslizante en un tubo relleno con masa protectora contra la corrosión, permite la absorción de la dilatación de la barra debido al tensado y a la carga del ensayo.

La barra y la tuerca de anclaje que sobresalen de la placa de anclaje se taparán con una caperuza rellena con masa protectora contra la corrosión. Esta disposición permite en todo momento el postensado, relajamiento o vigilancia mediante gatos de tensar hidráulicos.

Los manguitos al igual que la cabeza de anclaje, estarán en un tubo relleno de masa protectora contra la corrosión, que se cerrará por medio de juntas deslizantes.

3.3.2.2.3 Ejecución de las obras

3.3.2.2.3.1 Perforación

El diámetro de la perforación debe garantizar, bajo el supuesto de barra centrada en la misma, una separación mínima entre pared y elemento más exterior del anclaje de 10 mm. La longitud de la perforación viene determinada por la necesidad de atravesar las zonas a estabilizar a partir de cuyo momento se define el inicio de la longitud de adherencia, la cual vendrá determinada, por las pruebas previas a realizar, en ningún caso inferiores a las determinadas en el cuadro anterior.

Una vez terminada la perforación se limpiará ésta con aire comprimido o agua, con objeto de asegurar una correcta adherencia del mortero.

Se deberán entubar aquellos tramos de suelos atravesados u oquedades en zona de roca. En este último caso la perforación se prolongará los metros que sean necesarios hacia el interior del macizo rocoso de manera que la zona de adherencia no se sitúe en zona de oquedades.

Según los tipos de terrenos a perforar se deberán utilizar distintos métodos de perforación que, a su vez, exigen que se tomen precauciones específicas.

3.3.2.2.3.2 Instalación de los anclajes

Una vez limpia la perforación debe introducirse hasta el fondo una barra de diámetro igual al anclaje preinyectado, para verificar que ésta es rectilínea y sin resaltos.

Posteriormente se introducirá el anclaje (sin la tuerca) con un dispositivo de guiado que asegure una perfecta unión entre la perforación y el anclaje. A este efecto, hay que hacer notar que se debe disponer de un número suficiente de estos dispositivos en la obra, ya que no deberán soltarse hasta que el mortero se haya endurecido.

Durante la operación de introducción deberá mantenerse el anclaje en el eje de la perforación. Para ello en la zona de adherencia se dispondrán de centradores.

A continuación, tras haberse comprobado las preceptivas pruebas de adherencia, se procederá a la ejecución del bulbo de anclaje mediante lechada de cemento, incluyendo, en su caso, las operaciones de post-inyección que sean necesarias, de acuerdo con lo especificado más adelante.

Las uniones de tramos de anclaje en obra se harán, en caso de ser necesario, mediante manguitos roscados.

3.3.2.2.3.3 Transmisión de las fuerzas de anclaje al suelo

Anclajes inyectados en roca

Para la transmisión de fuerzas de anclaje muy elevadas es necesario que la roca no tenga fisuras u otros defectos que provoquen un desplazamiento bajo los efectos de las cargas. Por tanto, antes de instalar el anclaje se procederá a la consolidación de las rocas fisuradas por inyección a través de la perforación.

Mediante la introducción de lanzas de inyección y obturadores, se inyectará el terreno que rodea la perforación realizada para el anclaje y volverá a comenzarse el ciclo, perforando las veces que fuese preciso hasta alcanzar la estanqueidad necesaria.

Anclajes en tierra

Con objeto de incrementar el rozamiento del anclaje en la zona de adherencia se recurrirá a la post-inyección.

Se entiende por post-inyección el proceso de volver a inyectar el anclaje después de la inyección primaria. Se inyecta a altas presiones, con lo que se somete al terreno a tensiones radiales, lo que da lugar a un rozamiento más alto y, por otra parte, se produce una superficie irregular que provoca un entrelazamiento del cuerpo inyectado con el terreno.

La post-inyección se compone de una tubería de inyección de polietileno de alta densidad adosada a lo largo del anclaje, desde la boca de la perforación hasta la zona de adherencia así como de válvulas de inyección fijadas a la barra de anclaje cada 1,5 m.

Al final de la tubería de inyección se coloca un elemento intercambiador para el retorno de dicha tubería hasta la boca de la perforación.

Las válvulas de post-inyección estarán construidas de tal forma que ocasionen sólo un pequeño aumento de diámetro del anclaje y pese a ello permitan alcanzar una gran presión para romper el mortero de la inyección primaria.

La post-inyección se efectuará a las 24 horas de realizada la inyección primaria. Se comienza inyectando agua hasta que se elimina el aire de los tubos de post-inyección, lo que se aprecia por su salida por el tubo de retorno, momento en que éste se tapona. A continuación se incrementa la presión del agua hasta que se rompe el mortero de la

inyección anterior, lo que se advierte por el descenso de presión que registra el manómetro del equipo hidráulico. A partir de este momento se vuelve a incrementar la presión durante un periodo de dos minutos, lo que es suficiente, en general, para que la presión se estabilice en los máximos del equipo, que no deben ser inferiores a 50 Kp/cm².

Una vez efectuada la operación descrita en el párrafo anterior, se procederá a repetirla inyectando, en esta ocasión, lechada de cemento. Después de finalizado el proceso se limpiarán los tubos de post-inyección haciendo circular agua por ellos, en el caso de que estuviera prevista la realización de una segunda post-inyección.

3.3.2.2.3.4 Relleno del taladro

El relleno del taladro se efectuará normalmente en la totalidad de su longitud de una sola vez. No obstante, la Dirección de Obra podrá ordenar que se inyecten de forma independiente la zona de adherencia y la zona libre.

La lechada deberá utilizarse inmediatamente después de efectuada la mezcla de cemento y agua.

La placa de reparto deberá disponer de dos ranuras que permitirán instalar dos tubos de polietileno, con objeto de poder inyectar la lechada una vez tesado el anclaje. Uno de los tubos deberá llegar hasta las proximidades de la zona previamente inyectada, a fin de depositar la lechada desde el fondo del taladro; el otro tubo, de unos 10 a 15 cm. de longitud permitirá la salida del aire y de la propia lechada cuando el taladro esté totalmente relleno, confirmando así que la inyección ha sido correcta. El relleno se efectuará mediante una bomba de inyección. Una vez que aflore la lechada de cemento por el tubo de retorno se taponará ésta y se da una presión por el otro de 2,0 Kp/cm² durante, al menos, 1 minuto.

Una vez relleno se colocará un tapón de mortero de endurecimiento rápido, haciéndolo penetrar lo más posible en el interior del taladro e inmediatamente después, con objeto de que no haya fraguado la lechada ni el mortero, se instalará la placa, las arandelas y la tuerca, dándole a la barra la tensión deseada mediante gato hidráulico.

3.3.2.2.3.5 Cabezas de tesado

Se dispondrán placas de acero de reparto, arandelas cónicas de apoyo sobre la placa, arandela de acero endurecido y rosca hexagonal de presión.

La transmisión de las compresiones desde la cabeza de anclaje (placa, tuerca y anclaje) sobre el paramento del elemento de contención a estabilizar se efectúa directamente o bien por medio del citado prisma tronco-piramidal de mortero de cemento, con la cara de dimensiones menores contenida en un plano perpendicular al eje del anclaje. En su caso, el lado del plano perpendicular al anclaje tendrá como mínimo 5 cm. más de longitud por cada extremo que la placa de reparto que sustenta.

La puesta en carga del anclaje ha de producirse en el momento que quede asegurada una resistencia mínima a compresión de 250 kg/cm². Para ello se obtendrán las roturas a 24 h., 72 h. y 1 semana de las probetas obtenidas al efecto.

La sección de anclaje en la zona libre deberá estar protegida mediante un tubo de plástico, con objeto de que al aplicar la tensión se transmita a la zona de anclaje.

La placa de reparto deberá quedar apoyada, en su totalidad, sobre el paramento a estabilizar o sobre la cara del dado si éste es necesario.

3.3.2.2.3.6 Tesado del anclaje

Una vez instalada la placa, colocada la tuerca y, en su caso las arandelas cónicas, y asegurada la resistencia del conjunto, se procederá al tesado del anclaje mediante un gato hidráulico.

En la parte final del anclaje se presentará la rosca hexagonal de manera que se pueda apretar en el momento de su colocación definitiva dejando el extremo libre disponible para la colocación de un manguito de unión al que se le acoplará un tramo de barra de iguales características (calidad de acero y sección) al objeto de que sea retirado por el gato hidráulico.

La tuerca de anclaje en anclajes monobarra tiene que desplazarse durante el tensado y proceso de destensado con los cambios de longitud elásticos y únicamente tras la conclusión del ensayo serán definitivamente fijados a la carga de fijación. Durante el desplazamiento se girará continuamente la tuerca de anclaje al mismo ritmo que el alargamiento.

Una vez puesto el gato en posición, se tensará hasta el 15% de la carga de servicio, a partir de este momento se comenzará a medir las deformaciones y tensiones del gato, mediante tres escalones de carga: 50%, 100% y uno final del 150% de la carga de servicio.

En los dos últimos escalones (correspondientes a la carga de trabajo y a la carga de ensayo) se miden los desplazamientos durante un periodo de tiempo hasta su estabilización. Este periodo es de cinco (5) minutos como mínimo en suelos de roca y suelos no cohesivos, y de quince (15) minutos en suelos cohesivos.

A continuación se procede a disminuir la carga nuevamente hasta el 15% de la carga de servicio registrando también los desplazamientos en los escalones intermedios.

Por último, se aplicará la tensión final de pretensado (carga de fijación) reflejada en los cuadros (que corresponde al 85% de la carga de servicio). En este proceso se miden desplazamientos al cincuenta por ciento (50%) y al cien por cien (100%) de la carga de fijación.

No obstante, la Dirección de Obra podrá determinar las tensiones últimas que estime oportunas sin suponer incremento presupuestario alguno dichas medidas.

Para cada anclaje se obtendrá el cuadro tensión - deformación correspondiente a todo el proceso descrito, para la aprobación por parte de la Dirección de Obra, de manera que si se hubiera producido arrastre, o la pendiente resultante se desviara de la del módulo de elasticidad teórico, se rechazaría el anclaje, debiendo reperforarse uno nuevo y no dando lugar a abono alguno por el anclaje no apto.

Todos los anclajes se numerarán y se anotará en la cabeza de anclaje la fecha de tesado.

Periódicamente, y a lo largo de la ejecución de los trabajos, la Dirección de la Obra revisará la situación, número, longitudes y tensiones de los anclajes.

3.3.2.2.3.7 Defectos a evitar durante la ejecución

• Perforación

Durante la ejecución de las perforaciones los defectos más corrientes se refieren a los aspectos siguientes:

- Perforaciones mal orientadas en dirección.
- Perforaciones con diámetro demasiado grande o demasiado pequeño.

- Ejecución de perforaciones de diámetro irregular (ovalizaciones en el comienzo) demasiado largos (lo que tiene como consecuencia una falta de relleno en la obra) o demasiado cortos (el anclaje sale demasiado).
- Falta de limpieza de la perforación y de los anclajes.

- **Anclaje**

- Introducción parcial del anclaje.
- Utilización de un mortero o lechada mezclados con demasiada antelación.
- Colocación de un volumen insuficiente de mortero.
- Empleo de productos de baja resistencia mecánica.

- **Colocación de las placas de apoyo**

- Es frecuente en la práctica que las placas de apoyo estén mal colocadas y no apoyen contra la superficie de colocación, lo que disminuye la eficacia del anclaje.

Un anclaje correctamente colocado debe sobresalir del plano de la placa de anclaje al menos 10 centímetros.

Con el certificado de garantía de fabricante podrá prescindirse, en general, de los ensayos de recepción de los distintos elementos que compone el anclaje.

El Director de Obra podrá ordenar la toma de muestras que considere oportuna, tanto del propio acero como de la lechada o de los distintos elementos de la cabeza de anclaje (placa de reparto, tuerca roscada, dado de mortero y arandelas cónicas) y de la lechada del mortero de inyección para la protección del anclaje.

3.3.2.2.4 Control de calidad

Para asegurarse de la calidad y eficacia de los anclajes se pueden realizar cuatro tipos de control:

- Un control de calidad de los componentes (anclajes, lechadas, morteros, etc.) .
- Control estadístico de la longitud no sellada de los anclajes. Para ello se quitarán las placas de apoyo midiendo a continuación con una varilla de acero la longitud sin relleno.
- Ensayos destructivos in situ por tracción y torsión.
- Medidas de tensión en la cabeza del anclaje con células dinamométricas introducidas entre la placa y la tuerca midiendo las deformaciones periódicamente con un comparador.

En primer lugar debe considerarse el proceso de tesado antes descrito como un ensayo de aceptación. Tras el dibujo del diagrama de fuerza-desplazamiento se registrará la línea de rozamiento cero, en la mediana entre las líneas de descarga y de carga del ciclo. A partir de estos resultados es preciso comprobar para cada anclaje:

- Si se cumplen los límites permisibles de la longitud de la barra libre.
- Si se ha tenido en cuenta el desplazamiento en la carga de fijación para que la carga efectiva alcance la magnitud proyectada.

Asimismo, se llevará a cabo en los tres (3) primeros anclajes que se realicen en cada capa de terreno una prueba de aptitud que tiene por objeto comprobar la aptitud del suelo para soportar la carga del anclaje. A diferencia de la prueba de recepción, en este caso se descarga hasta la carga previa (15% de la carga de servicio) cuando alcanza por vez primera cada escalón de carga y registra la deformación remanente. En cada escalón se efectúa una medición en función del tiempo, mientras se mantiene constante la carga.

Los ensayos de tracción y de torsión sobre los anclajes colocados pueden hacerse con un gato hueco que permita tirar de la cabeza del anclaje apoyándose en la superficie anclada en las cercanías de la placa de apoyo.

El alargamiento del anclaje y de su relleno de mortero se mide con un comparador, pudiéndose así elaborar la curva tensión-deformación característica del anclaje.

Se anotará el valor de la fuerza necesaria para arrancar el anclaje o para que éste resbale con relación al relleno o, en fin, para que se rompa.

En tal sentido, para los anclajes determinados con los diámetros de perforación mínimos establecidos y para cada tipo de terreno o zona en que se utilicen anclajes monobarra, se realizarán los siguientes anclajes de prueba con las siguientes longitudes de adherencia referidos a la longitud mínima establecida en el presente pliego (L. mín.):

- **Zona de adherencia situada en roca sana**

Si la zona de adherencia se encuentra situada en su totalidad en roca sana se realizarán, en principio, 4 anclajes de prueba:

- 1.- 0,50 L. mín.
- 2.- 0,75 L. mín.
- 3.- 1,00 L. mín.
- 4.- 2,00 L. mín.

Se procederá a tesar el primero de ellos (0,5 L.mín) hasta producir o el arrastre del bulbo de anclaje o la rotura de la barra.

Si se produjera la rotura de la barra quiere decir que resulta suficiente la longitud mínima establecida en el pliego.

Comprobándose que la carga de rotura coincide con la teórica del acero. En tal caso se seguiría haciendo la prueba con el de 0,75 L.mín. y en caso de coincidir que la rotura se ha producido por la barra se dejaría de hacer pruebas y los otros dos anclajes realizados, 1,00 L.mín y 2,00 L.mín se tratarían como anclajes de obra.

En el caso de que el anclaje 0,50 L.mín deslizará, se realizará la prueba con el de 0,75 L.mín de manera que si éste no deslizará y tampoco el de 1,00 L.mín., la nueva longitud de adherencia mínima habría que aumentarla hasta 1,50 L.mín. y ésta regiría para la totalidad de los anclajes.

Si se hubiera deslizado con 0,75 L.mín. se probaría con 1,00 L.mín. repitiéndose de igual manera que lo indicado anteriormente, si no desliza se adoptaría 2,00 L.mín. como nueva longitud mínima de anclaje.

Si a pesar de todo, deslizará se realizará otra serie de 4 anclajes con 2,00, 3,00, 4,00, 5,00, L.mín. hasta obtener la longitud mínima que será igual a 2 veces la 1ª longitud en la que no se deslice.

- **Zona de adherencia situada en suelos**

Si se trata de suelos granulares se podrá, siempre que la Dirección de Obra lo autorice, proceder a realizar únicamente 4 anclajes de prueba y ensayarlos según el procedimiento descrito anteriormente para anclajes en roca. En el caso de suelos cohesivos o cuando la Dirección de Obra lo considere oportuno se procederá a la realización de 6 anclajes de prueba:

- 1.- 0,50 L. mín.
- 2.- 0,50 L. mín.
- 3.- 0,75 L. mín.

4.- 0,75 L. mín.

5.- 1,00 L. mín.

6.- 2,00 L. mín.

provistos con válvulas de post-inyección cada 1,50 m, con excepción del primero.

Como en el caso de anclajes con la zona de adherencia en roca, se procederá, en primer lugar, a tesar el primero de ellos (0,5 L.mín, sin post-inyección) hasta producir o el arrastre del bulbo de anclaje o la rotura de la barra.

Si se produjera la rotura de la barra, se seguiría haciendo la prueba con uno de los de 0,75 L. mín pero sin utilizar sus válvulas de post-inyección y, en caso de que la rotura se produjera también por la barra, se dejaría de hacer pruebas y los anclajes de 1,00 L. mín y 2,00 L.mín se tratarían como anclajes de obra con post-inyección, sin necesidad de post-inyección, debiendo descartarse el sobrante de 0,75 L.mín. En este supuesto, se adoptarían las longitudes mínimas del cuadro sin post-inyección.

En el caso de que no se diera el supuesto del párrafo anterior, se procedería como en el caso de anclajes con la zona de adherencia situada en roca, partiendo del anclaje de 0,50 L. mín pero procediendo a la post-inyección en todos los casos, por lo que las longitudes de anclajes que se determinen en este caso se entenderán válidas con las características de las operaciones de post-inyección utilizadas en las pruebas.

Las características de las operaciones de post-inyección a utilizar en los anclajes de prueba (número de operaciones de postinyección, presiones, duraciones, etc.) deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra.

Si, a pesar de todo, las longitudes de los anclajes de prueba no resultaran suficientes, se realizará otra serie de 4 anclajes con 2,00, 3,00, 4,00, 5,00, L.mín., todos provistos con válvulas de post-inyección cada 1,50 m, hasta obtener la longitud mínima que será igual a 2 veces la 1ª longitud en la que no se deslice.

Con el certificado de garantía de fabricante podrá prescindirse, en general, de los ensayos de recepción de los distintos elementos que compone el anclaje.

El Director de las Obras podrá ordenar la toma de muestras y la realización que considere oportunas, tanto de la propia barra de acero de alta resistencia como del anclaje preinyectado, del mortero, de los distintos elementos de la cabeza de anclaje (placa de reparto, tuerca roscada, dado de mortero y arandelas cónicas) y de la lechada del mortero de inyección para la protección de la zona libre del anclaje.

Las piezas o elementos se suministrarán en envases adecuados, suficientemente protegidos para que los golpes de un transporte ordinario no dañen las mismas.

En cuanto al control estadístico de longitudes libres, placas de apoyo-final de bulbo de anclaje, se realizará cada cinco (5) anclajes según su longitud.

Los ensayos destructivos de arranque y determinación de la zona de adherencia se producirán cada cien (100) unidades de cada tipo, o fracción, cuando ésta supera las cuarenta (40) unidades. La existencia de fallos en este ensayo obligará a la realización de subdivisiones en lotes de veinte (20) y repetir el ensayo o recepcionado de lotes en la medida que sean favorables y siempre que los resultados negativos no se deban a falta de calidad de los materiales.

Los ensayos de evolución de tensiones, quedan recogidos en la unidad: "Ud. Medición de las tensiones desarrolladas en un bulón".

3.3.2.2.5 Medición y abono

Se medirá por metro lineal (m) de anclaje totalmente colocado, medido entre la placa de anclaje y el límite extremo de la barra dentro de la perforación según la carga nominal y calidad del acero (límite elástico 900/1.030 ó 1.080/1.230 N/mm²) en función de la longitud ejecutada, según resulte inferior o igual/superior a 12 m; incluyendo la instalación del equipo de perforación, realización del bulbo de anclaje, cabeza de anclaje, tesado, inyección de lechada, resto de sistemas de protección contra la corrosión, piezas especiales, tuercas, manguitos, centradores y ensayos especificados en este Artículo, así como cuantas operaciones fuera necesario realizar para una correcta ejecución de la unidad.

En el caso de anclajes en suelos estarán incluidos en el precio todos los materiales y dispositivos y el empleo de los equipos necesarios para post-inyección de los anclajes.

Se incluye, además, los materiales, maquinaria, accesorios y aditivos necesarios para su correcta ejecución, así como el precio de grúa o andamio preciso para acceder a la ubicación del anclaje.

No se establecerá ninguna distinción entre los anclajes a ejecutar en la obra, en base a las distintas fechas en que se ordenen ejecutar y el estado en que se encuentren los terrenos afectados. Cualquiera que sea el método de perforación empleado, o los medios auxiliares necesarios, el precio para la unidad será fijo y no sujeto a variación de ningún tipo.

Se consideran también incluidos los cajetines a realizar en los paramentos de los muros de hormigón, que se dispongan sobre los taludes a estabilizar, con objeto de ocultar las cabezas de los anclajes. No será objeto de medición, y por tanto de abono, aquellos anclajes que:

- No hayan sido señalados por la Dirección de las Obras para su ejecución.
- Hayan sido empleados en ensayos destructivos de arranque y determinación de la zona de adherencia.
- Hayan sido arrancados al realizar el tesado hasta el último escalón de carga del proceso de tesado señalado en el presente artículo.
- No contengan el dado de anclaje o dispositivo de cabeza (placa, tuerca roscada, longitud libre de barra roscada) indicados en los planos o requeridos según las especificaciones anteriores.

Asimismo, el exceso de mortero de inyección que sea necesario introducir debido a pérdida por grietas, coqueras, sobreperforación, etc., no dará lugar a abono complementario. Así como el cambio de diámetro de perforación sea cual fuere la razón que lo motivara.

Tampoco será de abono el exceso de mortero empleado en la formación del dado de anclaje, por irregularidades del talud una vez esté saneado ni las sobredimensiones con respecto a las indicaciones de la Dirección de las Obras en la ejecución de cada anclaje.

Esta unidad de obra se abonará según el tipo, la carga de servicio y en función de si la longitud realmente ejecutada es <, = ó > de 12 m para los anclajes colocados, de acuerdo con los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº1.

No dará lugar a modificación del precio unitario a aplicar a la longitud total del anclaje ejecutado, la necesidad de variar las longitudes de adherencia ni la longitud total del anclaje, cuando estas variaciones de longitud no afecten al límite inferior o superior a 12 m. Cabe exclusivamente la posibilidad de cambiar de grupo, cuando habiéndose previsto una longitud superior a 12 m, el anclaje ejecutado realmente es clasificable como inferior o igual a dicha longitud y viceversa, es decir, anclajes previstos para longitudes menores o iguales a 12 m que después de su ejecución resultan con longitudes superiores a esa medida. En todo caso el precio a aplicar será el del grupo al que pertenezca la longitud del

anclaje realmente ejecutado (menor o igual a 12 m, o superior a 12 m), sin otro suplemento o compensación alguna por tal concepto.

En el supuesto de que los anclajes se realicen directamente sobre un paramento sin que sea necesario ejecutar el dado de mortero a la medición resultante, se le aplicará un coeficiente corrector de 0,95.

Las entalladuras o resaltos sobre muros o paramentos, no tendrán el carácter de dado y por tanto, serán susceptibles de la aplicación de dicho coeficiente corrector.

3.3.2.3 Anclaje de cables

3.3.2.3.1 Definición y alcance

Se define como anclajes inyectados pretensados en tierra y en roca, a los elementos a tracción en la zona subsuelo, que transmiten las fuerzas de la cabeza del anclaje a la zona de anclaje propiamente dicha mediante cables a través de una longitud libre de anclaje, siendo luego pretensados. Se instalan en perforaciones y se inyectan con mortero de cemento en toda la longitud de aplicación de la fuerza.

Dentro de esta unidad se incluye:

- El replanteo.
- El suministro del equipo de elevación (grúa más plataforma de maniobra) en caso de que se necesitara ejecutar el anclaje cuando la excavación del talud se encontrara en una cota muy inferior, de tal forma que resultara inaccesible para los equipos de trabajo.
- La perforación y limpieza de la misma.
- El suministro de cables y equipo guía para su introducción en la perforación.
- La inyección de la lechada de cemento.
- La ejecución de la cabeza de soporte de la placa de reparto, realizado a base de mortero de cemento M 450.
- El suministro de la placa y los accesorios especiales para tesado, incluyendo cabezas, placa, cuñas y demás elementos, así como la realización de la prueba de tesado, comprobando hasta el valor indicado y retesado posterior hasta tensión remanente.
- La inyección del mortero de la zona libre de anclaje de cara a su protección.

3.3.2.3.2 Materiales

3.3.2.3.2.1 Acero

El diámetro de los cables será de Ø6" y la calidad de los aceros será Y1860S7, que serán estirados en frío.

Las características de fabricación, resistencias, características geométricas, tensiones y radios de curvatura permisibles, marcas de fabricante, transporte y almacenaje, así como datos sobre el control de calidad y verificación, vendrán señalados en los correspondientes certificados de homologación de acero de tensado. El fabricante controlará la calidad del acero y las tolerancias de laminación.

Los requisitos fundamentales de estos aceros vienen impuestos por la necesidad de resistir prolongados y grandes esfuerzos de tracción. El límite de elasticidad y la resistencia a la rotura tendrán una correcta relación entre sí, para evitar la influencia plástica bajo carga permanente y alcanzar un comportamiento de relajación idóneo, con el objeto de

mantener reducida la pérdida de tensión (relajación) durante la vida útil de la estructura de anclaje. Los aceros de tensar superarán también los ensayos de fatiga, ya que las cargas de servicio pueden dar lugar a sollicitaciones alternadas.

El acero de tensado debe almacenarse protegido contra la intemperie, y debe estar en ambiente ventilado.

Los anclajes permanentes de cables se transportan generalmente en rollos con dos flejes de acero en cada vuelta. Las vainas nervadas deben ser de PE. Los anclajes arrollados sobre las bobinas se pueden abrir en obra mediante desembobinadoras con freno. También se pueden transportar los anclajes en lazos ovalados. La vaina nervada comienza en el tramo recto de óvalo.

3.3.2.3.2.2 Composición del material a inyectar

Como aglomerante se utiliza únicamente cemento Portland de resistencia mínima 350 kp/cm².

Para reducir el contenido de agua y mejorar la fluidez, a juicio de la Dirección de Obra se podrán emplear aditivos. La relación agua-cemento para la inyección primaria debe estar comprendida entre 0,36 y 0,44. Para la post-inyección en suelos adhesivos la relación agua-cemento debe ser de 0,5.

3.3.2.3.2.3 Otros elementos

La placa de reparto será como mínimo de acero de quince centímetros (15 cm) de lado y veinte milímetros (20 mm) de espesor.

Cuando la inclinación del anclaje sea inferior a doce grados (12°), esta placa deberá disponer de dos (2) orificios para los tubos de inyección y desaireación.

El mortero a utilizar en la cabeza del anclaje será M-450, según la dosificación indicada en el artículo 611.3 del PG-3/75, y tendrá la forma indicada en los planos, o en su defecto, forma tronco-piramidal, con la cara de menores dimensiones, de veinticinco por veinticinco centímetros (25 x 25 cm), ortogonal al eje del anclaje y separada de su base mayor una distancia superior a diez centímetros (10 cm) cuando se trate de un talud de roca o a tres centímetros (3 cm) cuando se trate de un paramento de hormigón.

El mortero de protección de la zona libre de anclaje se inyectará en forma de lechada con una relación, en peso, agua/cemento igual a dos (2).

3.3.2.3.3 Ejecución de las obras

3.3.2.3.3.1 Perforación

3.3.2.3.3.1.1 Perforación por hincado

Con terrenos buenos la perforación por hincado es la más sencilla, económica y rápida. El entubado se llevará a cabo mediante una broca de percusión. Por cada percusión se gira el tubo de forma continua en la dirección de la rosca, para que no se suelten las conexiones roscadas, y evitar que los golpes se apliquen sobre la rosca, logrando que se transmitan a través del collar directamente sobre el tubo. Con el giro se impiden también las desviaciones laterales.

En condiciones normales del terreno se utilizará una punta con collar liso. En condiciones difíciles se utilizarán puntas con ranura radial o longitudinal, para que la punta gire con el tubo. En suelos embarrados o arcillosos se utilizará una punta de perforación con orificios que permite el paso del agua. A este fin se necesita una elevada presión de agua, que se inyecta a un conducto a través de un cabezal.

3.3.2.3.3.1.2 Perforación a rotación con enjuague exterior

En el extremo del tubo de perforación se soldará por puntos una corona de perforación. Tendrá forma de cruz o de pala y encajará en una ranura para recibir las fuerzas de giro. El tubo de perforación se profundizará girando, a cuyo fin el enjuague tendrá lugar a través del tubo y se establecerá una corriente ascendente por la parte exterior del tubo. La velocidad de giro, avance y corriente de agua tendrán que estar sintonizados para lograr un rendimiento de perforación óptimo. La punta será desprendida antes de la instalación del anclaje. El método de perforación es especialmente idóneo para suelos poco permeables y de granulometría mixta.

En suelos arenosos existe el peligro de que el agua de retorno por la parte exterior del tubo provoque socavaciones. Cuando se monta otro tubo de perforación y se interrumpe el flujo de agua, la tierra asentada puede taponar los canales.

Una ventaja especial de este procedimiento es que el rozamiento exterior a lo largo de los tubos de perforación es muy bajo.

3.3.2.3.3.1.3 Perforación con sobrecarga

La perforación con sobrecarga que se aplica sobre las capas rocosas hasta penetrar en la roca, se denomina perforación con sobrecarga y se puede hacer en una operación.

El tubo de perforación con corona anular se hará avanzar con un taladro hueco con corona de percusión o cincel de rodillos que avanzará girando o por percusión rotativa.

El agua para enjuagar deberá fluir a través del taladro hueco hasta el fondo de la perforación, volver con los residuos a través del espacio anular entre el útil interior y el tubo de perforación y salir a través del cabezal.

Cuando el tubo de perforación haya alcanzado roca sólida, solamente avanzará el útil interior. Los anclajes serán instalados una vez retirado el útil interior.

3.3.2.3.3.1.4 Perforación con martillos para agujeros profundos

El procedimiento es idóneo para tipos de suelos duros y rocosos así como para suelos que presentan obstáculos a la perforación.

El martillo neumático trabajará en el fondo de la perforación y cada golpe del pistón incidirá directamente sobre la corona de perforación. Para evacuar los residuos, se añadirá al aire del martillo una mezcla de agua y espumante. Con este procedimiento se consiguen avances rápidos y pequeñas desviaciones angulares. Para perforaciones entubadas se utilizará una corona de perforación excéntrica. El entubado se introducirá por su propio peso sin girar.

3.3.2.3.3.1.5 Perforación con cabezal doble

La perforación por percusión con tuberías introducidas por giro se denomina perforación con cabezal doble. Con este procedimiento pueden realizarse perforaciones casi libres de vibración y ruido a grandes profundidades.

Se utilizarán equipos con un cabezal giratorio doble, así como dos sistemas de tubos concéntricos. El tubo interior lleva el martillo de accionamiento neumático, el tubo exterior una corona de perforación anular. El avance del tubo exterior estará sincronizado con el del martillo. Los giros de los dos sistemas de tubos serán opuestos e impedirán la obstrucción del espacio anular, debido a los residuos de la perforación.

Si al perforar con cabezal doble se tropezase con rocas sólidas la perforación podrá continuar sólo con el martillo de perforación, junto con el tubo interior.

Si se trata de terreno cohesivo, en lugar del martillo puede utilizarse una corona de perforación giratoria o un cincel de rodillos instalado en el tubo interior. En este caso se trata de un método de perforación giratoria doble.

3.3.2.3.3.1.6 Perforación con sinfín

La perforación con sinfín es idónea para suelos estables, donde el terreno puede ser cortado por el filo del sinfín.

El sinfín de perforación macizo es idóneo para la extracción de la tierra introducido en los tubos de anclaje ya hincados o perforados. A lo largo de toda la longitud de la perforadora se soldará una espiral de acero. Los anclajes se introducirán en las perforaciones después de realizar el sinfín.

La perforación con sinfín hueco es adecuada para suelos adhesivos. En este caso las espirales de acero estarán soldadas sobre los tubos de perforación. Para la protección contra el desgaste del sinfín se acoplará un sinfín inicial reforzado. Las puntas de perforación, que se equiparan con filos de avance, no son recuperables. Para el trabajo con sinfín pueden utilizarse casi todas las máquinas de perforación giratorias que tengan suficiente potencia, con o sin chorro central.

3.3.2.3.3.1.7 Perforación de rocas

La perforación de rocas macizas se efectuará con perforadoras de percusión rotativas, neumáticas o hidráulicas, en las cuales la energía de percusión se transmite a través del tubo de perforación acoplado a la corona de perforación. Para limpiar se utilizará chorro de agua o de aire o una mezcla de ambos, a través de los tubos huecos de perforación.

Para que la destrucción de la roca sea lo más efectiva posible, será preciso presionar constantemente, hacia adelante la corona de perforación.

3.3.2.3.3.2 Instalación de los anclajes

Hay que tomar precauciones para que no se estropeen los componentes delicados del anclaje y que son sensibles a la corrosión. A veces es conveniente emplear embudos sin cantos y velar para que los orificios de perforación sean suficientemente grandes como para poder introducir fácilmente los anclajes y separadores.

3.3.2.3.3.3 Transmisión de las fuerzas de anclaje al suelo

3.3.2.3.3.3.1 Anclajes inyectados en roca

Para la transmisión de fuerzas de anclaje muy elevadas es necesario que la roca no tenga fisuras u otros defectos que provoquen un desplazamiento bajo los efectos de las cargas. Por tanto, antes de instalar el anclaje se procederá a la consolidación de las rocas fisuradas por inyección a través de la perforación.

Mediante la introducción de lanzas de inyección y obturadores, se inyectará el terreno que rodea la perforación realizada para el anclaje y volverá a comenzarse el ciclo, perforando las veces que fuese preciso hasta alcanzar la estanqueidad necesaria.

3.3.2.3.3.3.2 Anclajes en tierra

La capacidad portante de un anclaje en tierra depende fundamentalmente del terreno adyacente y de la técnica utilizada para inyectar la zona de adherencia. El principal factor, que influye en la capacidad portante del anclaje es la longitud de adherencia. También se puede incrementar el perímetro de inyección. Con esto se consigue un aumento del rozamiento, hasta cierto límite.

Sin embargo, los métodos más eficaces son los que provocan el aumento de la presión de inyección. En muchos suelos, principalmente en suelos no adhesivos, bastará un solo proceso de inyección. Si el anclaje se realiza en suelos con características mecánicas más deficientes, principalmente en suelos adhesivos, un solo proceso de inyección no será suficiente.

3.3.2.3.3.3.3 La post-inyección

Se entiende por post-inyección el proceso de volver a inyectar el anclaje después de la inyección primaria.

Con suelos impermeables, adhesivos, la inyección primaria únicamente puede rellenar el orificio de la perforación y los huecos adyacentes. Por tanto, la adherencia entre el material inyectado y la pared de perforación es pequeña y las fuerzas de anclaje, que se puedan transmitir son también pequeñas, principalmente en el caso de suelos plásticos.

Debido a estas causas se procede a la post-inyección, manteniendo una presión elevada durante cierto tiempo e inyectando material en el tramo de adherencia ya inyectado, con lo que se consigue una adherencia considerablemente mayor entre el cuerpo inyectado y el suelo. Por una parte, al terreno se le somete a tensiones radiales, lo que da lugar a un rozamiento más alto y por otra parte, se produce una superficie irregular que provoca un entrelazamiento del cuerpo inyectado con el terreno. Si se efectúa varias veces la post-inyección, la adherencia puede aún ser mayor.

La post-inyección se compone de una tubería de inyección adosada a lo largo del anclaje, desde la boca de la perforación hasta la zona de adherencia así como de válvulas de inyección. Las válvulas de inyección mantienen el cable de acero centrado en la perforación y, también actúan como válvula de un solo sentido a través de la cual el mortero de inyección sale de las tuberías de inyección.

Estarán construidas de tal forma que ocasione solo un pequeño aumento de diámetro del anclaje y pese a ello permitan alcanzar una gran presión para romper el mortero de la inyección primaria.

3.3.2.3.3.4 Equipos de inyección

Para obtener mezclas coloidales se utilizarán mezcladores de alta turbulencia. Para garantizar un bombeo continuo se emplearán contenedores independientes de mezcla y reserva. Para la alta presión de la post-inyección, las bombas más adecuadas son las de émbolo de largo recorrido.

Para la medición de las altas presiones de inyección se utilizarán manómetros con retenes rellenos de grasa.

3.3.2.3.3.4 Cabeza de tesado

Se dispondrán placas de acero de reparto de quince por quince por dos centímetros (15 x 15 x 2 cm) como mínimo, que apoyarán sobre una base de asiento de mortero M-450, según la dosificación indicada en el artículo 611.3 del PG-3/75, y tendrá la forma indicada en los planos, o en su defecto, forma tronco-piramidal, con la cara de menores dimensiones, de veinticinco por veinticinco centímetros (25 x 25 cm), ortogonal al eje del anclaje y separada de su base mayor una distancia superior a diez centímetros (10 cm) cuando se trate de un talud de roca o a tres centímetros (3 cm) cuando se trate de un paramento de hormigón.

3.3.2.3.3.5 Operaciones de tensado

3.3.2.3.3.5.1 Tensado

Los anclajes se pretensan para transmitir las cargas al terreno. Con este fin se utilizarán gatos hidráulicos con bombas de accionamiento manual o eléctrico, similares a la que se emplean en hormigón postensado. Antes de su fijación los anclajes serán sometidos a la carga de ensayo especificada en el apartado 4 del presente Artículo. La carga de ensayo se aplica escalonadamente, tras alcanzar la carga de ensayo se destensa de nuevo hasta una cierta carga previa.

Las cuñas de anclaje tienen que desplazarse durante el tensado y proceso de destensado con los alargamientos del tendón, y únicamente tras la conclusión del ensayo será definitivamente fijados a la carga de trabajo (hay varios ciclos de carga en la ejecución de los ensayos). Los gatos de tensar se equiparán con unos soportes, para que haya suficiente espacio donde se puedan mover los elementos de anclaje. Dado que los gatos de tensar no están previstos para desplazamientos de esta magnitud, las piezas de anclaje no se instalarán para el proceso del ensayo. Tras la prueba se desmontará el gato de tensar, se colocarán las piezas de anclaje y entonces se tensarán hasta la carga de servicio.

Durante el desplazamiento se adelantarán las cuñas de anclaje, hasta fijarlas.

3.3.2.3.3.5.2 Retesado

Para poder verificar o regular, en cualquier momento las fuerzas de anclaje, es preciso disponer de las piezas adecuadas.

Para la fijación del anclaje con el gato es preciso que estos sobresalgan, o montar cabezas de anclaje roscadas. Para la fijación de estas cabezas roscadas se utilizan manguitos con husillos. Las cuñas para los anclajes de cables se colocarán por lo menos 15 mm en contra de la dirección de tracción, para conseguir una nueva longitud de agarre suficiente. Por

esta razón, en anclajes de cables se sacará la cabeza de anclaje completa y se calzará convenientemente.

3.3.2.3.3.6 Sistemas de protección contra la corrosión

Seguidamente se reseñan las condiciones que deben cumplir la protección contra la corrosión para anclajes temporales y anclajes permanentes.

3.3.2.3.3.6.1 Componentes

Además de la protección de la cabeza de anclaje, que salvo especificación en contra por parte de la Dirección de Obra se realizara con hormigón o mortero de cemento, los principales componentes de la protección contra la corrosión son:

3.3.2.3.3.6.1.1 Mortero de cemento

Se empleará mortero de cemento, que al tener un valor del pH de hasta 12,6, es una protección activa contra la corrosión. La superficie de acero se volverá eléctricamente pasiva por el medio alcalino del mortero de cemento, por lo que independientemente del potencia existente no se producirá corrosión.

3.3.2.3.3.6.1.2 Vainas de material plástico

Se utilizarán vainas lisas y corrugadas, que separarán el mortero de cemento interior y exterior y crearán una barrera estanca al gas.

Debido a sus exigencias mecánicas, transporte y condiciones de montaje, se utilizarán tubos de P.V.C., PPh o PE con un espesor de pared como mínimo de un milímetro (1 mm) en vainas corrugadas. Las calidades del material se controlarán según las especificaciones de las normas.

3.3.2.3.3.6.1.3 Grasas protectoras contra la corrosión de plasticidad permanente

Estas grasas tienen que rellenar los huecos existentes y permitir las deformaciones durante el tensado. Los requisitos impuestos a estas grasas son en parte muy distintos a los impuestos a las grasas convencionales. Este hecho es tenido especialmente en consideración en los certificados de homologación y catálogos especiales. Tienen que cumplir determinadas exigencias desde el punto de vista de la calidad (pureza, absorción de agua, resistencia eléctrica, saponificación, durabilidad) y aplicación (viscosidad, resistencia a la temperatura).

3.3.2.3.3.6.2 Anclajes temporales

Los elementos fundamentales de la protección contra la corrosión son:

- En la longitud de anclaje: con recubrimiento de mortero de cemento, de 20 mm alrededor del tendón en suelos cohesivos y de 10 mm en roca.
- En la longitud libre de tensión: con una vaina de plástico obturada en el extremo inferior, que ofrece protección suficiente y libre dilatación durante el tensado. Deberá resistir los golpes de manipulación.
- En la cabeza de anclaje: una vez unida herméticamente con la vaina se aplicará un recubrimiento o una caperuza para proteger la tuerca o la unión con cuñas.

3.3.2.3.3.6.3 Anclajes permanentes con cables

La libre deformación de los cables se logrará embebiendo cada cable en toda la longitud libre de tensión, por medio de un procedimiento de fabricación especial, en la grasa protectora contra la corrosión en el interior de la vaina de plástico, antes de ser instalado el haz de cables en el interior de una vaina lisa y corrugada.

3.3.2.3.3.7 Defectos a evitar durante la ejecución

- Perforación

Durante la ejecución de las perforaciones los defectos más corrientes se refieren a los aspectos siguientes:

- Perforaciones mal orientadas en dirección.
- Perforaciones con diámetro demasiado grande o demasiado pequeño.
- Ejecución de perforaciones de diámetro irregular (ovalizaciones en el comienzo) demasiado largos (lo que tiene como consecuencia una falta de relleno en la obra) o demasiado cortos (el anclaje sale demasiado).
- Falta de limpieza de la perforación y de los anclajes

- Anclaje

- Introducción parcial del anclaje.
- Utilización de un mortero o lechada mezclados con demasiada antelación
- Colocación de un volumen insuficiente de lechada.
- Empleo de productos de baja resistencia mecánica

- Colocación de las placas de apoyo

- Es frecuente en la práctica que las placas de apoyo estén mal colocadas y no apoyen contra la superficie de colocación, lo que disminuye la eficacia del anclaje.

3.3.2.3.4 Control de calidad

Los elementos de armado para el suelo tienen todos la característica común de que no son accesibles para un control posterior de sus características o de sus variaciones. La pérdida de calidad solo se reconoce, si acaso, cuando los componentes individuales han perdido su función.

La garantía de estas construcciones se basa por tanto en un esmerado control de las características fijadas antes de la instalación. Principalmente para los anclajes inyectados equipados con aceros de tensado, se seguirá desde el principio un proceso de control, que permita reducir el riesgo a un mínimo estadístico.

El proceso de control comenzará en la fabricación de las piezas. Incluye el montaje en fábrica, el transporte y el almacenamiento, así como la instalación. La adherencia con el suelo se controlará en todos y cada uno de los anclajes mediante ensayos de comprobación. En anclajes permanentes, cada 2 años se realizarán comprobaciones estadísticas para un pequeño porcentaje de aquellos o se preverán sistemas permanentes de medición.

El proceso de control se llevará a cabo a dos niveles, uno durante la producción con mayor intensidad, otro en obra, menos intenso, con el fin de reducir al mínimo los posibles defectos. El control de calidad se efectuará por inspección ocular, con calibres para comprobar las tolerancias y por muestreo para pruebas de rotura. El número de probetas

depende de la importancia de las piezas dentro de la estructura y de sus características. Se vigilará el proceso de producción por medio de controladores.

Las homologaciones de los anclajes deberá fijar detalladamente cómo se realizará el control de calidad. Los servicios exteriores de control de calidad únicamente serán encomendados a laboratorios homologados.

Las obras equipadas con anclajes permanentes se registrarán en una central de control, y se guardarán sus datos en archivos durante diez años.

En obra, para asegurarse de la calidad y eficacia de los anclajes, se pueden realizar varios tipos de control:

- Un control de calidad de los componentes (cables, lechadas, morteros, etc.).
- Control estadístico de la longitud no sellada de los anclajes. Para ello se quitarán las placas de apoyo midiendo a continuación con una varilla de acero la longitud sin relleno. Posteriormente se volverán a colocar las placas.

Con el certificado de garantía podrá prescindirse, en general, de los ensayos de recepción de los distintos elementos que componen el anclaje.

El Director de Obra podrá ordenar la toma de muestras que considere oportunas, tanto del propio acero como de la lechada o de los distintos elementos de la cabeza de anclaje (placa de reparto, tuerca roscada, dado de mortero y arandelas cónicas) y de la lechada del mortero de inyección para la protección del anclaje.

Las piezas o elementos se suministrarán en envases adecuados, suficientemente protegidos para que los golpes de un transporte ordinario no dañen las mismas.

En cuanto al control estadístico de longitudes libres, placas de apoyo-final de bulbo de anclaje se realizará cada cinco (5) anclajes de cada tipo (longitud).

Pero, en todos los anclajes deberá realizarse la prueba de recepción para comprobar su capacidad portante. La forma de realizar dicha prueba es la siguiente: Se parte de una carga inicial del quince por ciento (15%) de la carga de trabajo y se tensa en tres (3) escalones de la misma amplitud. El cuarto escalón es el de la carga de ensayo, que en anclajes temporales es el ciento veinticinco por ciento (125%) y en anclajes permanentes el ciento treinta y cinco por ciento (135%) de la carga de trabajo. Este valor no debe nunca sobrepasar el noventa y cinco por ciento (95%) del límite elástico del acero. En todos los escalones de carga se miden los desplazamientos de la cabeza de anclaje. En los escalones correspondientes a la carga de trabajo y a la carga de ensayo, se miden los desplazamientos durante un período de tiempo hasta su estabilización. Este período es de cinco (5) minutos como mínimo en suelos de roca y suelos no adhesivos, y de quince (15) minutos en suelos adhesivos. Al disminuir la carga hasta la carga previa se registran también, en todos los escalones intermedios, los desplazamientos. Al tensar hasta la carga de fijación, se mide al cincuenta por ciento (50%) y al cien (100%) de la misma. Tras el dibujo del diagrama de fuerza-desplazamiento se registrará la línea de rozamiento cero, en la mediana entre las líneas de descarga y de carga del ciclo. Para cada anclaje es preciso comprobar:

- Si se cumplen los límites permisibles de la longitud libre.
- Si se ha tenido en cuenta el desplazamiento en la carga de fijación para que la carga efectiva alcance la magnitud proyectada.

Asimismo, la prueba de aptitud se llevará a cabo en los tres (3) primeros anclajes, en cada capa de terreno y tiene por objeto comprobar la aptitud del suelo para soportar la carga del anclaje. A diferencia de la prueba de recepción, en este caso se descarga hasta la carga previa cuando alcanza por vez primera cada escalón de carga y registra la deformación remanente. En cada escalón se efectúa una medición en función del tiempo, mientras se mantiene constante la carga.

Se registra un gráfico de cargas-desplazamiento. Las curvas del desplazamiento en función del tiempo se registran en escala semilogarítmica para cada escalón de carga. El coeficiente de deslizamiento K_s es el desplazamiento situado en la zona casi recta de esta curva. La carga límite del anclaje es la carga interpolada correspondiente a un deslizamiento de 2 mm.

3.3.2.3.5 Medición y abono

Se medirán por metro lineal (m) de anclaje totalmente colocado, incluyendo la instalación del equipo de perforación, ejecución de la cabeza de soporte de la placa de reparto, inyección de lechada, tesado, protección con mortero, comprobación y ensayos especificados en este Pliego.

No será objeto de medición y por tanto de abono aquellos anclajes que:

- No hayan sido señalados en Proyecto o indicados por la Dirección de Obra para su ejecución.
- Hayan sido arrancados al realizar la prueba de tesado.
- No dispongan del dado de anclaje o dispositivo del mismo en las disposiciones especificadas anteriormente.

El exceso de lechada o de mortero de inyección que sea necesario introducir debido a pérdida por grietas, coqueras, sobreperforación, etc., no dará lugar a abono complementario.

Tampoco será de abono el exceso de mortero empleado en la formación del dado de anclaje, por irregularidades del muro. Esta unidad de obra se abonará de acuerdo con los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº 1.

3.4 Instalación de tuberías

3.4.1 Generalidades

Además de lo citado en el correspondiente apartado del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales se considerarán las siguientes cuestiones:

- No se permitirá la colocación de los apoyos de nivelación de los tubos de hormigón para su nivelación, mientras no se haya producido el fraguado del hormigón de limpieza. En el caso de existencia de agua en la zanja, se eliminará antes del vertido de dicha capa de hormigón. Si no pudiera asegurarse la ausencia de agua, al hormigón de limpieza se le añadirán los aditivos necesarios para el correcto fraguado del mismo en un período de tiempo que no afecte a sus características mecánicas.
- Para la prueba de infiltración con aire se utilizará el método especificado en la Norma UNE EN-1610 como LD, es decir, se aplicará una presión inicial de 20 kPa.
- Una vez instalada y probada la conducción se procederá a la limpieza general de la misma mediante presión de agua para procederse a continuación a la inspección por televisión de todo el colector según se especifica en el PPTG.

3.4.2 Conceptos de abono

- Las precauciones o modificaciones en los materiales necesarios para el aseguramiento de las condiciones adecuadas de la base de hormigón de limpieza se consideran

incluidos en las unidades de obra de agotamiento, excavación y hormigón, no admitiéndose ninguna reclamación al respecto.

- Las pruebas de infiltración, la limpieza de la tubería y la inspección por televisión se consideran incluidas en los precios unitarios de las tuberías correspondientes, no siendo objeto de abono independiente.

3.4.3 Tuberías de PEAD.

3.4.3.1 Instalación de tubería

3.4.3.1.1 Suministro, transporte, carga y descarga

Los tubos de pequeño diámetro deben suministrarse paletizados. Las tuberías pueden apoyarse directamente una sobre otra sin inconvenientes, dado el peso reducido y la considerable rigidez circunferencial.

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.

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.

La descarga debe realizarse directamente con todo el palet o separadamente, en los pequeños diámetros puede incluso realizarse a mano.

Es necesario evitar el uso de ganchos en los extremos para evitar daños, siendo aconsejable el uso de tiras de material no abrasivos.

La primera capa de tuberías que se apoya sobre el terreno debe colocarse sobre un fondo uniforme de arena o sobre sacos para evitar posibles daños en la superficie externa del tubo y flexiones longitudinales.

3.4.3.1.2 Almacenamiento

Los tubos deberán ser almacenados sobre superficies planas y limpias, en forma horizontal, pudiéndose apilar unos encima de otros. No se dejarán nunca almacenados verticalmente.

Se podrán amontonar formando capas horizontales. Si no hubiese 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 metro aproximadamente.

Para la formación de capas superiores se tendrá presente que un tubo debe descansar entre dos de la capa inferior. La altura de apilado no debe sobrepasar de 2 metros a fin de evitar esfuerzos importantes en las capas inferiores.

3.4.3.1.3 Ejecución de juntas

3.4.3.1.3.1 Unión o soldadura a tope

Se realiza mediante máquina por polifusión según Norma DSV-2207, ó DIN-16960. 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.

3.4.3.1.3.2 Unión por electrofusión

Unión efectuada por el calentamiento de un alambre metálico incorporado en la boca del tubo durante la fabricación del mismo. Este calentamiento funde las zonas circundantes del tubo que están en contacto con el alambre realizando así la unión de forma rápida y segura. Después del ciclo de soldadura la unión debe dejarse enfriar convirtiéndose en ese tiempo en un todo homogéneo y fuerte garantizando una unión permanente.

3.4.3.1.3.3 Medición y abono

Se consideran incluidos en 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, montaje, preparación, cortes, soldaduras, parte proporcional de piezas especiales, alineación y nivelación, inspección, pruebas y ensayos con la tubería instalada, etc.

La tubería se abonará por metros lineales medidos en zanja, según diámetro, presión y calidad, de acuerdo con los precios del Cuadro de Precios nº 1.

3.5 Servicios afectados

3.5.1 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.

3.5.2 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.

3.5.3 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.

3.5.3.1 Reposición en la red de agua potable

3.5.3.1.1 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.

3.5.3.1.2 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 cual, 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.

3.5.3.1.3 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.

3.5.3.1.4 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 $\sqrt{P/5}$, 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 cual 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, aun 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.

3.5.3.1.5 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.

3.5.3.2 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.

3.5.3.3 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.

3.5.3.3.1 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.

3.5.3.3.2 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.

3.5.3.3.3 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.

3.5.3.4 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.

3.5.3.5 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.

3.5.3.6 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.

3.5.3.6.1 Montaje de las tuberías

3.5.3.6.1.1 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:

- Hacer rodar los tubos sobre el suelo. El desplazamiento de los tubos por rodadura debe ejecutarse sobre potros de madera de bordes redondeados.
- Desplazar o levantar los tubos mediante cables u otros medios que puedan dañar los mismos.
- Apilar los tubos sobre una altura de más de 1 metro con el fin de evitar deformaciones.
- Poner los tubos o accesorios en contacto con aceites o productos bituminosos.
- Colocar los tubos o accesorios bajo temperaturas superiores a los 40°C.

3.6.3.6.1.2 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.

3.5.3.6.2 Soldadura de la Tubería

3.5.3.6.2.1 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 275°C, 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 resistencias 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, raspado 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, transmitirá 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.

3.5.3.6.2.2 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.

3.5.3.6.3 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.

3.5.3.6.3.1 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 lo 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.

3.5.3.6.3.2 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 otra 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.

3.5.3.6.4 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.

3.5.4 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 1.6 del presente pliego.

3.6 Apeos y cimbras

3.6.1 Definición y alcance

Se define como apeos y cimbras los armazones provisionales que sostienen un elemento estructural mientras se está ejecutando, hasta que alcanza una resistencia suficiente.

El alcance de las correspondientes unidades de obra incluye las siguientes actividades:

- La presentación de un Documento Técnico en el que se justifiquen los cálculos estructurales del sistema, las características de los materiales y los métodos y programa de montaje, cimbrado y descimbrado.
- La preparación del terreno, excavación, relleno con zahorra, nivelación y compactación.
- El suministro y transporte de las correspondientes piezas, ya sean metálicas, de madera o de cualquier otro material.
- Los elementos de apoyo, fijación y sujeción necesarios para el montaje de los apeos y cimbras.
- El montaje y colocación de los apeos y cimbras, su posicionamiento, nivelación y los controles posteriores.
- Las cuñas, cajas de arenas, gatos u otros dispositivos.

- Todo el personal, medios auxiliares y maquinaria necesarios para su montaje y desmontaje.
- Los elementos necesarios tales como vigas, perfiles metálicos, etc., en su caso, para permitir el paso de vehículos, ya sean de la obra o de terceros, bajo la cimbra, respetando los gálibos mínimos, así como las barreras de protección a base de biondas separadas un metro (1 m) de la cimbra y los correspondientes pregálibos instalados a ambos lados del elemento.
- La retirada de todos los materiales empleados, sean o no reutilizables en la obra y el transporte a almacén o vertedero de estos últimos, incluso canon de vertido.
- El personal y medios auxiliares necesarios para la realización de las pruebas previstas en el apartado de control de calidad del presente Artículo.

3.6.2 Ejecución de las obras

3.6.2.1 Apuntalamientos y cimbrados. Instalación.

Los apeos y cimbras, así como las uniones de sus distintos elementos, poseerán una resistencia y rigidez suficientes para resistir, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, las cargas que puedan producirse sobre ellos.

Los límites máximos de los movimientos de los puntales y cimbras serán de cinco milímetros (5 mm.) para los movimientos locales y la milésima (1/1000) de la luz para los de conjunto.

Los apeos y cimbras deben resistir la combinación más desfavorable de su propio peso, peso de los encofrados, armaduras, peso y presión del hormigón fresco, cargas de construcción y viento, así como el conjunto de efectos dinámicos accidentales producidos por el vertido, vibrado y compactación del hormigón.

Cuando la luz de un elemento sobrepase los seis metros (6 m.), los apeos y cimbras se dispondrán de tal forma que, una vez retirado y cargado el elemento, éste presente una contraflecha del orden del milésimo (1/1000) de la luz.

3.6.2.2 Retirada de apeos y cimbras.

El desmontaje se realizará de forma suave y uniforme, sin producir golpes ni sacudidas, conforme con el programa previsto en la Documentación Técnica.

Cuando los elementos sean de cierta importancia, al desmontar la cimbra es recomendable utilizar calzos, cajas de arena, gatos u otros dispositivos similares, y si así lo requiere la Dirección de Obra, la cimbra se mantendrá despegada del orden de dos o tres centímetros (2 ó 3 cm) durante doce horas (12 h), antes de retirarlas completamente.

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 sometido durante y después de la retirada de los puntales o cimbras.

En los casos que determine el Director de Obra se efectuarán "Ensayos de información complementaria" para estimar la resistencia del hormigón y fijar la fecha en que se puede proceder a la retirada de los puntales y/o cimbras de acuerdo con el párrafo "a" del Artículo 89 de la EHE.

Las obras de fábrica en las que se deben efectuar los "Ensayos de información complementaria", el nº de series, nº de probetas, etc., lo determinará el Director de Obra en cada caso.

Si no lo contraindica el sistema estático de la estructura, el descenso de la cimbra se empezará por el centro del tramo y se continuará hacia los extremos.

En todo lo que no contradiga lo expuesto en el presente Pliego, será de aplicación lo comentado al respecto en la Instrucción EHE y, en su defecto, en los apartados 681.2.1 y 681.2.2 del PG-3.

3.6.3 Control de calidad

El Contratista presentará, junto con los planos y cálculos de la cimbra, las calidades de los materiales a emplear. A la vista de dicha propuesta, el Director de Obra fijará el plan de control de calidad a aplicar a esta unidad de obra.

Los elementos que forman la cimbra serán lo suficientemente rígidos y resistentes para soportar, sin deformaciones superiores a las admisibles, las acciones estáticas y dinámicas que comporta su hormigonado, viento, etc.

Una vez montada la cimbra, si el Director de Obra lo cree necesario, se verificará una prueba consistente en sobrecargarla de un modo uniforme y pausado, en la cuantía y con el orden con que lo habrá de ser durante la ejecución de la obra. Durante la realización de la prueba se observará el comportamiento general de la cimbra, siguiendo sus deformaciones mediante flexímetros o nivelaciones de precisión. Llegados a la sobrecarga completa, ésta se mantendrá durante veinticuatro horas (24 h), con nueva lectura final de flechas. A continuación y en el caso de que la prueba ofreciese dudas, se aumentará la sobrecarga en un veinte por ciento (20%) o más. Si el Director de Obra lo considerase preciso, después se procederá a descargar la cimbra, en la medida y con el orden que indique la Dirección de Obra, observándose la recuperación de flechas y los niveles definitivos con descarga total.

Si el resultado de las pruebas es satisfactorio y los descensos reales de la cimbra hubiesen resultado acordes con los teóricos que sirvieron para fijar la contraflecha, se dará por buena la posición. Si se precisa alguna rectificación, el Director de Obra notificará al Contratista las correcciones precisas en el nivel de los distintos puntos.

3.6.4 Medición y abono

Los apeos de cualquier tipo se considerarán incluidos en el precio correspondiente en el metro cuadrado (m^2) de encofrado y por tanto no son objeto de abono por separado. Asimismo, las cimbras no serán de abono, salvo que superen simultáneamente los cuatro metros (4 m) de altura y los cinco metros (5 m) de separación entre apoyos.

Las cimbras que superen dichas dimensiones se medirán por metro cúbico (m^3) obtenido por el producto de la superficie de proyección horizontal de la estructura a encofrar por la altura desde el encofrado hasta el terreno sobre el que se ha iniciado la colocación de la cimbra, calculada como el valor medio de las alturas medidas en el plano que define el eje longitudinal de la estructura cada tres metros (3 m). Se abonarán por aplicación de los correspondientes precios del Cuadro de Precios Nº 1.

No serán objeto de abono o suplemento las mesetas necesarias para la circulación del personal de obra encargado de la elaboración de los encofrados, armaduras y hormigones, así como todas las labores auxiliares indicadas en el presente Artículo.

3.7 Pantallas de hormigón armado

3.7.1 Condiciones generales

Se procederá según lo dispuesto en el P.P.T.G.

El contratista cumplimentará un parte de trabajo con, como mínimo, la siguiente información:

- N° de modulo y fecha de ejecución.
- Hora de comienzo y final de la excavación.
- Profundidad final alcanzada.
- Profundidad de empotramiento en roca.
- Hora de comienzo y final del hormigonado.
- Volumen de hormigón utilizado.
- N° y código de las muestras para ensayos.
- Incidencias durante la ejecución.

3.7.2 Medición y abono

Las pantallas se abonarán por m² realmente ejecutadas con las condiciones establecidas en el P.P.T.G., considerando incluidas en el precio todas las operaciones auxiliares mencionadas, en particular, los apeos provisionales necesarios para asegurar su estabilidad.

Será objeto de abono un exceso de medición de hormigón del 20% sobre el establecido en el P.P.T.G. con el fin de contemplar el relleno provocado por la sobreexcavación de la pantalla. Por encima de esta medición no será objeto de abono por considerarse una mala ejecución de la unidad de obra.

En la longitud de las pantallas, la medición de abono es desde la parte inferior de la viga de atado hasta el fondo de la pantalla.

Se abonarán por separado los siguientes conceptos:

- Traslado, implantación y retirada posterior de la maquinaria de ejecución de pantallas y equipos auxiliares.
- Transporte a obra, instalación, desmontaje y posterior retirada de los equipos necesarios para la ejecución de la excavación mediante hidrofresa de las pantallas de la estación de bombeo, incluida la utilización de grúas, medios auxiliares, personal necesario y adecuación de la zona de implantación.
- La armadura correspondiente a cada tipo de pantalla, se abonará por los kilogramos colocados.
- La regulación del paramento exterior de las pantallas, incluyendo el picado de bolsas y limpieza con agua a presión.
- Eliminación de lodos bentoníticos sobrantes.
- Perforación con trépano.
- Consolidación de la excavación con mortero de cemento.
- Los anclajes y elementos de sujeción definitiva que se utilicen en cada caso.

3.8 Cierres y vallas

3.8.1 Retirada y reposición de cierres de fincas

Consistirá en la retirada y posterior reposición de cierres de fincas, con postes de madera o de hormigón tal y como sean antes de comenzar las obras.

3.8.2 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.

3.8.3 Medición y abono

La retirada y reposición de cierres se medirán y abonarán por metros (m) realmente ejecutado

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.

3.9 Mobiliario urbano

3.9.1 Definición

Se incluyen dentro de este apartado elementos tales como bancos, mesas, papeleras, pérgolas, alcorques, mojones, etc. habitualmente utilizados en espacios urbanos, o bien, en las cercanías de algunas instalaciones.

3.9.2 Colocación

Se hará de acuerdo con las indicaciones del fabricante cuidando su recibo y en los casos que corresponda, su nivelación, aplomado y perfecta sujeción.

3.9.3 Medición y abono

Todos estos elementos se medirán y abonarán por unidades (ud) totalmente colocadas.

Carga, transporte y canon de vertido de productos procedentes de excavación y/o demolición.

3.10 Carga, transporte y canon de vertido de productos procedentes de excavación y/o demolición

3.10.1 Definición y clasificación

Se incluyen en el presente apartado, por un lado, las operaciones de carga, transporte y vertido de materiales procedentes de excavación y/o demoliciones:

- 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), si fueran productos excedentes y/o no reutilizables en otro tajo de la propia obra
- Desde el tajo o caballero de apilado hasta el otro tajo o caballero de la obra en que vayan a ser reutilizados y estuviesen a más de 500 metros.
- Desde la zona de demolición hasta el vertedero o escombrera, si fueran productos de demolición

y, por otro, el canon de vertido asociado a la gestión de estos sobrantes, que variará en función del destino, distinguiéndose:

- Canon de vertido en punto de valorización, cuando el material sea trasladado a otra obra para su valorización
- Canon de vertido en relleno autorizado
- Canon de vertido en vertedero de residuos inertes
- Canon de vertido en vertedero de residuos no peligrosos
- Canon de vertido en vertedero de residuos peligrosos

3.10.2 Ejecución

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.

3.10.3 Medición y abono

Si en los precios unitarios de excavación y/o demolición aplicables según Proyecto estuvieran incluidas las operaciones de carga, transporte, vertido y canon, no serán de abono separadamente según este capítulo.

Por el contrario, si no estuvieran incluidas en los precios de excavaciones y/o demoliciones, se abonarán aplicando los precios correspondientes de los Cuadros de Precios a los metros cúbicos (m³) medidos sobre perfil con anterioridad para las excavaciones de las que procedan, sin tener en cuenta el esponjamiento de los materiales y hasta el límite máximo

de las secciones tipo del proyecto o sobreexcavaciones desprendimientos inevitables aprobados por el Director de Obra.

Así, la 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.

3.11 Tuberías instaladas con empujador

3.11.1 Conceptos de abono

3.11.1.1 Transporte a obra, implantación, desmontaje y retirada posterior

Este concepto comprende el transporte a obra y posterior retirada de todos los equipos necesarios para ejecución de la hinca, comprendiendo tanto el equipo principal de empuje como los dispositivos de extracción y separación del material excavado, equipos de separación y tratamiento de lodos, sistema de guiado con rayo láser, elementos de elevación y demás instalaciones auxiliares.

Igualmente se considera incluido el coste de carga y descarga de los equipos desde su lugar de origen, cualquiera que sea éste, así como cualquier clase de impuesto, tasa, licencia, seguros por traslados de los equipos, etc.

La carga y transporte de todos los equipos para su salida de la obra una vez terminados los trabajos, se considera igualmente incluida en este concepto.

En este concepto se engloba también la operación de montaje de los equipos de excavación y empuje, extracción del material excavado, equipo de separación y tratamiento de lodos y demás elementos auxiliares e instalaciones dentro del pozo de hincia o en la zona de trabajo en superficie.

Esta unidad comprende la realización de la obra de fábrica auxiliar necesaria para realizar la hincia en particular los macizos de reacción encofrado, hormigón y acero, preparación del frente de ataque y salida, y pozo de achique y montaje de todos los equipos necesarios.

Igualmente se incluye el desmontaje y retirada de los equipos e instalaciones, así como la demolición de la estructura de hormigón y otras reformas que fueran precisas para la realización del pozo de registro u obra de fábrica definitiva.

El abono de esta unidad de obra procede hacerlo una única vez para toda la obra, para cada uno de los equipos de hincia que se utilicen, con independencia del número de tramos hincados que se realicen con cada equipo.

3.11.1.2 Perforación horizontal con empleo de microtuneladora con escudo ciego.

Esta perforación se abonará por metros lineales realmente perforados entre las caras interiores de los pozos de empuje y salida. El precio de la unidad incluye, además de la excavación propiamente dicha, el transporte del material hasta el pozo de hincia y la extracción al exterior, su carga en camión, transporte a vertedero y canon de vertido.

La unidad se define en función del diámetro interior de la conducción a instalar (tubería de hormigón clase V) pero contempla e incluye la excavación completa de la sección necesaria para la instalación de dicha tubería.

Igualmente dentro del precio del metro de perforación se incluyen todas las operaciones necesarias para el empuje de la tubería, salvo el suministro de la misma, es decir, el descenso, colocación y alineación de la tubería, la operación de empuje y lubricación, así como el agotamiento de los caudales de infiltración, con independencia del número de escalones de bombeo que sean necesarios. Así mismo, se incluyen en el precio, el sellado interior de las juntas entre tubos con un material flexible y la limpieza de la tubería.

Se incluye en este precio el tratamiento de los lodos de la perforación mediante centrifugadora o filtro prensa para cumplir las ordenanzas de vertido de la fase líquida.

Para la fase sólida se incluye en el mismo precio el traslado a vertedero y canon de vertido.

Los anillos para estanqueidad se suponen de tres usos. El abono de los mismos está incluido en el metro lineal de perforación.

Por otra parte, la instalación del anillo en los pozos de ataque y/o retirada está incluida así mismo en el metro lineal de perforación, incluyéndose en el precio la preparación del punto de hincia, montaje, perforación y retirada del anillo.

Serán de aplicación en este concepto los precios definidos en el Cuadro de Precios nº 1 correspondientes a ejecución con microtúnel con escudo ciego para tubería de hormigón armado.

3.11.1.3 Tubería para hinca

El precio de abono por metro lineal incluye, además de la tubería propiamente dicha a pie de obra, la parte proporcional de virola para formación de juntas, las juntas y el sellado, así como el anillo de madera sin nudos para transmisión de empuje y las pruebas de estanqueidad pertinentes.

Se abonará la longitud de tubería realmente colocada.

3.11.1.4 Estaciones intermedias de empuje

Se considera incluido en el precio de las estaciones intermedias de empuje tanto el suministro y montaje de los anillos metálicos como de los elementos hidráulicos de empuje. Se incluyen igualmente la retirada de estos últimos y el relleno con mortero del anillo resultante.

3.12 Perforación horizontal dirigida

3.12.1 Definición

La Perforación Dirigida es una técnica que permite la instalación de tuberías subterráneas, preferentemente de polietileno, mediante la realización de un túnel, sin abrir zanjas y con el control absoluto de la trayectoria de la perforación. Se utiliza para librar obstáculos naturales o artificiales sin afectar al terreno, con lo cual se garantiza la mínima repercusión medioambiental en la ejecución del trabajo.

3.12.2 Ejecución

La trayectoria de perforación a realizar consiste en una poligonal formada por arcos de circunferencia y tramos rectos, se diseña teniendo en cuenta el perfil topográfico, sus principales características son las siguientes:

- Radio mínimo condicionado por la flexión permitida por las varillas de la perforación y la flexibilidad del tubo.
- Ángulo de ataque en función de la profundidad y longitud a alcanzar.

La perforación propiamente dicha se realiza introduciendo varillas, las cuales son roscadas automáticamente unas a otras a medida que se va realizando la perforación, combinando el empuje y giro de las mismas desde la máquina, para facilitar la perforación se utiliza agua, la cual es inyectada a presión por el interior de las varillas hasta el cabezal de perforación, por lo tanto, también colabora en la realización del túnel.

Por otra parte, el cabezal permite modificar la dirección durante la realización del taladro piloto, si ello fuese necesario.

En primer lugar, se lleva a cabo la perforación piloto siguiendo la curva de perforación diseñada. Es importante señalar que la cabeza direccional está dotada de una sonda y mediante un receptor se recibe la señal permitiendo conocer la posición exacta del cabezal mencionado en todo momento, esto permite que el tubo instalado quede perfectamente definido para posteriores actuaciones con dicha tubería. La trayectoria podría ser variada si fuese necesario por la aparición de obstáculos en la dirección marcada.

Una vez hecha la perforación piloto, se desmonta el cabezal de perforación y en su lugar se montan sucesivos conos escariadores para aumentar el diámetro del túnel de la

perforación. Al invertir el sentido del avance de la máquina, se ensancha la perforación anterior hasta el diámetro deseado.

En último lugar se une la tubería, previamente soldada por termofusión en toda su longitud, a un cono escariador-ensanchador mediante una pieza de giro libre de modo que va quedando instalada en el túnel practicado.

3.12.3 Medición y abono

Las perforaciones se abonarán de acuerdo a los precios contemplados en el cuadro de Precio Nº1, estando incluido en el precio del metro lineal definido el suministro y la colocación de una vaina exterior en el interior de la perforación y el posterior suministro e instalación de las tuberías que se proyectan por el interior de dicha vaina.

El tratamiento de los lodos de la perforación se abonará con el precio unitario así dispuesto en el cuadro de precios número 1 por metro lineal de ejecución de perforación.

3.13 Obras subterráneas

3.13.1 Definición

Se define como obras subterráneas aquellas que se ejecutan en el interior de suelos o macizos rocosos, con puntos aislados de comunicación con el exterior.

Comprenden una serie de actividades fundamentales como son la excavación, sostenimiento y revestimiento y otras complementarias o auxiliares como inyecciones, agotamientos, ventilación, iluminación y auscultación.

3.13.2 Excavaciones subterráneas

3.13.2.1 Conceptos Generales

Fases de excavación

Dependiendo del tamaño de la sección a excavar, de las características geotécnicas del terreno y del método constructivo empleado, la excavación se efectuará a plena sección o en varias fases sucesivas denominadas habitualmente como: Avance (sección superior), Destroza (sección intermedia) y Contrabóveda (sección inferior). Las fases constructivas están representadas geométricamente en los planos, aunque durante la ejecución de la obra se podrían subdividir estas unidades en secciones parciales, cuando las características del terreno así lo exigieran para garantizar la estabilidad de las secciones excavadas.

Tipos de terreno

En los planos se definen los tipos y características de sostenimiento proyectados para cada una de las clases de terreno que se prevé atravesar. Son los siguientes:

Terreno Tipo A (ST-I): Terreno de buena calidad, que puede ser excavado en pases de longitud mayor de 3 m, para cualquier litología y cobertera. A modo orientativo, presentará valores del RMR corregido mayores de 60.

Terreno Tipo B (ST-II): Terreno de buena calidad que puede ser excavado en pases de hasta 3 m, para cualquier litología y cobertera. A modo orientativo, presentará valores del RMR corregido entre 46 y 60.

Terreno Tipo C (ST-III): Terreno de calidad media que puede ser excavado en pases de hasta 2 m de longitud, para cualquier litología y cobertera. A modo orientativo, presentará valores del RMR corregido entre 31 y 45.

Terreno Tipo D (ST-IV): Terreno de mala calidad, que puede ser excavado en pases iguales o inferiores a 1 m para cualquier litología y cobertera. A modo orientativo, presentará valores del RMR corregido de 30 o menores.

Labores previas

El Contratista debe presentar a la Dirección de Obra, para su aprobación, un programa de trabajo pormenorizado, indicando el método y equipo de excavación, el sistema de drenaje, ventilación, iluminación, rendimientos previstos, etc.

En el momento de la iniciación de las obras de excavaciones subterráneas el Contratista está obligado a tener dispuestas todas las instalaciones y acopiados los materiales necesarios para poder realizar con rapidez el sostenimiento provisional o definitivo que exija la seguridad y la conservación de la excavación.

De las excavaciones subterráneas se realizarán partes diarios en los que se indiquen todas las variables interesantes de la misma: longitud excavada hasta la fecha, longitud excavada en el día, volumen de terreno excavado, sostenimiento tipo y unidades colocadas, tiempos efectivos de excavación, tiempos muertos por sostenimiento, agotamiento, averías y operaciones especiales, etc.

Procedimientos de excavación

Los trabajos de excavación pueden ejecutarse por cuatro procedimientos esencialmente distintos:

- Con explosivos: por perforación y voladura.
- Convencionales: Excavación con retroexcavadora, con martillo hidráulico o herramientas similares.
- Mecánicos: Máquinas de ataque puntual (rozadoras) o máquinas de ataque a plena sección (tuneladoras).
- Especiales: Congelación, inyección, escudos, etc.

En el presente proyecto se ha previsto que las excavaciones se realicen mediante medios mecánicos, y más concretamente mediante una máquina de ataque puntual (rozadora) para el túnel principal, y una perforadora de realce (raise boring) para la chimenea de ventilación. También se emplearán medios convencionales en las boquillas del túnel y no se descarta que puedan usarse puntualmente en algunos tramos de túnel.

Seguimiento de la excavación

De las excavaciones subterráneas, el Contratista deberá realizar partes diarios en los que se indiquen todas las variables interesantes de la misma: longitud excavada hasta la fecha, longitud excavada en el día, volumen de terreno excavado, sostenimiento tipo y unidades colocadas, tiempos efectivos de excavación, tiempos muertos por sostenimiento, agotamiento, averías y operaciones especiales, etc.

3.13.2.2 Excavación por Medios Mecánicos

3.13.2.2.1 Plan de trabajos

En el caso de excavación con medios mecánicos por máquina de ataque puntual (rozadora) o de ataque a plena sección (tuneladora integral), el Contratista deberá presentar un

informe de la máquina a emplear, detallando el estado e idoneidad de la misma. Si la máquina supera durante la ejecución de los túneles del Proyecto su vida media probable o si su estado no es satisfactorio, la Dirección de Obra podrá rechazar su uso o exigir que los retrasos respecto al final de obra sean penalizados sin ninguna excepción salvo los casos de fuerza mayor.

El procedimiento a seguir en los trabajos de excavación deberá ser sometido antes de su iniciación a la aprobación de la Dirección de la Obra. La aprobación del plan y procedimiento de trabajo no disminuye en nada la responsabilidad del Contratista durante las obras, hasta que éstas hayan sido recibidas definitivamente.

El Contratista puede organizar el trabajo de excavación en la forma que considere más conveniente, de acuerdo con su propia experiencia y con la técnica aplicable a trabajos de este tipo, debiendo tener en cuenta las normas y prescripciones sobre seguridad, siendo el único responsable de las consecuencias que puedan derivarse de la ignorancia de tales normas y prescripciones o de no haber adoptado en cualquier caso las precauciones debidas.

3.13.2.2.2 Modificación de sección transversal del túnel o pozo

Si la excavación se efectúa con tuneladora o perforadora de realce para pozos, se admitirá una variación de dimensiones en la sección del túnel o pozo con las siguientes condiciones:

- El Contratista podrá fijar las dimensiones de la excavación, que no superará en un 10% el diámetro del túnel o pozo de Proyecto. Después de hormigonado, se deberán ajustar a las previstas en el Proyecto. Las nuevas dimensiones deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra.
- No se efectuará ningún abono suplementario por el incremento de volumen de excavación realizado por fuera de las secciones de abono tipo definidas en el Proyecto, para ninguna unidad de obra definida por dichas secciones tipo.
- Los sostenimientos se cubirán por medición real y se abonarán al precio correspondiente multiplicado por la relación entre el perímetro de excavación teórica del Proyecto y el perímetro teórico de la sección modificada.
- Las armaduras se colocarán a la misma distancia de sus parámetros respectivos que tienen en las secciones tipo, sin que sean de abono los incrementos de acero respecto al de dichas secciones.

3.13.2.3 Excavación por Medios Convencionales

En las boquillas del túnel se debe recurrir a la excavación con medios mecánicos convencionales: retroexcavadora y martillo hidráulico. También puede emplearse este método en terrenos tipo suelo o en momentos de parada de la rozadora por avería, mantenimiento, o cualquier otra eventualidad.

En determinados tipos de terrenos inestables y de baja calidad geotécnica (fracturación muy intensa o matriz rocosa con tendencia a la plasticidad) en los cuales la eficacia del explosivo es débil o nula (además de peligrosa), se podrá utilizar la excavación por medios convencionales con la eventual utilización de pequeñas cantidades de explosivos para fragmentar las zonas más compactas. En caso de recurrir a la técnica del taqueo, el explosivo no podrá nunca ser utilizado cerca del contorno de la excavación a una distancia inferior a un metro (1 m), a menos que se tomen precauciones especiales análogas a las de recorte fino, que deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra. Si se emplean estas técnicas será preciso cumplir las prescripciones descritas en el epígrafe correspondiente a "Excavación por perforación y voladura" del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales del presente Proyecto.

Tanto si se utilizan los medios mecánicos solos, como si se utilizan combinados con un taqueo, el acabado del perfil de excavación definitivo se hará con martillo.

3.13.2.4 Saneos

Inmediatamente después de la excavación de cada avance y previamente a la colocación de la capa de sellado y el inicio de los sostenimientos, se procederá al saneo de la sección excavada para eliminar bloques potencialmente inestables y la parte de materiales "tronados" y fracturados no desprendidos de la sección.

El saneo se realizará (tanto en las fases de Avance como de Destroza), incluyendo sus respectivos frentes de avance.

Se realizará un primer saneo con cazo provisto de dientes, eliminando después salientes y bloques de estabilidad dudosa con martillo hidráulico, barras, etc.

La operación de saneo estará siempre vigilada por un capataz experto evitando en todo momento (y especialmente en terrenos muy fracturados) que se produzca el descalce de bloques y el aumento de irregularidades en la sección excavada, que repercutan desfavorablemente en la estabilidad de la sección.

Todas las operaciones descritas en este apartado se considerarán incluidas en los respectivos precios de excavación.

3.13.2.5 Longitud de avance

La longitud de avance especificada en Proyecto o, en su caso, la establecida por la Dirección de Obra en función de la experiencia del propio túnel, habrá de ser rigurosamente respetada por el Contratista, ya que constituye uno de los parámetros básicos en la seguridad de la estabilidad de la excavación.

Si no se respetara esta condición, la responsabilidad y riesgo por los excesos que se produjesen en la excavación recaerán sobre el Contratista y será a su cargo el coste de los elementos de sostenimiento adicionales necesarios para garantizar, a juicio de la Dirección de Obra, la rigidez y continuidad del sostenimiento previsto.

La adopción por el Contratista de longitudes de avance inferiores a las especificadas en Proyecto, y no autorizadas por la Dirección de Obra, no tendrá efecto alguno sobre la clasificación del terreno a efectos de abono.

3.13.2.6 Excesos o defectos en la excavación

En los planos se define, para cada clase de terreno, la línea teórica de excavación (incluye el espesor del revestimiento + espesor necesario para el sostenimiento previsto) y la línea de abono de la excavación (la anterior más la sobreexcavación juzgada como abonable). El contratista realizará la excavación de la sección para conseguir que el perfil realmente excavado se encuentre todo él por fuera de la línea teórica de excavación antes definida. Esta línea incluye la previsión de posibles convergencias.

Los entrantes y salientes agudos de la excavación respecto al perfil medio real obtenido deberán ser regularizados a su cargo por el contratista, hasta conseguir un ángulo de incidencia próximo a los treinta grados (30º) de cualquier línea de la excavación sobre el perfil medio. La regularización de las concavidades se hará mediante hormigón proyectado o con hormigón convencional o ciclópeo encofrado entre cerchas. Los salientes se

eliminarán mediante recorte con martillo hidráulico, coincidiendo con la labor de saneo antes definida.

Cuando en el perfil real de la excavación se hubieran producido desprendimientos localizados con un volumen superior a 5 metros cúbicos (5 m³) por causas no imputables al contratista, el relleno entre la línea de abono de la excavación y la superficie del terreno producida después del desprendimiento será abonable al precio del hormigón proyectado del sostenimiento en las secciones que incluyan la disposición sistemática de cerchas, y al de hormigón de revestimiento en caso contrario.

En solera o contrabóveda correrán a cargo del Contratista los mayores espesores de hormigón, material de filtro o regularización ocasionados por los excesos de excavación.

Si tras la colocación del sostenimiento se detectaran defectos de gálibo para la colocación del revestimiento en todo su espesor, el Contratista estará obligado a la demolición de las partes afectadas, sustituyendo todos los elementos del sostenimiento e incluyendo los elementos adicionales que la Dirección de Obra juzgue oportunos para la recuperación de la funcionalidad del mismo, en la medida que pueda ser afectada por los trabajos de repicado y reposición (discontinuidades en la capa de hormigón proyectado, anulación de la efectividad de soleras y contrabóvedas, etc.). Todos los trabajos de reposición del sostenimiento, más los adicionales correrán a cargo del Contratista sin derecho a reclamación.

3.13.2.7 Tolerancias

3.13.2.7.1 Tolerancias en túnel o galería principal

Las desviaciones admitidas en la perforación serán:

- Máxima desviación vertical de la rasante 4 cm en una longitud de 20 m.
- Máxima desviación horizontal del eje de 30 cm en una longitud máxima de 100 m.

La recuperación de la rasante y de las alineaciones se realizará con pendientes verticales igual o menores que el uno por mil en el primer caso y menores del uno por ciento en el segundo.

Toda la obra suplementaria necesaria para conseguir estas tolerancias será realizada por cuenta del Contratista y previa aprobación por la Dirección de Obra.

3.13.2.7.2 Tolerancias en pozos

Los pozos verticales se perforarán de manera que no se excedan las tolerancias siguientes:

El desplazamiento en planta del centro de la sección será menor del 0,5% de la profundidad total del pozo o 20 cm. con respecto a la vertical teórica del centro del pozo, según convenga al Contratista.

3.13.2.8 Medición y abono de excavaciones subterráneas

El límite entre las excavaciones a cielo abierto, en zanja o pozo y las excavaciones subterráneas vendrá definido por el plano de la pared del pozo o de la boquilla de la que arranque el túnel y que estará reflejada en los Planos. En cualquier caso, el límite será fijado por escrito por la Dirección de Obra.

La medición se obtendrá multiplicando la sección hasta la línea de abono, para cada tipo de terreno, por la longitud excavada. Los precios incluyen la preparación de accesos y su mantenimiento; la excavación, carga y transporte a la boca del túnel o lugar de acopio intermedio; los acopios temporales que sean necesarios, incluyendo las operaciones de acondicionamiento y cuidados de dichos acopios para asegurar su estabilidad y evitar deterioros en la zona, así como la posterior limpieza y restitución del área afectada a sus condiciones originales.

También están incluidos en los precios de excavación subterránea, la excavación para cunetas de saneamiento y drenaje, los nichos apartaderos, sobreanchos para cruces de vías o vehículos, las rampas, escaleras, y en general toda la excavación fuera del perfil de abono que el Contratista necesite realizar para ejecutar las obras. Así mismo están incluidos en los precios la iluminación, ventilación, telefonía, labores de auscultación, así como la limpieza de las paredes de la roca con chorro de agua a presión, cuantas veces lo requiera la Dirección de Obra.

Las sobreexcavaciones fuera de la línea de abono se consideran incluidas en los precios unitarios definidos. En el caso de desprendimientos localizados con volumen superior a cinco metros cúbicos (5 m^3) que se hayan producido por causas no achacables al contratista, el relleno de estos desprendimientos será de abono independiente, y se medirá y abonará por metros cúbicos de hormigón realmente ejecutados, al mismo precio que el definido para el hormigón de revestimiento del túnel en el caso de que se haya empleado un sostenimiento sin cerchas sistemáticas, y al mismo precio que el definido para el hormigón proyectado de sostenimiento en caso contrario.

Los sostenimientos preventivos autorizados por la Dirección de Obra para consolidar la cavidad creada antes de iniciar las labores de relleno, así como los encofrados y otros elementos especiales, serán de abono a los precios del Proyecto.

En terrenos donde el sostenimiento incorpore paraguas de protección de micropilotes, se tendrá en cuenta y se medirá el exceso de excavación en la bóveda de acuerdo con la inclinación de los micropilotes prevista en los Planos.

La tramificación de cada tipo de terreno y cada tipo de sostenimiento, indicados en el perfil geotécnico longitudinal, es indicativa y las longitudes de cada uno de ellos se medirán de acuerdo a la realidad, sin que puedan dar lugar a ningún tipo de reclamación las eventuales variaciones de longitud en más o en menos respecto a la previsión inicial.

En ningún caso, por tanto, la longitud de avance ni los sostenimientos se pueden considerar fijos y la Dirección de Obra tendrá capacidad para modificarlos por los que a su juicio se adapten mejor a las características reales del terreno, bien sea atendiendo a razones de seguridad inmediata o por conveniencia a largo plazo. En ningún caso darán lugar a reclamaciones las características del terreno que modifiquen el sistema previsto en el proyecto de construcción.

Corresponde a la Dirección de Obra dar su conformidad por escrito a la calificación del terreno que se haya asignado a partir las observaciones realizadas "in situ", especificando los puntos kilométricos de su aplicación a efectos de la longitud de pase y los sostenimientos previstos.

Las mermas de rendimiento que pudieran ocasionarse como consecuencia de variaciones en las condiciones de trabajo, frecuentes en este tipo de obra, tales como: cambios en la estructura y características de la roca (grado de diaclasado, resistencia, abrasividad, etc.), irrupciones en el frente (agua y fango), necesidad de intensificar o variar el tipo de sostenimiento, labores de reconocimiento del frente de excavación (sondeos), etc., están incluidos en los precios de excavación y no podrán ser reclamadas por el Contratista para abono suplementario en ningún caso.

3.13.3 Sostenimiento en excavaciones subterráneas

3.13.3.1 Conceptos generales

Se entenderá por sostenimiento el conjunto de elementos de contención y apuntalamiento a colocar en la sección excavada para garantizar su estabilidad. Se emplearán para ello los elementos habituales en este tipo de obras: bulones, hormigón proyectado, cerchas, chapas nervadas o troqueladas (tipo Bernold), micropilotes, etc.

Dentro del conjunto de elementos de sostenimiento de la excavación se establece una diferenciación entre sostenimientos ordinarios y elementos singulares o de refuerzo. Estos últimos son los que se colocan, previa autorización de la Dirección de Obra, en secciones ya excavadas o sostenidas pero cuyo comportamiento, determinado a través de la auscultación o mediante inspección de fallos y grietas, aconseja refuerzos adicionales.

El Contratista está obligado a disponer de un geólogo o ingeniero con dedicación exclusiva a las labores de estudio de la calidad del macizo y su evolución con la excavación, así como al análisis de los resultados de la auscultación. Este técnico realizará un levantamiento del frente de excavación para cada pase de avance, en el que se detallará toda la información necesaria para determinar la calidad del macizo (índice RMR u otros parámetros) y establecer el tipo de sostenimiento necesario, dentro de los definidos en Planos. La propuesta deberá ser aprobada por la Dirección de Obra o por el técnico que ésta designe a tal efecto.

3.13.3.2 Sistemas de Sostenimiento

3.13.3.2.1 Bulones

3.13.3.2.1.1 Materiales

Bulones expansivos: consisten en un tubo de acero plegado que se expande en el barreno por medio del bombeo de agua u otro fluido a alta presión en su interior. Están caracterizados por su carga de rotura.

Bulones de barras de acero: Las barras serán de acero corrugado. La longitud, diámetro y calidad del acero de los bulones será la definida en los Planos. Debe asegurarse que la sección excavada tenga espacio suficiente para colocar la deslizadera de la perforadora perpendicular en cualquier punto del paramento del sostenimiento. La extremidad del bulón se cortará a bisel y su cabeza estará roscada en un mínimo de quince centímetros (15 cm) de longitud.

La fijación al terreno se realizará normalmente mediante resinas. El tipo de resina y de cartuchos a utilizar será aprobado previamente por la Dirección de Obra. La resina a utilizar adquirirá su resistencia después de treinta minutos (30 min) como máximo desde su puesta en obra. El endurecimiento inicial de la resina se conseguirá en quince minutos (15 min) de la puesta en obra y su resistencia será suficiente para permitir el desenroscamiento de los adaptadores de la cabeza de bulones. El fabricante de la resina deberá garantizar la perennidad del anclaje en terreno con agua, incluso en medios alcalinos. Las cargas de resina deberán ser utilizadas como máximo dentro del mes siguiente a su entrada en el almacén de obra, y en cualquier caso antes de su fecha máxima de utilización, que deberá figurar inscrita en la carga.

En terrenos donde no sea eficaz el empleo de resinas en el anclaje, se podrá utilizar un mortero con acelerantes de fraguado. El aditivo es utilizado tanto en morteros como en

hormigón proyectado y se ajusta a las prescripciones de la Instrucción EH-08, siendo las normas UNE vigentes las de referencia a efectos de su caracterización.

Bulones autoperforantes: Están formados por barras de acero huecas roscadas que al mismo tiempo sirven como barrena de perforación perdida, armadura y tubo de inyección, por donde circula la lechada; y una boca perdida de perforación. Deberán especificar la carga de rotura.

Bulones de fibra de vidrio: pueden emplearse barras macizas o láminas unidas mediante un bastidor de polietileno. Deberá indicarse la carga de rotura. El anclaje se logrará mediante cartuchos de resina o de mortero. Las placas serán también de fibra de vidrio, quedando fijadas a la cabeza del bulón mediante una cuña introducida en una ranura que se practicará en el extremo de la barra a tal efecto. Las dimensiones mínimas de las placas de anclaje estarán definidas en Planos.

Bulones amorteros con anclaje en cabeza: son barras de acero macizas y roscadas que en su extremo incorporan una cabeza expansiva que sirve como anclaje en fondo del bulón. En el otro extremo se incorpora una placa y una tuerca de acero donde se aplica el tesado. Debe incluirse su carga de rotura del bulón seleccionado. Una vez anclado el bulón mediante la cabeza expansiva, se procede a la inyección del taladro mediante mortero de cemento, lechada de cemento o resinas. Esta inyección permite una primera protección anticorrosiva del acero, pudiéndose recurrir a una doble protección empleando barras protegidas con recubrimientos plásticos o galvanizados.

Placas de anclaje: Salvo que en los Planos se indique otra cosa, las placas de unión entre el bulón y el hormigón proyectado, el mallazo o la cercha se efectuará mediante una placa cuadrada de acero S275JR, de las dimensiones indicadas en los Planos. Las placas estarán provistas de una rótula semiesférica que permita orientar el bulón oblicuamente en relación con la normal de la pared. En formaciones blandas se podrá prescindir de dicha rótula.

3.13.3.2.1.2 Ejecución

Para la instalación se seguirán las instrucciones del fabricante de los bulones a menos que la dirección de la Obra lo indique de otro modo. En todo caso, el modo de instalación deberá ser aprobado por la Dirección de la Obra.

Perforación: la perforación para la colocación de bulones se iniciará lo más pronto posible después de la excavación y después de la proyección de una primera capa de hormigón proyectado de sellado.

El material de perforación deberá permitir la fácil ejecución de las perforaciones en cualquier posición y ángulo de ataque.

El diámetro de la barrena excederá entre cuatro y 8 milímetros (4-8 mm) el diámetro de la barra a colocar y la longitud de perforación será inferior en diez centímetros (10 cm) a la longitud del bulón a colocar. A estos efectos se marcarán debidamente las barrenas de perforación, con pinturas reflectantes, con las referencias que aseguren una perforación a la distancia adecuada.

Una vez acabada la perforación, se limpiarán cuidadosamente los taladros, con agua a presión o con aire comprimido si se aprecia inestabilidad en alguno de ellos. Este tratamiento no se empleará en suelos o formaciones blandas o deleznales.

Colocación de los bulones:

En los bulones expansivos, una vez desengrasada y limpiada la barra, se adaptará al casquillo inferior del perno un manguito del sistema de bombeo y se introducirá en el

taladro. A continuación se accionará el circuito de mando de la bomba para inyectar agua a la presión indicada por el fabricante hasta que el perno se expanda totalmente.

En los bulones de barra de acero y de fibra de vidrio, después de haber limpiado el agujero o haberse asegurado de que éste no presenta irregularidades (mediante la introducción de una barra metálica o de madera de igual diámetro que el bulón a colocar), se introducirán las cargas de resina hasta el fondo del agujero. El volumen total de las cargas de resina introducidas será superior en un diez por ciento (10%) al volumen del espacio anular. En terrenos que permitan una perforación regular, este valor se podrá reducir al cinco por ciento (5%).

Una vez desengrasada y limpia la barra con un cepillo metálico se introducirá en el agujero; para eso se utilizará un martillo con potencia suficiente. La unión entre el martillo y la cabeza enroscada del bulón se hace mediante un adaptador, que no se tiene que tocar hasta que hayan pasado quince minutos (15 min) desde la colocación del bulón, lo que obliga a la previsión del número suficiente de adaptadores en obra. El tiempo anterior podrá reducirse si el fraguado del material cementante indica una estabilidad suficiente.

Para introducir el bulón en el agujero y conseguir una buena mezcla de los componentes de la carga de resina se procederá con empuje y rotación simultáneamente, más de cien revoluciones por minuto (100 RPM). Una vez alcanzado el fondo del agujero se continuará la rotación durante quince segundos (15 s).

La placa no tendrá que apretarse hasta que haya pasado al menos una hora desde la colocación del bulón.

En el caso de que se utilice lechada de cemento, la placa de apoyo estará provista de los huecos necesarios el perno, el tubo de inyección y el tubo de salida de aire. Después de la colocación del perno de anclaje, los huecos del perno deberán ser empacados o sellados en la superficie de la roca, para mantener la presión de la inyección. Se considerará que el perno ha sido inyectado completamente cuando se produzca el retorno del cemento a través del orificio (o válvula) de ventilación. La presión de inyección y la dosificación de la lechada de cemento se determinará en obra a la vista de las pruebas y ensayos realizados.

En los bulones autoperforantes la inyección se realiza a través del interior del propio bulón. El proceso de inyección será similar al descrito para los bulones de barra convencionales, con la salvedad de que la placa solo necesitará huecos para el perno y para el tubo de salida de aire.

En los bulones de anclaje expansivo en cabeza la longitud del taladro de perforación debe ser aproximadamente cien milímetros (100 mm) más largo que la longitud del perno. Se inserta el perno en el taladro y se ajusta la placa de apoyo firmemente contra la superficie de excavación. La activación del anclaje de expansión se realiza mediante el pretensado de la tuerca de anclaje. Para ello se colocará una arandela biselada y una arandela de acero entre la placa y la tuerca, que deberán ajustarse para proporcionar una superficie de apoyo perpendicular al perno. La tuerca deberá enroscarse y girar libremente en el perno hasta ser ajustada al par de apriete especificado. La tensión no deberá disminuir con la inyección ni por cualquier otro motivo.

La inyección se realizará de forma análoga a la de los bulones de barra convencionales.

3.13.3.2.1.3 Ensayos de control

Si la Dirección de Obra así lo requiere, antes del inicio de la obra se realizarán ensayos de comprobación de la adherencia y resistencia de cada tipo de anclaje, mediante la ejecución y prueba de dos series de bulones de uno, dos, tres y cuatro metros (1, 2, 3 y 4 m) de longitud. Se dibujará para cada uno de ellos el gráfico esfuerzo-deformación a partir de las lecturas de los comparadores que miden el desplazamiento del bulón en función de las

cargas aplicadas. La metodología precisa de los ensayos, así como la definición de los esfuerzos máximos de tracción a alcanzar durante la obra en los distintos tipos de terrenos, serán definidos por la Dirección de Obra.

Para asegurarse de la buena calidad de los bulones colocados en obra, se efectuarán los ensayos y controles siguientes:

- Control de calidad de los materiales y en particular control constante del estado de conservación de las cargas de resina, que deberán llevar su fecha máxima de utilización.
- Control estadístico de la longitud libre (no anclada) del bulón en cabeza, mediante la introducción de un alambre. Se efectuará un control por cada diez (10) bulones colocados. Esta longitud no será nunca superior a veinte centímetros (20 cm) en bulones de cualquier longitud.
- Ensayos de tracción de bulones elegidos aleatoriamente de entre los instalados, mediante un gato hueco que permita ejercer una tracción sobre el bulón, apoyándose en la pared. La definición de los esfuerzos máximos de tracción a alcanzar en los diferentes terrenos lo definirá la Dirección de Obra según los ensayos previos. Se efectuarán controles sobre un promedio del cinco por ciento (5%) de los bulones instalados con periodicidad de uno a tres días.

No se permitirán fallos, tanto en la longitud libre no cementada como en la resistencia al arranque, en un porcentaje superior al veinte por ciento (20%) de los bulones ensayados, en cuyo caso se sancionará al Contratista con una penalización del veinte por ciento (20%) sobre la medición de los bulones colocados desde el último punto de control, y si este porcentaje alcanzara o superara el cuarenta por ciento (40%) la Dirección de Obra podrá exigir, desde la reposición de los bulones estimado defectuosos, hasta la reposición de todos los elementos colocados desde el último punto de control en función de la gravedad de las faltas sobre los mínimos estipulados.

En todos los casos el Contratista estará obligado a facilitar todos los medios necesarios para la ejecución de los ensayos, aceptando los tiempos de parada que se deriven de la ejecución de los mismos.

3.13.3.2.1.4 Protección del personal

El método de protección que elija el Contratista para sus trabajadores, antes o durante la instalación de los bulones, deberá ser tal que no comprometa o estorbe la instalación y eficacia de los mismos pernos. El Contratista presentará a la Dirección de Obra los planes de protección concernientes para su aprobación. Esta aprobación estará de acuerdo con la intención de estas especificaciones y no relevará al Contratista de su responsabilidad en la buena ejecución de estos trabajos.

3.13.3.2.1.5 Medición y abono

Los bulones se medirán y abonarán por metros lineales colocados, e incluirán todas las labores descritas en los apartados anteriores.

3.13.3.2.2 Cerchas metálicas

3.13.3.2.2.1 Materiales

Si se realiza el sostenimiento con cerchas metálicas, éstas irán unidas entre sí y acuñadas contra el terreno, colocándose si fuera necesario enfilaje metálico, mallazo o piezas prefabricadas de hormigón en su trasdós para evitar desprendimientos de terreno entre las cerchas.

Las cerchas metálicas consistirán en perfiles de acero TH o HEB, curvadas en fábrica en forma apropiada, con sus elementos de amarre, miembros de compresión, láminas y cualquier otro elemento estructural de acero, completados por tornillos, tuercas, cuñas y demás accesorios requeridos para ensamblar los soportes de acero y mantenerlos en su sitio. El material de estas cerchas y elementos estructurales de acero será del tipo S355JR (UNE EN 10025-1:2006).

3.13.3.2.2.2 Ejecución

El tipo de cerchas o el espaciamiento entre las mismas estará reflejado en los Planos del Proyecto a título indicativo, y podrá ser modificado a la vista de los resultados de la excavación a propuesta del Contratista y aprobado por la Dirección de Obra.

Cualquier cercha metálica que sea colocada inadecuadamente, o que sufra daño durante los trabajos ejecutados por el Contratista, deberá ser reparada o reemplazada en un máximo de 48 horas y previa notificación a la Dirección de Obra. La sujeción de los pies (bases) de la cercha será hecha con planchas de acero o bloques de hormigón de dimensiones suficientes para evitar asentamiento y movimientos laterales de la misma. Se podrán utilizar pernos de anclaje para fijar los pies de la cercha en la pared de la roca, según los Planos del Proyecto o apruebe la Dirección de Obra.

La unión longitudinal entre cerchas se hará de diferente forma según el tipo de cercha. En las de tipo TH la unión será deslizante, con solapes mínimos de cuarenta centímetros (40 cm). En las uniones se utilizarán grapas tipo horquilla o abarcones. El tipo de grapa será el adaptado a forma de perfil y serán de tipo "cajón" con grandes superficies de contacto que impidan el giro de grapas.

En las cerchas de tipo HEB las uniones se realizarán mediante placas transversales atornillados o soldados a la cercha.

Las cerchas serán fijadas sólidamente bloqueadas y aseguradas contra la superficie excavada, y estarán sujetas a permanentes revisiones (y reparaciones si es el caso) para mantenerlas en condiciones seguras.

El arriostramiento longitudinal de las cerchas se realizará mediante tresillones constituidos por redondos de acero de diámetro treinta y dos milímetros (32 mm) soldados a las cerchas. Se colocarán cada uno con cinco metros (1,5 m) a lo largo del desarrollo de la cercha, salvo que los Planos o la Dirección de Obra indiquen otra separación.

La colocación de las cerchas se realizará con apoyo topográfico, al menos en una de cada tres (3) cerchas colocadas. Se prohibirá la colocación de las cerchas fuera de su perfil o arimadas al terreno, lo que redundaría posteriormente en malas uniones en los elementos a colocar en destroza.

3.13.3.2.2.3 Rellenos e inyecciones

Los huecos existentes entre las cerchas y el terreno o capa de sellado se rellenarán con hormigón proyectado antes de proceder con el siguiente pase. Las cerchas deberán quedar recubiertas con un grosor mínimo de tres centímetros (3 cm) de hormigón proyectado.

3.13.3.2.2.4 Medición y abono

Se medirán por su perímetro teórico y se abonarán por metros lineales (m) realmente colocadas, para cada sección de túnel.

Los precios incluyen la parte proporcional de todos los elementos necesarios para el montaje: placas de apoyo, placas de unión, tornillería, solapes y grapas de unión entre módulos, soldaduras, tresillones de arriostramiento, piezas especiales de ensamblaje, así como los elementos auxiliares, maquinaria y personal necesarios para su puesta en obra y los apoyos de las cerchas en terrenos de baja calidad geotécnica, también llamados "patas de elefante".

En los terrenos donde la excavación se efectúe bajo la protección de un paraguas de micropilotes, se tendrá en cuenta el exceso de medición derivado de aumento progresivo del perímetro de los perfiles de las cerchas necesario para el correcto apuntalamiento de los micropilotes.

3.13.3.2.3 Hormigón proyectado

3.13.3.2.3.1 Generalidades

El hormigón estará constituido por una mezcla de cemento, áridos, agua y aditivos que será lanzada a presión sobre la superficie a cubrir. Se empleará la técnica de proyección por vía húmeda y flujo denso.

Antes de empezar las obras deberá presentar la documentación precisa que defina las características de la maquinaria y los procedimientos de construcción para su aprobación por la Dirección de Obra. Salvo aprobación expresa de la Dirección de Obra, se empleará maquinaria dirigida a distancia.

3.13.3.2.3.2 Ensayos previos

Antes de la primera aplicación en obra se llevará a cabo una serie de ensayos previos en el exterior del túnel para la puesta a punto de los equipos y operarios, y para el ajuste de la dosificación sobre la base de la orientativa reflejada en el presente Pliego.

Los ensayos se efectuarán en paneles cuadrados de 75 cm. de lado, con o sin armadura de refuerzo, similar a la que se empleará en obra. El número de paneles será por lo menos dos por cada tipo de dosificación y serán preparados y ejecutados en idéntica forma, espesor y posición del hormigón a colocarse en la obra, y con proyección del hormigón horizontal y vertical hacia arriba, sobre paneles verticales y horizontales respectivamente.

El Contratista obtendrá de ellos las muestras o testigos necesarios para efectuar ensayos de compresión que determinen la calidad del hormigón proyectado, la capacidad y calidad del equipo de mezcla y proyección, y los tiempos necesarios de mezclado.

3.13.3.2.3.3 Dosificación

El ajuste de la dosificación será hecho por el Contratista y aprobado por la Dirección de Obra. Como dosificación inicial de cemento se tomará la siguiente:

Cemento (CEM II-42,5)	475 kg/m ³
Áridos 0/5	1.144 kg/m ³
Áridos 5/12	520 kg/m ³
Agua	190 kg/m ³
Relación a/c	0,4
Humo de sílice	35 kg/m ³

En caso de no alcanzarse las resistencias esperadas se procederá a la optimización de la dosificación de la mezcla y al aumento de la dosificación de cemento hasta que se alcancen las resistencias exigidas. Análogamente se admiten variaciones en sentido contrario.

Este cambio no supondrá modificación alguna sobre los precios de hormigón proyectado establecidos.

La dosificación se hará por peso y con una precisión de + 1%. La fidelidad del equipo de pesaje será de + 0,5%.

A esta dosificación se le podrán añadir distintos aditivos, tales como acelerantes, inhibidores, fluidificantes, activadores, etc., necesarios para la colocación del hormigón proyectado. Éstos se ajustarán a las prescripciones de la Instrucción EHE-08, siendo las normas UNE vigentes las de referencia a efectos de su caracterización.

Se deja a la libre elección del Contratista el tipo y procedencia de los aditivos a utilizar debiendo presentar la documentación pertinente para su análisis y aprobación por la Dirección de Obra, de acuerdo a las bases y conceptos del presente Pliego.

3.13.3.2.3.4 Ejecución

Antes de la colocación del hormigón proyectado, las superficies deberán ser cuidadosamente limpiadas por medio de chorros alternados de aire y agua a presión. Se retirará de ellas todo material suelto, residuos o fragmentos de rocas, lodos, agua de escurrimientos, etc.

No se colocará el hormigón proyectado sobre superficies secas o polvorientas; éstas, una vez limpias, deberán ser mantenidas húmedas por lo menos durante 2 horas. Si la aplicación va a hacerse sobre capas antiguas de hormigón proyectado, éstas deberán ser auscultadas con golpes de martillo, para comprobar que no haya zonas sueltas que, en caso de existir, deberán ser picadas cuidadosamente y reemplazadas con el nuevo hormigón proyectado.

Si se utilizan mallas de refuerzo, se tendrán los mismos cuidados de limpieza antes indicados.

El hormigón proyectado se aplicará de modo continuo. El Contratista adoptará las medidas pertinentes para asegurar la continuidad del suministro del hormigón durante el proceso de hormigonado.

La distancia de aplicación será alrededor de 1 m. perpendicularmente a la superficie rocosa, excepto en el caso de sostenimientos con cerchas en que se utilizará una proyección oblicua para el correcto llenado en el trasdós de las mismas. Todo el material de rebote será desechado, a costa del Contratista.

El grueso máximo de una capa de hormigón ejecutada en una sola fase no podrá exceder de diez centímetros (10 cm). En las zonas en que sea necesaria más de una capa, la siguiente se aplicará por lo menos 8 horas después de la primera.

3.13.3.2.3.5 Curado

El hormigón proyectado deberá ser protegido de la pérdida de agua durante un tiempo mínimo de 7 días después de colocado, por la aplicación de uno de los siguientes métodos:

- Rociándolo continuamente con agua o cubriéndolo con agua.
- Cubriéndolo con una membrana de material sellante aprobado, que mantenga por lo menos el 90% del agua original de la mezcla.

Si la humedad relativa del aire en la superficie del hormigón proyectado fuera de 90% durante el tiempo mínimo especificado, no se requerirá de métodos especiales de curado.

3.13.3.2.3.6 Control de Calidad

La consistencia del hormigón fresco se medirá al vertido de la cuba en el momento de su puesta en obra mediante el Cono de Abrams (UNE-EN 12350-2:2006), aceptándose valores de asiento entre cien y ciento cincuenta milímetros (100-150 mm), salvo que la Dirección de obra especifique otros valores.

Para el hormigón endurecido se evaluarán las propiedades siguientes:

- Resistencia a compresión a veintiocho días (28 d): de treinta a cuarenta MegaPascales (30-40 MPa).
- Módulo de elasticidad, $E=27.000-30.000 \text{ N/mm}^2$.
- Coeficiente de permeabilidad, $C = 6 \times 10^{-10}$ a $20 \times 10^{-10} \text{ m/s}$

Como referencia, para un hormigón proyectado de treinta MegaPascales (30 MPa) los ensayos deben ofrecer los siguientes resultados en los ensayos:

EDAD (DÍAS)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (N/mm ²)	
	MEDIA	MÍNIMA
1	9	7,5
3	13	11,0
7	20	17,0
28	30	25,0
90	30	25,0

Dentro de los materiales, los cementos, microsílíce, aditivos, etc. procedentes de un proceso de elaboración industrial, no serán objeto de seguimiento específico, siendo la Dirección de Obra la que en su momento determine las verificaciones y comprobaciones oportunas.

Se llevará un control periódico de la calidad de los áridos en la planta de hormigonado, ejecutándose muestreos para el ensayo de equivalente de arena cada veinte metros cúbicos (20 m³) de hormigón fabricado, y muestreos para análisis granulométrico cada sesenta metros cúbicos (60 m³) de hormigón fabricado.

Las características de resistencia de los hormigones se controlarán mediante muestras en tajos ordinarios de gunita del túnel. El muestreo comprenderá tres (3) probetas cúbicas de diez centímetros (10 cm) de lado para ensayos a veinticuatro horas (24 h) y una artesa o placa de cincuenta por cincuenta centímetros (50 x 50 cm) de lado y quince centímetros (15 cm) de profundidad, de la que se extraerán doce (12) probetas de seis centímetros (6 cm) de diámetro y quince centímetros (15 cm) de altura, para ensayar en grupos de tres (3), a tres, siete, veintiocho y noventa días (3, 7, 28 y 90 d). La resistencia a períodos menores como un día (1 d), se establecerá por extrapolación. La densidad del muestreo se establece en uno (1) de cada sesenta metros cúbicos (60 m³) de hormigón consumido en los primeros doscientos metros (200 m) de excavación y uno (1) cada cien metros cúbicos (100 m³) en los restantes.

En la toma de muestras, tanto los cubos como artesa, estarán subverticales, con las aberturas dirigidas perpendicularmente a lanza de proyección. Los resultados obtenidos servirán para controlar la resistencia de los hormigones respecto a los mínimos especificados.

Las resistencias obtenidas habrán de ser superiores o iguales a las exigidas y en caso de que se observen resultados inferiores, la Dirección de Obra tomará las medidas oportunas, como la ejecución de sostenimientos adicionales, no abonables, en todo el tramo que se considere afectado, además de ordenar la comprobación y cambios de las dosificaciones en planta y obra para recuperar las resistencias exigidas.

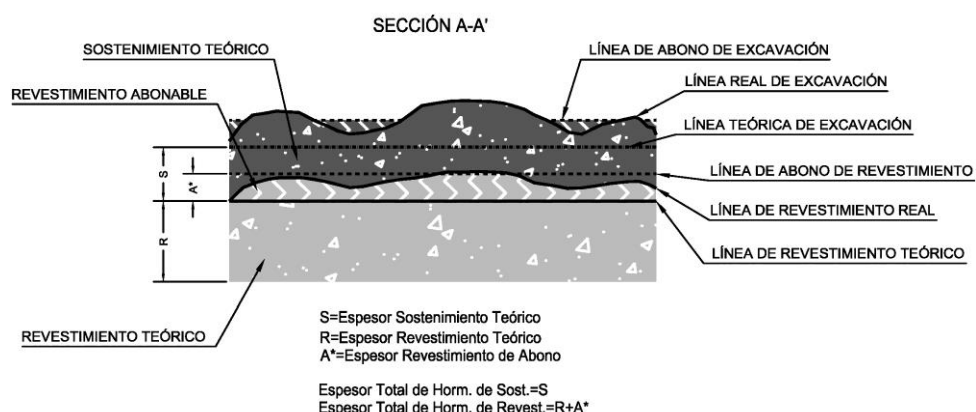
El control de los espesores reales de gunita colocados en el túnel se llevará a cabo, independientemente para las fases de Avance y Destroza, mediante la obtención de testigos del sostenimiento recogidos de forma aleatoria dentro del mismo, a razón de 1 testigo cada cinco 5 m de túnel. Como alternativa se podrán obtener mediante clavos o vástagos fijados previamente a la superficie excavada.

Los datos obtenidos se considerarán contractuales y su tratamiento estadístico, junto con los datos de los sostenimientos ejecutados, servirán para cuantificar los posibles déficits de hormigón proyectado, respecto a los estipulados, a efectos de su reposición o descuento si se trata de volúmenes considerados estructuralmente como poco importantes. En este último caso se aplicará una penalización del veinte por ciento (20%) sobre la medición de los volúmenes afectados.

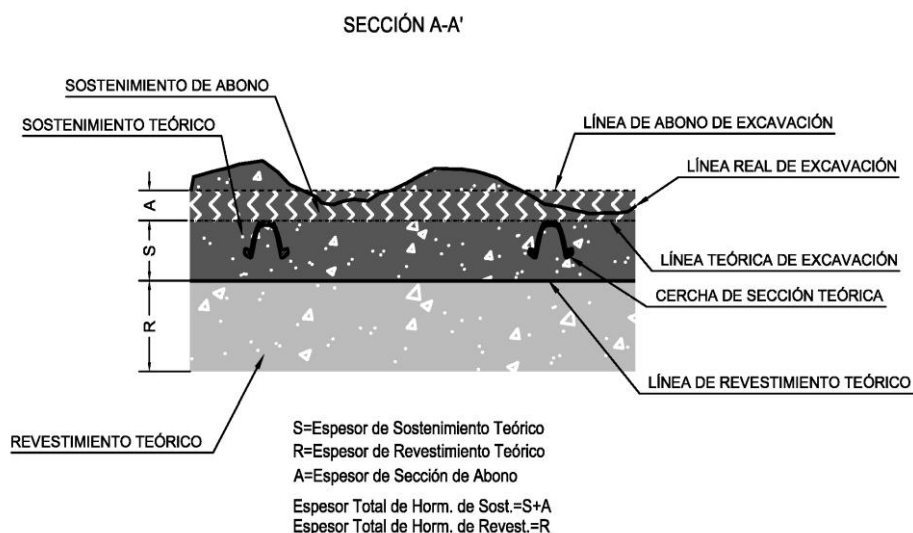
3.13.3.2.3.7 Medición y Abono

El hormigón proyectado se medirá y abonará por m³ de volumen teórico proyectado de acuerdo con los Planos y atendiendo a los siguientes criterios:

- En sostenimientos en los que no se empleen cerchas de forma sistemática, el espesor de abono será igual al espesor teórico (S). El espesor de abono de revestimiento será el espesor teórico (R) más el espesor de abono (A*), siendo este último el espesor entre la línea teórica de excavación y la línea de abono de la excavación (ver figura).



- En sostenimientos con utilización sistemática de cerchas el espesor de abono de hormigón proyectado será igual al espesor teórico (S) más el espesor de abono (A). El espesor de abono de revestimiento será igual al espesor teórico (R).



En los terrenos donde la excavación se efectúe bajo la protección de un paraguas de micropilotes, se tendrá en cuenta el incremento de perímetro derivado de la excavación en forma troncocónica. El espesor de abono será el teórico definido en planos o el incrementado por las sobreexcavaciones definidas como abonables. El relleno hasta la línea teórica del intradós del revestimiento se efectuará con el propio hormigón de revestimiento y abonándose con su correspondiente precio.

Estos precios incluirán el costo de todos los materiales, equipos, herramientas y mano de obra necesaria para realizar la preparación, mezcla y colocación del hormigón, así como el suministro y la aplicación de los compuestos químicos o agua para su curado. El hormigón proyectado que rebote y se desperdicie no será ni medido ni abonado de forma separada. Su costo estará incluido dentro del costo del m³ de hormigón proyectado correctamente ejecutado.

3.13.3.2.4 Fibras estructurales para el hormigón proyectado

3.13.3.2.4.1 Fibras de acero

Las fibras deben estar constituidas por acero de resistencia mínima a la tracción mil Newton por milímetro cuadrado (1.000 N/mm²). Su superficie debe estar limpia de productos que puedan perjudicar la adherencia acero-hormigón y previamente a su empleo deben realizarse ensayos tanto en laboratorio como en obra a fin de determinar la dosificación más conveniente.

El diámetro equivalente D estará entre cero con cuarenta y cinco y cero con setenta y cinco milímetros (0,45-0,75 mm) y la longitud desarrollada L, entre treinta y cuarenta milímetros (30-40 mm), en una relación L/D que no debe ser inferior a cuarenta y cinco (45).

No se aceptarán soluciones con una energía absorbida inferior a setecientos cincuenta Julios (750 J). Esta se medirá en pruebas de carga hasta una flecha de veinticinco milímetros (25 mm) sobre una placa de sesenta por sesenta por diez centímetros (60 x 60 x 10 cm), soportada en los cuatro bordes y con una luz libre de cincuenta (50 cm). La carga se aplicará en el centro de la placa con una superficie de contacto de diez por diez centímetros (10x10 cm).

La dosificación mínima de fibras de acero, con una relación L/D comprendida entre cuarenta y cinco y cincuenta (45 y 50), será de treinta kilogramos por metro cúbico (30 kg/m³). Para fibras de acero con relación L/D más elevada o fibras sintéticas, la dosificación podrá disminuirse, siempre que se compruebe que la energía absorbida en el ensayo sobre placa supera los setecientos cincuenta (750 J).

3.13.3.2.4.2 Fibras estructurales sintéticas

Las fibras sintéticas estructurales cumplen la misma función que las fibras metálicas. Podrán estar fabricadas en polipropileno, polietileno o poliolefina. Su presentación puede ser monofilamento o multifilamento.

El contratista aportará la documentación precisa que defina las especificaciones técnicas de las fibras a utilizar, y realizará las pruebas y ensayos necesarios para garantizar al menos la misma resistencia y absorción de energía que se han especificado para las fibras de acero, para su aprobación por la Dirección de Obra.

3.13.3.2.4.3 Medición y abono

Las fibras estructurales se medirán y abonarán por kilogramos (kg), según su dosificación teórica aplicada al volumen de hormigón proyectado en el que vayan incorporadas.

3.13.3.2.5 Malla de acero

3.13.3.2.5.1 Materiales

La malla de acero será electrosoldado, de retícula y diámetros de alambre según se especifican en los sostenimientos tipo y Planos correspondientes. Se utilizará acero de elevado límite elástico. Se tendrán en cuenta las exigencias que incorporan los Artículos 240 y 241 del PG-3 incluidos en la Orden Ministerial FOM/475 DE 13/02/02.

3.13.3.2.5.2 Ejecución

La distancia entre la malla de acero y la pared (terreno o capa de hormigón proyectado) estará comprendida entre dos y siete centímetros (2-7 cm), y deberá quedar recubierta con un grueso mínimo de tres centímetros (3 cm) de hormigón proyectado.

El solapamiento entre dos capas de mallazo contiguas será de al menos 20 cm o dos cuadrículas.

El número de puntos de sujeción de la malla a la pared será como mínimo de 2 por m². Podrá ser colocada sobre los pernos de anclaje entre la superficie de la roca y la placa de apoyo. Si la malla fuera a colocarse después de la instalación inicial de los pernos, deberá sostenerse en los pernos previamente instalados mediante el uso de placas adicionales de acero y tuercas con puntos de soldadura.

Para sujetar la malla directamente contra la roca cuando no haya pernos de anclaje, o estos no tengan la densidad suficiente para garantizar el número mínimo de puntos de sujeción, se utilizarán redondos de sujeción de acero de 10 mm. de diámetro y 60 cm. de longitud, doblados en forma de lazo, de modo que penetren y queden introducidos aproximadamente 30 cm. en una perforación realizada en la roca. Las perforaciones en la roca serán de 35 mm de diámetro y 30 cm de profundidad, y localizadas en donde lo apruebe la Dirección de Obra. Antes de insertar la varilla sujetadora, la perforación deberá ser limpiada de todo residuo o material indeseable. Los redondos de sujeción se introducirán con un mortero epoxi y se sujetarán a la malla con un doblez.

Si el terreno lo permite se podrán colocar clavos SPIT o similar, para la sujeción de la malla.

3.13.3.2.5.3 Medición y abono

La malla se medirá y abonará por metros cuadrados (m²) según el perímetro teórico de la sección de excavación y los metros lineales de túnel donde se haya colocado.

Los precios unitarios incluyen solapes, anclajes, alambre de atar y todos los elementos necesarios para la colocación, incluyendo recortes y cualquier otro elemento adicional.

3.13.3.2.6 Chapas estampadas y perforadas (tipo Bernold)

3.13.3.2.6.1 Definición

Son chapas estampadas y perforadas que son utilizadas a la vez como encofrado perdido y como armadura pasiva ubicada en el sostenimiento en su cara interior.

Su sección en sentido longitudinal presenta nervios en forma de V, continuos en el sentido transversal del túnel, y alternando con ellos, ondulaciones alteradas hacia afuera y hacia adentro del plano de franjas de chapa, que permiten el solape de las mismas por yuxtaposición, sin dejar que se escape más que una pequeña parte del hormigón colocado en el trasdós.

El espesor de esta chapa será de 2 mm, con una resistencia a la tracción de sus nervios será a 3.700 kp/cm² y un límite elástico del material terminado de 2.200 kp/cm².

Estarán curvadas en fábrica, y su forma se adaptará a la exigida en los Planos.

3.13.3.2.6.2 Ejecución

Se montarán sobre cerchas o cimbras metálicas, suficientemente resistentes, que servirán de apoyo a las chapas, las cuales a su vez han de sostener el hormigón fresco del trasdós. Estas cimbras irán unidas entre sí mediante elementos metálicos que las arriostren. Las chapas se unirán mediante solape y pernos a las chapas contiguas.

Una vez colocadas las chapas se procederá a hormigonar su trasdós lateralmente, utilizando un encofrado perimetral si es necesario.

El descimbrado no se hará hasta pasadas 72 horas desde la terminación del hormigonado.

3.13.3.2.6.3 Medición y Abono

Las chapas estampadas y perforadas se medirán por m² realmente colocados. El precio de abono incluye todas las operaciones de montaje y unión de las chapas, los solapes entre chapas, los medios auxiliares para su colocación y la parte proporcional de cimbras metálicas y de los elementos mecánicos entre las mismas.

3.13.4 Revestimiento de obras subterráneas

3.13.4.1 Definición

Se define como revestimiento de obras subterráneas el forro interior de hormigón encofrado, armado o en masa, que colocado en todo el perímetro de hastiales y bóveda forma el contorno de la sección tipo y sirve como terminación definitiva del túnel para la fase de explotación.

No se considera revestimiento los recubrimientos ornamentales de acabado.

3.13.4.2 Encofrado

Para la bóveda y hastiales del túnel los encofrados a utilizar serán habitualmente paneles metálicos montados y transportados en una cimbra autoportante, constituyendo lo que se denomina "carro de encofrado".

El carro estará constituido por una superficie de encofrado coincidente con el perfil de intradós del túnel y una estructura portante movable. La estructura portante del encofrado se diseñará y construirá de forma que a la vez de ser estructuralmente capaz de soportar la carga de hormigón fresco, permita el gálibo libre suficiente en su interior para el paso de maquinaria en túnel durante la ejecución del revestimiento. El desplazamiento horizontal máximo en hastiales será de 5 mm y la flecha radial máxima en la bóveda, un centímetro (1 cm) o el uno por mil (1/1000) del vano horizontal.

En los elementos específicos de encofrado (superficies de encofrado) se dejarán aberturas o ventanas de vertido del hormigón, vibrado o inspección visual. Estas ventanas se dispondrán en ambos lados del módulo de encofrado. A modo orientativo, estas ventanas se dispondrán a tres alturas a las cotas más tres, más seis y más nueve metros (+3,0, +6,0 y +9,0 m) respecto a la cota inferior del revestimiento. Se dispondrán al menos tres ventanas en cada cota con un total de dieciocho (18) ventanas en la superficie de encofrado de un módulo, suponiendo módulos de doce metros (12 m) de longitud. En el tape del encofrado se contará con tres puntos de llenado de la zona de carro por encima

de la última fila de ventanas. En la estructura portante se dispondrá de un buen acceso a todas y cada una de las ventanas para su efectiva utilización.

Con el fin de asegurar un completo llenado de la clave, el carro permitirá la colocación de tubos verticales fijados en la clave del encofrado con altura próxima hasta la superficie de la roca o del sostenimiento, que actúen como "chivatos" al llegar el hormigón a dicha altura y producirse el desborde por la boca superior del tubo. Estarán provistos de una llave de cierre para permitir el llenado completo. Adicionalmente, permitirá dejar tubos embebidos en la clave para realizar inyecciones posteriormente.

Tras el llenado de cada tongada de hormigón se compactará por vibración; para ello se utilizarán simultáneamente vibradores de masa y de superficie, adosados estos últimos a la superficie interior del encofrado, y repartidos en función de la geometría del carro, sus ventanas y de la potencia de las vibraciones. La frecuencia de los vibradores de superficie estará comprendida entre cien y doscientos Hercios (100 y 200 Hz). El encofrado metálico deberá ser suficientemente resistente y estable para que sea transmitida al hormigón la máxima energía de los vibradores de superficie. La Dirección de Obra podrá solicitar la sustitución de los vibradores de superficie por otros si el vibrado de hormigón no es satisfactorio.

El vibrado del hormigón será complementado mediante vibradores de masa o aguja, que se introducirán por las ventanas del encofrado y por el frente del módulo para las tongadas superiores, debiendo alcanzar su frecuencia trescientos hercios (300 Hz).

Antes del hormigonado todos los encofrados se deberán limpiar cuidadosamente, evitando golpes que dejen señales o abolladuras en la superficie de encofrado, que en caso de producirse se eliminarán obligatoria e inmediatamente.

En todo el perímetro de ambos extremos en cada módulo de encofrado se ejecutará un saliente de chapa de forma triangular, con objeto de conseguir una hendidura perimetral que pueda facilitar el tratamiento de juntas de hormigonado entre módulos, en los sitios en que la presencia de agua lo hiciera necesario.

Para el cierre frontal del carro de hormigonado se utilizará un sistema a base de planchas o tablones acunados, o cualquier otro que garantice el tape estanco hasta la roca o el sostenimiento. Para los casos en que la sobreexcavación fuera importante si el cierre o tape no pudiera resistir el empuje del hormigón fresco, el hormigonado de la parte alta de la bóveda se realizará en más de una fase con alturas parciales en evitación de deformaciones o roturas del tape frontal.

El carro de encofrado circulará sobre carriles de rodadura bien apoyados sobre la solera y nivelados en coronación a igual cota ambos, siendo constante su valor relativo respecto a la cota del eje de replanteo.

El diseño del carro, sus mecanismos, cierres, sistema de trabajo, etc., serán propuestos a la Dirección de Obra para su aceptación, previamente a su fabricación en taller o traslado a obra en el caso de que el contratista disponga de algún carro válido para la sección proyectada.

Los encofrados a utilizar en el resto de elementos de hormigón que conforman el interior del túnel, como pueden ser zapatas, muretes, soleras, etc., seguirán las prescripciones incluidas en el artículo 3.12.- Encofrados del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. Estas prescripciones serán también aplicables para el encofrado de la bóveda del túnel en aquellas cuestiones que no se contradigan con los especificados en este epígrafe.

3.13.4.3 Ejecución

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. Los encofrados no se colocarán en el tajo hasta que se hayan terminado completamente estas labores.

Para garantizar el cumplimiento de los espesores de hormigón previstos en el Proyecto se pasará un carro de gálibo que asegure el espesor mínimo del revestimiento.

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. El Contratista podrá escoger la manera de colocar en obra el hormigón encofrado, siempre que se garanticen estas premisas. Realizará una propuesta al respecto que deberá ser aprobada por la Dirección de Obra.

La colocación del hormigón se hará por anillos, avanzando dentro del túnel en módulos consecutivos, hormigonando contra el módulo anterior y efectuando un tape en el otro extremo del encofrado. El hormigonado de cada anillo se realizará 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.

Tras el llenado de cada tongada de hormigón se compactará por vibración; para ello se utilizarán simultáneamente vibradores de masa y los de superficie, adosados estos últimos a la superficie interior del encofrado.

En el supuesto de que por razones excepcionales se interrumpiera el hormigonado de un módulo, antes de su continuación se deberá quitar la película de cemento en la junta de construcción creada, rascando la superficie y lavando después con agua y aire comprimido. Tratamientos particulares de la junta, utilización de mezclas con granulometría fina en la continuación del hormigonado, etc., deberán ser cumplimentados por el Contratista o a requerimiento de la Dirección de Obra sin derecho a abono alguno o reclamación adicional.

Para poder desencofrar el hormigón de revestimiento deberá haberse alcanzado una resistencia característica a compresión de doce con cincuenta Newton por milímetro cuadrado ($12,5 \text{ N/mm}^2$) o, en todo caso, la necesaria para soportar su peso propio, con un coeficiente de seguridad de uno con cinco (1,5).

Tras el desencofrado de cada módulo que se realizará una vez alcanzada la resistencia anteriormente definida, se procederá a su curado rociándolo con agua durante un tiempo mínimo de 7 días o cubriéndolo con una membrana de material sellante que impida la pérdida de agua. Si se aplican productos de superficie sobre el intradós del túnel revestido para favorecer su curado no podrán dar lugar a modificaciones en el color de la pared. Tanto los productos a aplicar como el procedimiento de curado se someterá a la aprobación de la Dirección de la Obra.

Una vez completado el revestimiento, y con el fin de garantizar un perfecto contacto entre revestimiento y terreno, se realizarán inyecciones con lechada de cemento a través de los tubos previamente instalados para tal fin en la clave. El Contratista propondrá la metodología a emplear, que deberá ser aprobada por la Dirección de 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.

Si tras desencofrar el revestimiento se presentan coqueras en los paramentos de hormigón, éstas 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.

3.13.4.4 Tratamiento de juntas

Salvo que el Proyecto indique una metodología de tratamiento de juntas específica, 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 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 cortarían las armaduras.

3.13.4.5 Contrabóvedas, losas, muros de arranque y zapatas

Los elementos de hormigón, armado o en masa, que conforman las partes bajas del revestimiento (solera o contrabóveda, zapatas, etc.) seguirán las prescripciones de los artículos 3.12. Encofrados y 3.14. Obras de hormigón realizadas in situ del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

Los hormigones no estructurales, como los hormigones de limpieza o los hormigones de relleno, seguirán también esas mismas prescripciones.

3.13.4.6 Armaduras

En los revestimientos de hormigón armado será de aplicación el artículo correspondiente del P.P.T.G. en lo referente a las formas, dimensiones y colocación de las barras de armado.

Dadas las condiciones especiales de acceso al túnel y los espacios disponibles, el Contratista debe presentar a la Dirección de Obra un Plan de armado en el que se describa el método constructivo a emplear, detallando los procedimientos que se emplearán para garantizar la estabilidad de la armadura durante el proceso de hormigonado, las separaciones y recubrimientos indicados en los Planos, la estanqueidad de la sección, etc.

Durante el montaje debe prestarse especial cuidado en no dañar los elementos de impermeabilización del túnel (lámina de PVC entre sostenimiento y revestimiento) o las

“trompetas” que abracen los pernos de apoyo de la armadura. En el caso de que se observen desperfectos en estos elementos, la Dirección de Obra podrá solicitar que se desmonte completamente la armadura para poder realizar las reparaciones necesarias, sin que el Contratista pueda reclamar por las pérdidas de rendimiento que se deriven de ello.

3.13.4.7 Control de calidad

La Dirección de Obra podrá realizar todos los ensayos que considere oportunos sobre el hormigón puesto en obra por medio de extracción de testigos para su rotura, uso del esclerómetro, o de cualquier sistema de tipo geofísico. Del mismo modo, podrá realizar comprobaciones continuas del cemento y de los áridos, para lo cual se extraerán muestras de prueba de los silos de almacenamiento.

El control de calidad del hormigón de revestimiento se ajustará a lo especificado en la Instrucción EHE en cada uno de sus artículos, con las particularidades que se recogen en este Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

La consistencia estará comprendida entre seis y diez centímetros (6-10 cm) de descenso de cono, sin tolerancia alguna fuera de este margen. De cada cuba que llegue a obra se realizará al menos una medición de la consistencia de la parte primera de la descarga y otra a media descarga de la cuba.

Se considerará que cada módulo, entre nueve y quince metros (9-15 m) de longitud típica, es un elemento estructural independiente o parte a controlar.

Al comienzo del control se tomará en cada módulo un número de veinticuatro (24) probetas. De ellas la mitad se romperán a compresión previamente al desencofrado, no antes de cuarenta y ocho horas (48 h) desde el final del hormigonado del módulo. De las doce (12) probetas restantes se romperán seis a siete días (6-7 d) y seis a veintiocho días (6-28 d).

Una vez que en cuatro (4) módulos hormigonados consecutivamente con el mismo hormigón y una misma planta se hayan verificado las resistencias características, tanto para desencofrado como a veintiocho días (28 d), se tomarán en cada módulo quince (15) probetas, tres (3) para su rotura en el momento de desencofrar, seis (6) para rotura a siete (7) días y seis (6) para rotura a veintiocho días (28 d).

Si las roturas de probetas para desencofrado se hacen sistemáticamente a cuarenta y ocho horas (48 h), el cambio de veinticuatro a quince (24-15) probetas se realizará si se consigue la resistencia característica de doce con cincuenta Newton por milímetro cuadrado (12,5 N/mm²) en cuarenta y ocho horas (48 h) en cuatro (4) módulos consecutivos.

En el caso de no alcanzarse dicha resistencia en ese plazo de forma habitual, se modificará el plazo de desencofrado mínimo, sustituyéndolo por otro en que se garantice la resistencia para desencofrado de forma casi sistemática. Con este nuevo plazo se actuará para proceder al cambio de número de probetas de control del módulo, de veinticuatro a quince unidades (24-15 ud).

La Dirección de Obra puede modificar los criterios anteriores en función de la calidad comprobada de los hormigones.

Las probetas se conservarán durante el curado en condiciones similares a las del hormigón encofrado, para lo cual al menos en una fase inicial, se podrán dejar dentro del túnel un número de probetas equivalente a dos tercios (2/3) del total tomado de cada módulo. En el caso de diferencias notables en los resultados de roturas entre las probetas dejadas dentro del túnel y las conservadas en Laboratorio, la Dirección de Obra podrá decidir

augmentar el número de determinaciones, con el fin de poder deducir resultados con un número suficiente de determinaciones.

En lo relativo al Coeficiente K_n de la Instrucción EHE, la Dirección de Obra podrá decidir los valores a utilizar en función de la homogeneidad de los resultados realmente obtenidos, sin tener que sujetarse estrictamente al cuadro 88.4.b de dicha Instrucción.

Adicionalmente se podrán realizar ensayos de información según el artículo 89 de la EHE en sus tres posibilidades, especialmente en lo relativo a rotura de probetas testigo, en el caso de que las roturas de probetas conservadas en laboratorio. El número de probetas testigo así como el de probetas elaboradas dejadas en el túnel, será en todo momento el que determine la Dirección de Obra.

En lo relativo a ensayos de tracción se realizarán inicialmente sobre un total de tres (3) probetas, o las que determine la Dirección de Obra, que se romperán por el método brasileño o cualquier otro avalado y sancionado por la experiencia. Estas roturas se harán a la edad de desencofrado para deducir la resistencia a tracción, que deberá alcanzar como mínimo uno con tres Newton por milímetro cuadrado ($1,3 \text{ N/mm}^2$) o la necesaria para soportar el peso propio con un coeficiente de seguridad de uno con cinco (1,5). En el caso de que se establezca la validez de alguna fórmula para deducir la resistencia a tracción a partir de la de compresión, se aplicará como alternativa a los ensayos de rotura a tracción. En cualquier caso, la Dirección de Obra decidirá en cada momento el método o métodos a seguir para el control de la resistencia a tracción.

En el caso de que en los módulos hormigonados se dedujera una falta de resistencia, bien en el desencofrado bien a los veintiocho días (28 d), se podrá penalizar el precio del metro cúbico del hormigón hasta en un cincuenta por ciento (50%) y obligar a demoler y reconstruir, si las resistencias fueran inferiores al ochenta por ciento (80%) de la exigida en el proyecto.

Además, la coincidencia entre no cumplimiento de resistencias y la aparición de fisuras en el intradós podrá dar lugar a la exigencia al Contratista de tratar dichas fisuras para garantizar su estanqueidad, sin que por ello tenga derecho a abono alguno, pudiendo penalizarse el precio del metro cúbico de hormigón como se recoge en el párrafo anterior.

3.13.4.8 Medición y abono

El hormigón de revestimiento se medirá y abonará por metros cúbicos (m^3) y como el producto de la sección nominal definida en planos por la longitud de túnel revestido.

En las secciones en las que el sostenimiento no incluya cerchas, se añadirá al espesor nominal del revestimiento el relleno de la sobreexcavación abonable que no se haya rellenado con hormigón proyectado.

En terrenos donde la excavación haya transcurrido bajo la protección de paraguas de micropilotes, el relleno de las sobreexcavaciones derivadas de la inclinación de los micropilotes se efectuará con hormigón de revestimiento.

El precio unitario de abono es único en todo el túnel. Si decidiese la Dirección de Obra utilizar un cemento resistente a los sulfatos, se aplicará un suplemento por cemento sulforresistente.

El precio unitario incluye todas las operaciones para la fabricación del hormigón y su transporte a la obra, así como los medios materiales y humanos necesarios para su puesta en obra y su curado. Están incluidas las inyecciones de contacto o de relleno de huecos que pudieran quedar en la clave de la bóveda después de su hormigonado. También está incluida la parte proporcional del carro de gálibo para comprobación de espesores y cualquier otra labor que se realice con este objetivo.

Los encofrados serán de abono independiente. Se medirán por metros cuadrados (m²) como producto del perímetro teórico por la longitud de túnel revestido. Se incluye en el precio la parte proporcional de la cimbra autoportante o carro de encofrado en caso necesario, su estructura de desplazamiento, los tapes auxiliares, puntales y todos los elementos y medios auxiliares necesarios para su correcta ejecución y mantenimiento.

Las armaduras se medirán y abonarán por su peso en kilogramos (kg), obtenido a partir de los diámetros y longitudes indicados en Planos. No serán de abono las longitudes de anclaje y solape necesarias, así como las mermas y despuntes.

El precio incluye el suministro y transporte a la obra de los materiales, así como todos los trabajos auxiliares necesarios para su colocación. Entre estos trabajos se encuentran los pernos de sujeción anclados al terreno y las "trompetas" de aseguramiento de la impermeabilidad del revestimiento que se indican en Planos, o cualquier otro método alternativo que se realice con este objetivo. De la misma forma, están incluidos en el precio los separadores, alambre de atar y cualquier otro elemento para mantener la armadura en su situación durante el hormigonado.

También se consideran repercutidos en el precio los elementos y estructuras auxiliares necesarias para el montaje, tales como andamios, camiones grúa o carros de armado.

No serán objeto de reclamación ni de abono las reducciones en los rendimientos de ejecución de obra que se deriven de las interferencias entre diferentes actividades que ejecuten simultáneamente en el interior del túnel, ni de las dificultades o condicionantes que impongan los accesos de obra.

Tampoco será objeto de reclamación ni supondrá variación del precio, el cambio de las consistencias para la correcta puesta en obra de los hormigones en cada caso.

3.13.5 Impermeabilización de obras subterráneas

3.13.5.1 Definición

La impermeabilización tiene por finalidad evitar la afluencia de agua del terreno hacia la obra subterránea, o bien evitar fugas de agua del interior hacia el terreno. Para ello, además del propio revestimiento de hormigón, se utilizan los siguientes elementos:

- Láminas plásticas perimetrales.
- Geotextil de protección
- Tratamiento de juntas de hormigonado.
- Inyecciones de impermeabilización.

3.13.5.2 Láminas plásticas

3.13.5.2.1 Ejecución

Las láminas de impermeabilización serán de PVC-P (UNE 104424). Fabricadas en policloruro de vinilo flexible y de elevada resistencia mecánica, se instalan mediante clavos y termosoldadura, requiriendo la protección de un geotextil, ya que se rasga por acción de elementos punzantes o cortantes. Una vez colocado un paño de lámina, se ancla el siguiente dejando un pequeño solape que se suelda (doble soldadura) mediante calor para asegurar la estanqueidad de la membrana.

Para su colocación se emplea un andamio móvil que permita el paso de vehículos por su interior. Debe prestarse atención al tránsito de maquinaria y personal por el interior del túnel cuando todavía no se ha aplicado el revestimiento, ya que cualquier rasgado de la lámina conlleva su inutilización y requerirá una reparación puntual o incluso su sustitución.

Estas membranas pueden ser de varios colores y opacas, opacas con capa de señal o translúcidas. El espesor mínimo será de dos milímetros (2 mm). Las opacas están formadas por una única capa de PVC-P; las opacas con capa de señal tienen dos capas, opaca y translúcida y termosoldadas entre sí, lo que dota de mayor resistencia a la membrana; y las últimas por una sola capa de características translúcidas, que permite realizar ensayos de las soldaduras con líquidos coloreados además de los habituales de aire comprimido.

Previamente a la colocación de las láminas, se examinará toda la sección a tratar eliminando todo elemento saliente susceptible de producir perforación y suavizando con mortero de fraguado rápido otros elementos punzantes no removibles (p.ej. cabezas de bulones).

En las zonas de borde de las áreas impermeabilizadas, los clavos se situarán a una distancia de cincuenta centímetros (50 cm), mientras que en el resto de la sección los clavos se utilizarán con una densidad de cuatro a seis unidades por metro cuadrado (4- 6 u/m²) en la clave del túnel y de dos a cuatro (2-4) en el resto, dependiendo del estado del soporte, todos los clavos deberán ir cubiertos o sellados, garantizando su perfecta estanqueidad.

El solapamiento entre láminas de alta densidad será de diez centímetros (10 cm), debiendo quedar soldada toda la superficie, si la soldadura es manual. En todo momento se evitará la formación de arrugas al soldar, de modo que la unión de las piezas garantice su completa estanqueidad.

Todo elemento o instalación previa que deba ser salvada y que implique el corte o perforación de la lámina, deberá ser convenientemente sellada, mediante parches termosoldados del mismo material y en los remates, mediante masillas adecuadas al tipo de lámina utilizada.

Los operarios para llevar a cabo las tareas de instalación deberán estar convenientemente entrenados para el manejo de los útiles y obtención de la calidad exigida, siendo la Dirección de Obra, la responsable de la supervisión de estos trabajos, exigiendo en su caso las oportunas correcciones.

3.13.5.2.2 Medición y abono

Se medirán y abonarán por metros cuadrados (m²) medidos según el perfil teórico de la sección y los metros lineales de túnel donde se aplica.

El precio unitario de lámina incluye el material, solapes, recortes, clavos, soldaduras, sellados, parte proporcional de carro andamio móvil y todos los elementos necesarios para su correcta colocación y puesta en obra.

Los geotextiles que acompañan a las láminas serán de abono por separado.

3.13.5.3 Geotextil de protección

3.13.5.3.1 Ejecución

El fabricante del geotextil suministrado a obra deberá cumplir lo especificado en cuanto al marcado CE.

Las características del material deberán permitirle cumplir su función resistente (sin sufrir desgarros durante la puesta en obra del relleno sobre él, así como su función de filtro. A estos fines, se especifican los siguientes valores:

Geotextiles como protección:

- La resistencia a tracción longitudinal no será inferior a veintiuno con un Kilo Newton (21,1 kN/m).
- La resistencia a tracción transversal no será inferior a veinticuatro con ocho kiloNewton (24,8 kN/m).
- Elongación longitudinal en rotura mínima del sesenta por ciento (60%).
- Elongación transversal en rotura mínima del sesenta por ciento (60%).
- Punzonamiento estático (CBR) mínimo de cuatro Kilo Newton (4 KN).
- Perforación dinámica (caída cono) máxima de diez milímetros (10 mm).
- Permeabilidad perpendicular al plano mínima de treinta y uno litros por metro cuadrado por segundo (31 l/m²/s).

El geotextil se extenderá sobre una superficie libre de elementos cortantes y punzantes. Los solapes entre las láminas no serán inferiores a cincuenta centímetros (50 cm), salvo que las uniones entre ellas se hagan mediante cosido o soldado, en cuyo caso se podrá reducir el solape a treinta centímetros (30 cm).

3.13.5.3.2 Medición y abono

Se medirán y abonarán por metros cuadrados (m²) medidos según el perfil teórico de la sección y los metros lineales de túnel donde se aplica.

El precio unitario del geotextil incluye el material, solapes, trompetas, recortes, clavos, sellados, parte proporcional de carro andamio móvil y todos los elementos necesarios para su correcta colocación y puesta en obra.

3.13.5.4 Inyecciones de impermeabilización

3.13.5.4.1 Ejecución

La autorización de la Dirección de Obra para la realización de inyecciones del terreno en el túnel requiere la presentación previa por el Contratista de un estudio de ejecución detallando:

- Materiales a mezclar e inyectar y dosificaciones.
- Procedimiento de inyección.
- Presiones de inyección.
- Medidas de protección respecto de la obra realizada.

Salvo autorización de la Dirección de Obra la perforación en roca se realizará por percusión o roto-percusión, mientras que en suelos se hará a rotación.

Todos los taladros, antes de ser inyectados, serán lavados con agua y aire a presión, con el fin de eliminar el detritus de la perforación y los materiales finos contenidos en las fisuras y oquedades del terreno, que puedan ser arrastrados por el simple efecto del agua y aire. La presión de lavado no será superior a la máxima admitida para la inyección.

En algunos casos se podrán prescribir procedimientos de lavado enérgicos a fuerte presión y utilizando dispersantes de la arcilla, pero en estos casos se prestará especial atención en evitar dislocaciones del terreno.

Mientras se realizan las operaciones de lavado de los taladros individualmente o por grupos de taladros, se mantendrán perforados y abiertos los taladros próximos para dar fácil salida al agua sucia y evitar someter al terreno a presiones intersticiales en zonas extensas.

Si se utilizan inyecciones de resina, el método a utilizar, salvo indicación en contra, será el de fases descendentes; una vez terminada la inyección de un tramo se dejará que polimerice la resina y se reperforará el taladro para proceder a la fase siguiente. La mezcla de los diversos componentes se realizará en mezcladoras siguiendo las instrucciones del fabricante. Se seguirán estrictamente las instrucciones de Seguridad y Salud proporcionadas por los fabricantes y los formuladores. Si se inyectan terrenos tipo suelo se utilizarán únicamente resinas en forma de monómeros acuosos.

3.13.5.4.2 Medición y abono

Se medirán y abonarán por metros cúbicos (m^3) realmente inyectados. El precio incluye las perforaciones, en tantas fases como sea preciso, los equipos necesarios para realizar las mezclas y la inyección, los elementos de control (manómetros, etc.) y todos los medios auxiliares para su correcta ejecución. Se incluye también la limpieza de la obra una vez terminadas las inyecciones.

3.13.6 Desprendimientos en obras subterráneas

3.13.6.1 Definición

Se consideran desprendimientos abonables los que se produzcan sin provocación directa y siempre que el Contratista haya observado todas las prescripciones relativas a la excavación, tanto con voladuras como mecánicas, sostenimiento, secuencia de hormigonado y auscultación de la excavación.

En ningún caso será de abono cualquier desprendimiento con volumen inferior a cinco metros cúbicos ($5 m^3$) o que quede englobado en una corona de deslinde concéntrica con la sección tipo y formada por la línea de abono como perímetro interior y con un espesor hacia el exterior de treinta centímetros (30 cm.) medido radialmente.

Cuando el desprendimiento se considere abonable el volumen se contabilizará a partir de la sección de abono y no a partir de la corona de deslinde.

En los desprendimientos considerados de abono, el Contratista está obligado a efectuar las operaciones de sujeción del terreno que le ordene la Dirección de Obra. En los casos en que no sean de abono, el Contratista tendrá la misma obligación en casos de emergencia, cuando quede peligrosamente afectada la seguridad en el trabajo o cuando sea manifiesta la incompetencia o negligencia del Contratista en esta labor específica, en cuyos términos deberá constar la correspondiente orden escrita de la Dirección de Obra.

El Contratista está obligado a la extracción, transporte y vertido en escombrera de todos los desprendimientos que se produzcan, sean o no de abono.

3.13.6.2 Medición y Abono

El volumen abonable será el obtenido por medición directa sobre el terreno por fuera de la sección de abono. Si no fuera posible la medición sobre el terreno, se estimará el volumen abonable reduciendo al setenta por ciento (70%) el que se extraiga.

Los elementos de sostenimiento necesarios para reparar el desprendimiento, los excesos de hormigón de revestimiento, los encofrados especiales si fueran necesarios, y la extracción del material desprendido y su transporte a escombrera será abonable a los precios y condiciones especificados en este Pliego.

3.13.7 Ventilación e iluminación en túneles

El Contratista asegurará una ventilación constante y suficiente para garantizar un nivel suficiente de oxígeno y eliminar los gases tóxicos e inflamables y partículas de polvo.

La ventilación del túnel deberá garantizar, como mínimo, las siguientes condiciones:

- El contenido de dióxido de carbono en el aire no superará el 0,5 por ciento en volumen.
- El contenido de monóxido de carbono en el aire no será mayor de 0,01 por ciento en volumen.
- El contenido de oxígeno en el aire no será menor que el 20 por ciento en volumen.
- La proporción de partículas de polvo, susceptibles de inhalar por respiración, será menor de 4 miligramos por metro cúbico.
- El contenido de sílice respirable no será mayor de 0,25 miligramos por metro cúbico.
- El contenido de cualquier gas inflamable no superará la cuarta parte del límite más bajo de mezcla explosiva en el aire.
- Se asegurará un número de renovaciones totales por hora superior a 10, con una velocidad de circulación del aire inferior a 0,75 m/seg.
- Se cumplirá en todo caso con lo que disponga la normativa vigente en el municipio donde se ubique la obra, si aquella fuera más restrictiva que la correspondiente de ámbito supramunicipal.

La Dirección de Obra podrá exigir al Contratista cálculos justificativos del cumplimiento de estas condiciones. También podrá exigir la instalación en los túneles de aparatos de medición para comprobar el cumplimiento de las limitaciones previstas en este Pliego y las que pudiese imponer la Dirección de Obra.

En todos los túneles y pozos se instalará iluminación eléctrica, que, como mínimo, asegurará un nivel lumínico de 16 lux.

Las instalaciones necesarias para conseguir una adecuada ventilación e iluminación del túnel no serán de abono independiente, se consideran repercutidas en los precios de excavación.

3.13.8 Control y auscultación del túnel

3.13.8.1 Definición

Operaciones necesarias para el seguimiento y control de las obras de los túneles, de forma que puedan ajustarse las definiciones del proyecto a las necesidades reales del terreno.

Corresponde al Contratista la realización de las medidas de control y auscultación, y a la Dirección de Obra el seguimiento y comprobación de las mismas.

El seguimiento comprende el control geométrico y topográfico, la comprobación de las secciones transversales, gálidos y soleras, así como la auscultación mediante realización de medidas específicas de los elementos de instrumentación.

Antes del inicio de los trabajos el Contratista deberá proponer a la Dirección de Obra para su aprobación, el Plan de auscultación que llevará a cabo durante la ejecución del túnel.

3.13.8.2 Ejecución

3.13.8.2.1 Control topográfico

Topografía de interior

Consiste en la implantación de las bases topográficas en el interior del túnel y en la comprobación del eje del túnel y ayudas al replanteo.

Si bien el replanteo de las voladuras será realizado de ordinario por las brigadas encargadas de la excavación y sostenimiento del túnel, los trabajos de topografía deberán contribuir a la buena calidad de aquéllos mediante la actualización diaria de las referencias respecto a la situación del eje del túnel y rasante de replanteo.

En el caso de trazados curvos se entregarán a los responsables de la excavación las plantillas correctoras con las distancias de traslación en función de la distancia y curvatura, una copia de las cuales deberá ser entregada a los técnicos de la Dirección de Obra para su comprobación.

En circunstancias especiales, tales como el empleo de sostenimientos con cerchas, el apoyo topográfico podrá ser directo durante la excavación tal como se especifica en otros apartados del presente Pliego.

Control de secciones transversales, gálidos y soleras

Salvo indicación en contrario, será el Contratista el responsable de la ejecución de las secciones transversales de comprobación de la sección libre dejada por los sostenimientos y del control de la posible existencia de sobreexcavaciones en solera.

En el Plan de auscultación aceptado por la Dirección de Obra se definirá el número de puntos que tendrá cada perfil, que será suficiente para que queden reflejadas todas las irregularidades de la excavación y el número de perfiles a realizar que se recomienda hacer coincidir con los puntos de replanteo del eje en clave y a una distancia al frente de excavación no superior a quince metros (15 m).

Estas actuaciones servirán para determinar la idoneidad de los sistemas de replanteo efectuados y para realizar en su caso, las oportunas correcciones, además de determinar la existencia de salientes en la excavación y proceder a su eliminación dentro de una fase de trabajo adecuada para ello.

En ningún caso, la ejecución de estos perfiles eximirá al Contratista de la responsabilidad en la eliminación de otros salientes no incluidos en los puntos de control que pudieran detectarse en otras fases del trabajo mediante carros de gálido, empleo de perfilómetro, etc.

Otros controles y mantenimiento rutinarios

Consistirán en la determinación del Punto Kilométrico (P.K.) del frente en cada pase de Avance y destroza con la toma de dos medidas a cada lado de la excavación y la colocación y mantenimiento de referencias visibles con el Punto Kilométrico (P.K.), en cada diez metros (10 m) de distancia, en ambos hastiales y clave del túnel.

Por parte del Contratista y las brigadas de obra se suministrarán todos los medios materiales y humanos necesarios para la correcta ejecución del control topográfico (tanto por los equipos del Contratista como los de los de la Dirección de Obra), debiéndose respetar siempre todos los elementos colocados en el interior y exterior del túnel (barras, clavos, etc.) que sirvan para este fin.

La Dirección de Obra podrá disponer de cuantas informaciones requiriese relativas al control topográfico que se realiza en el túnel, si bien, se le mantendrá informado con

regularidad mediante copia de las informaciones relativas a las bases topográficas, plantillas de desviación en trazados curvos y secciones transversales.

Todos los trabajos y medios necesarios para la ejecución del control geométrico se considerarán incluidos a efectos de su abono en los precios de excavación y sostenimiento del túnel.

3.13.8.2.2 Medidas de convergencia, extensométricas y de presión

A lo largo de la ejecución del túnel se llevarán medidas sistemáticas de la deformación en las paredes de la excavación con especial atención a la deformación de las zonas altas de la misma.

Para ello, una vez finalizada la colocación de todos los elementos de sostenimiento y a distancia nunca superiores a quince metros (15 m) del frente, el personal del Contratista colocará los perceptivos pernos de convergencia, con referencias ocultas tras pequeñas irregularidades para preservarlos de daños en las sucesivas voladuras.

En las secciones de convergencia los trabajos de medida se realizarán sin afectar a los trabajos del frente en las mismas fases de la excavación señaladas en el caso anterior, si bien, en las secciones más próximas al mismo se detendrán los trabajos el tiempo necesario para tales mediciones, aunque sin interrumpir trabajos ya iniciados en labores de proyección de hormigón.

El Contratista estará obligado a prestar sin demora ni interrupciones los operarios y medios de elevación necesarios para estas operaciones que se realizarán bajo programa.

Previamente o al inicio de las obras la Dirección de Obra y el Contratista deberán analizar las necesidades específicas para estas prestaciones y su evolución temporal, fijando los programas antes mencionados, debiendo prever el Contratista la incorporación de los medios auxiliares necesarios para la correcta realización de los trabajos de acuerdo a lo señalado en el presente Pliego.

Si el Plan de Auscultación del Proyecto prevé la instalación de extensómetros y células de presión, el Contratista viene obligado a suministrar e instalar los citados aparatos de medición en aquellos puntos que indique la Dirección de Obra.

Medidas mediante extensómetros

Se utilizarán extensómetros de varillas, de precisión no inferior a cero con cero un milímetro (0,01 mm).

Los extensómetros se colocarán en los puntos indicados en el Proyecto, y además, en zonas especialmente conflictivas desde el punto de vista del terreno, o de la afección posible a edificios, obras o instalaciones, y no previstas en el Proyecto, siendo necesario en este caso la autorización correspondiente por parte de la Dirección de Obra. Salvo que la Dirección de Obra especifique lo contrario, no se instalará menor número de extensómetros que los estipulados en el Proyecto. Los puntos de anclaje de cada varilla serán igualmente los señalados en el Proyecto.

En el caso de los extensómetros de exterior, se instalarán con suficiente antelación con respecto al momento en que la influencia de la excavación alcance el punto en que están situados. Como norma general, la distancia mínima entre el extensómetro y el frente de excavación en el momento de la instalación será de treinta metros (30 m). La cabeza del extensómetro estará protegida por una arqueta cerrada con llave. En el caso de los extensómetros de interior, se instalarán lo más rápido posible tras la excavación. No deberán transcurrir más de tres días (3 d) desde el momento de la excavación hasta el momento de la primera lectura.

La instalación se efectuará del siguiente modo: en primer lugar, se efectuará una perforación del diámetro suficiente para albergar la varilla prevista. Posteriormente se introducirán éstas en el taladro, protegidas con un tubo de PVC que las permite desplazarse libremente en la dirección de su eje, salvo en el extremo, donde irán soldadas a un trozo de acero corrugado. Se procederá a inyectar el taladro con lechada de cemento y por último se instalará la cabeza del extensómetro, procediéndose a realizar la lectura inicial.

La lectura puede realizarse manualmente con un calibrador, aunque se recomienda la lectura eléctrica centralizada mediante potenciómetro, cuerda vibrante o cualquier otro método similar.

Las deformaciones en los extensómetros de exterior comenzarán a medirse cuando el frente de excavación se encuentre al menos a una distancia igual a cincuenta metros (50 m). En los extensómetros de interior se comenzarán inmediatamente tras su instalación. Se realizarán medidas cada dos días hasta que el frente se aleje de la sección de control un mínimo de cincuenta metros (50 m), o más, si la lectura no se estabiliza. Posteriormente se efectuarán medidas semanales hasta su estabilización, y cada mes en el resto de la obra.

Medidas de convergencia

Para la medida de la convergencia se utilizará la cinta extensométrica de invar con dispositivo de tensionado automático, con un rango de cero a veinte metros (0 a 20 m) y una precisión de cero con cinco milímetros (0,05 mm). Como dispositivo de lectura es aconsejable el calibre de cuadrante.

Las secciones de convergencia se colocarán en principio según lo dispuesto en el Proyecto, a una distancia aproximada entre sí de quince metros (15 m). En zonas especialmente conflictivas desde el punto de vista del terreno o debido a entronques, intersecciones, ensanches, etc., no previstos, y con autorización de la Dirección de Obra, se podrán instalar secciones adicionales. En ningún caso se instalarán un menor número de secciones que las estipuladas en el Proyecto, salvo expreso deseo de la Dirección de Obra.

A menos que la Dirección de Obra disponga otra cosa, cada una de las secciones de medida estará formada por cinco (5) pernos de convergencia rígidamente unidos a la roca o al hormigón proyectado. Los pernos serán tipo argolla. Los pernos se situarán: uno en clave, dos en la base de los hastiales de la sección de avance y los otros dos en la base de los hastiales de la sección completa. La distancia mínima entre la solera y el punto de medida será de ciento cincuenta centímetros (150 cm).

Los clavos se deben colocar lo más rápidamente posible tras la excavación, y como máximo a las veinticuatro horas (24 h) del paso del frente de excavación por la respectiva sección. En el momento de la instalación de los pernos se efectuará una lectura, que se establecerá como el origen de las medidas.

Las medidas a realizar serán:

Cuerda horizontal H entre los puntos situados en la base de la sección de avance y en la base de la sección de destroza, diagonales entre éstos y el punto de clave y asiento en clave F del punto de clave, medido por medios topográficos.

En secciones partidas o por galerías, se definirán puntos de control en las secciones parciales.

La distribución de medidas a realizar en el tiempo dependerá de la calidad del terreno, de la velocidad de deformación y de la magnitud de ésta, así como de las operaciones a realizar en el túnel. En principio y salvo otra indicación de la Dirección de Obra, se realizarán medidas diarias hasta la estabilización de la curva de deformación-tiempo y un mínimo de dos semanas (2 semanas), y, a partir de dicho momento, mediciones

mensuales de comprobación. Esta frecuencia de lecturas se aplicará tanto a la sección de Avance como de Destroza. En cualquier caso, las medidas diarias se prolongarán como mínimo hasta que el frente de excavación se aleje dos diámetros de la sección de medida.

Células de presión

El rango de presiones será de tres MegaPascuales (3 MPa) para las células radiales y de treinta MegaPascuales (30 MPa) para las transversales. La precisión en todo caso será como mínimo de más, menos uno por ciento ($\pm 1\%$). Es recomendable instalar un sistema de medición a distancia mediante cuerda vibrante y centralita de lectura.

La colocación de las células habrá de ser lo más cuidada posible, pues defectos en su instalación generarán importantes errores en las tensiones suministradas por la célula. Para ello es muy importante que el apoyo se encuentre perfectamente liso, y el hormigón envuelva perfectamente a la placa.

La distribución de medidas a realizar en el tiempo dependerá de la calidad del terreno, de la velocidad de deformación y de la magnitud de ésta, así como de las operaciones a realizar en el túnel. En principio y salvo otra indicación de la Dirección de Obra, se realizarán medidas cada dos días hasta la estabilización de la curva de deformación-tiempo y, a partir de dicho momento, mediciones mensuales de comprobación.

Las células de presión se colocarán en los puntos indicados en el Proyecto, y además, en zonas especialmente conflictivas desde el punto de vista del terreno, y no previstas en el Proyecto, siendo necesario en este caso la autorización correspondiente por parte de la Dirección de Obra dentro de cada sección, las células se dispondrán según lo indicado en el Proyecto. Generalmente se colocará tres parejas de células transversal/radial, una en clave y dos en hombros a cada lado.

Cajas de terminales y cables

Una vez colocados los elementos de auscultación (extensómetros y células de presión) sus terminales de lectura se trasladarán hasta una caja de terminales en cada sección completa de auscultación mediante el empleo de cable apto para embeber en hormigón. Su colocación deberá asegurar que el posterior hormigonado de capas de sostenimiento u hormigón encofrado seguirá permitiendo la lectura de datos, incluso durante la explotación de las obras, si así lo decide la Dirección de Obra.

La caja de terminales se dispondrá en un lugar de fácil acceso y siempre con tapa metálica bajo llave. Se deberá asegurar que no reciba daño alguno durante el transcurso de las obras; en caso contrario el Contratista deberá sustituir los elementos dañados, siendo responsable del coste económico adicional.

Todos los instrumentos y accesorios necesarios deberán ser suministrados por el Contratista, debiendo estar disponibles a pie de obra con anterioridad al comienzo de las obras de construcción del túnel.

El personal de instrumentación responsable de la instalación, pruebas, vigilancia y toma de lecturas y registros de los instrumentos deberá ser personal cualificado y con experiencia en el campo de la instrumentación para túneles, a satisfacción de la Dirección de Obra.

Los instrumentos empleados deberán ser probados durante el proceso de instalación. Cualquier instrumento que no funcione debidamente al término de la instalación, habrá de ser instalado de nuevo o será sustituido, según establezca la Dirección de Obra.

Con anterioridad al comienzo de las obras, el Contratista deberá presentar a la Dirección de Obra el método y un programa preliminar que se adoptará para la instalación de los instrumentos.

Asimismo, el Contratista mantendrá todos los instrumentos en perfectas condiciones de trabajo durante el transcurso de las obras. En caso de que algún instrumento resultase

dañado por las operaciones efectuadas por el Contratista, éste habrá de sustituirlo, siendo responsable del coste económico adicional. La Dirección de Obra podrá exigir que el Contratista interrumpa la construcción en las proximidades de los instrumentos dañados hasta que éstos sean sustituidos y reinstalados.

En la toma de datos, el Contratista deberá colaborar con los medios de ayuda humanos y materiales que se le requieran y admitir los entorpecimientos que puedan causar en la marcha de la obra, sin que por este motivo tenga derecho a realizar ningún tipo de reclamación económica ni de otro tipo, pudiendo ser penalizado si no presta colaboración cuando se le requiera. La penalización económica por este concepto la establecerá la Dirección de Obra pudiendo llegar hasta un veinte por ciento (20%) de la certificación mensual en el mes en el que no se haya prestado una colaboración rápida y eficaz a juicio de la Dirección de Obra, además de exigir la sustitución de las personas que de manera probada e injustificada incumplan con lo establecido en el presente Pliego.

3.13.8.2.3 Análisis y valoración de la calidad geotécnica de los terrenos atravesados

El delegado de la Dirección de Obra dispondrá de quince minutos (15min) por cada pase de avance para el estudio de la litología, estructura y calidad de los terrenos, a fin de determinar la continuidad o modificación de los sostenimientos. Podrá requerir la prestación de medios de elevación y ayudas de operarios en la ejecución de mediciones, etc.

El momento óptimo para esta operación es el final del desescombro y previamente a la colocación de la capa de sellado, si bien, en terrenos inestables o dudosos se podrá llevar a cabo en otras fases del ciclo excepto en los de carga y desescombro.

Periódicamente, con la frecuencia y en los casos que indique la Dirección de Obra, se tomarán fotografías digitalizadas del frente de avance. Como mínimo se tomará una fotografía cada vez que cambien las condiciones del frente o varíe la clasificación geomecánica del mismo.

Aunque el control geológico-geotécnico del túnel correrá a cargo de la Dirección de Obra, el Contratista estará obligado a suministrar toda la información que posea y que sea de interés para el control geológico-geotécnico. Esta información, así como cualquier otra de interés general, será entregada por el Contratista mediante partes diarios y mensuales.

3.13.8.3 Medición y abono

Los instrumentos se medirán y abonarán por unidades (ud) o metros (m) realmente ejecutados, según el tipo de instrumento. Las mediciones de los instrumentos se abonarán por unidades (ud). En el precio están incluidas todas las labores necesarias para la instalación, mantenimiento y lectura de los instrumentos.

No serán de abono las paradas o reducciones en los rendimientos de ejecución de obra que se deriven de la instalación y toma de datos de los distintos métodos de auscultación y control del túnel.

3.13.9 Perforaciones y sondeos mecánicos

3.13.9.1 Perforaciones para drenaje

3.13.9.1.1 Definición

Son taladros realizados en el terreno para evacuar el agua contenida en el mismo o disminuir la presión del agua.

3.13.9.1.2 Ejecución

Salvo autorización de la Dirección de Obra o especificación concreta del Proyecto, la perforación se realizará por percusión o roto-percusión. El empleo de la sonda se autorizará únicamente en los taladros de gran profundidad, más de veinte metros (20 m.) y en las rocas muy abrasivas en las que se haya comprobado la ineficiencia de la perforación a roto-percusión. El diámetro de perforación no será inferior a 50 mm, para facilitar la limpieza y que no se obturen.

3.13.9.1.3 Tolerancias

La desviación máxima admitida en los taladros a percusión será el diez por ciento (10%) de su longitud. En los taladros con sonda la desviación máxima no sobrepasará el cinco por ciento (5%) de su longitud.

Los errores en la inclinación de los taladros, medida en sus dos primeros metros (2 m.) no será superior a dos grados sexagesimales (2°).

La tolerancia en la situación del emboquille del taladro será la siguiente:

- En paramentos de hormigón: cinco centímetros (0,05 m.).
- En el terreno: quince centímetros (0,15 m.).

3.13.9.1.4 Medición y Abono

En los taladros se medirá la longitud realmente perforada. Para ello, a la terminación de cada taladro previo aviso del Contratista, se medirá la longitud del taladro cuando éste sea accesible a la medición directa o, en caso contrario, la longitud del varillaje utilizado.

Se abonarán mediante la aplicación del precio unitario correspondiente por metro lineal perforado. En este precio habrán de quedar englobadas todas las operaciones precisas para que el taladro sea útil para el fin propuesto.

3.13.9.2 Prospección mecánica para reconocimiento del frente de la excavación en túneles

En los tramos indicados en el Proyecto o cuando lo disponga la Dirección de Obra se efectuará una prospección de perforación mecánica con cualquier dirección de la sonda en el frente de ataque de la excavación.

3.13.9.2.1 Ejecución

La prospección se hará con extracción de testigo con una sonda de diámetro no menor de cincuenta milímetros (50 mm.).

La perforación se llevará adelantada del frente de excavación una distancia que en ningún momento bajará de cinco metros (5 m.).

El Contratista podrá efectuar dicha perforación en cualquier momento, incluso fuera de la jornada laboral siempre que se disponga de las oportunas autorizaciones reglamentarias.

Los testigos extraídos se ordenarán en cajas adecuadas que se pondrán a disposición de la Dirección de Obra.

3.13.9.2.2 Tolerancias

Serán análogas a las de los sondeos de reconocimiento.

3.13.9.2.3 Medición y Abono

La perforación con extracción de testigos en frente de ataque se abonará por aplicación de los precios correspondientes a los metros lineales de perforación, de acuerdo con los Planos del Proyecto o las instrucciones de la Dirección de Obra.

En dicho precio se incluyen todas las operaciones de traslado a obra e implantación de la sonda, entubado, perforación, traslado y ordenación de las muestras y pérdidas de rendimiento que pudieran imputarse a dicha perforación.

El precio es así mismo aplicable a cualquier tipo de terreno, inclinación de la sonda y horario de trabajo que adopte el Contratista para dicha actividad.

Si la Dirección de Obra realiza por sí mismo o mediante terceros los sondeos anteriores, el Contratista facilitará los medios necesarios (transporte, agua, electricidad, etc.) sin costo adicional.

3.13.10 Tratamientos especiales del terreno en túneles

3.13.10.1 Definición

Posibles tratamientos preventivos o de consolidación posterior que se efectúen en el túnel, con el fin de garantizar la estabilidad de la excavación, mejorar las características mecánicas de los terrenos atravesados, o para prevenir o tratar posibles desprendimientos.

No se incluyen los refuerzos del sostenimiento en este apartado, por estar ya incluidos en las unidades correspondientes al Sostenimientos de túneles.

Al no estar previstos en las secciones tipo de sostenimiento, los tratamientos especiales se decidirán a demanda o con el acuerdo previo con la Dirección de Obra, cuando las condiciones geológico-geotécnicas y constructivas lo aconsejen.

3.13.10.2 Ejecución

Hormigón proyectado en frente de avance

El grosor de esta capa de hormigón proyectado será del orden de cinco centímetros (5 cm). La proyección deberá realizarse inmediatamente después de la fase de desescombro, junto con la capa de sellado, siendo necesario en terrenos muy inestables proceder por fases sucesivas (excavación de una parte excavada), o extender la capa de recubrimiento sobre machones que queden adosados al frente.

En principio el hormigón proyectado será el mismo utilizado en los revestimientos ordinarios del túnel, si bien se podrá utilizar una mayor cantidad de aditivo acelerante hasta el límite de su compatibilidad con el buen funcionamiento de los equipos de proyección.

En principio se evitará la colocación de mallazo en la capa aplicada, si bien puede recurrirse al empleo de fibras.

Sondeo horizontal por delante del frente de excavación y sondeo-dren

Cuando las condiciones geológicas, geotécnicas o hidrogeológicas existentes o previsibles así lo aconsejen, se podrá proceder a la realización de sondeos en el frente de una longitud correspondiente al avance de varios días, destinados a obtener información sobre posibles fallas y eventualmente drenar alguna carga de agua importante. En la ejecución de estas perforaciones estará siempre presente el representante de la Dirección de Obra. En suelos o formaciones blandas, se recurrirá a sondeos convencionales, bien entubados o de tipo helicoidal, con diámetros no inferiores a sesenta y cinco milímetros (65 mm).

Asimismo, la Dirección de Obra podrá solicitar la ejecución de perforaciones similares (más cortas) para la disminución de la presión de agua sobre los sostenimientos, drenaje de la obra en su fase de explotación o cuando, a su juicio, el drenaje adicional o previo en la zona del frente contribuya a mejorar la estabilidad de las zonas excavadas. Cuando se prevea un drenaje de larga duración y/o exista riesgo de cierre de la perforación se colocará en el taladro una tubería ranurada, metálica o de PVC, eventualmente rodeada por un geotextil-filtro.

Los diámetros de perforación serán los usuales en el barrenado de las pegas o los bulones y se entenderá que todos los elementos que pudieran quedar como definitivos (por ej. perforaciones en clave o hastiales) se protegerán con manguera sellada en la boca del taladro de, al menos, un metro (1 m) de longitud visible.

Perforación monitorizada

La perforación monitorizada consiste en una perforación realizada con el jumbo, en el que uno de los brazos monta un sistema de parametrización de distintas magnitudes como la velocidad y longitud de perforación, y las presiones de rotación y de empuje. Las perforaciones se realizarán según un plan de perforación.

Los parámetros se registran y los datos se procesan para proceder a una identificación y caracterización geotécnica del macizo rocoso que se está perforando.

Las perforaciones también pueden ser realizadas sin monitorización y permiten también la detección de cavidades o filtraciones.

Recalce del sostenimiento de avance con micropilotes

En el caso de que se registren movimientos verticales de la clave sin convergencias horizontales se ha previsto el recalce del patón con micropilotes cortos, situados a 45°. Para ello se empleará el mismo tipo de micropilote previsto para los paraguas, con tubos de acero con uniones roscadas, con el diámetro y espesor de pared definido en Planos. El conjunto quedará inyectado con lechada de cemento, la cual irá conducida por el interior

de la tubería, prolongando la inyección hasta el retorno de la misma por el espacio anular entre la tubería y taladro.

El taladro se limpiará cuidadosamente con agua a presión, eliminándose a continuación el agua mediante aire comprimido. Inmediatamente después, se introducirá el tubo hasta el fondo y se procederá a la inyección. Ésta se realizará con mortero o lechada de cemento a través del tubo.

En terrenos poco consolidados donde la probabilidad de obturación del taladro es alta, se recurrirá a la entubación o al empleo de sistemas de perforación que introducen la tubería del micropilote simultáneamente a la perforación.

Inyecciones de impermeabilización, consolidación y relleno

La finalidad de las inyecciones puede ser:

- Relleno de cavidades.
- Mejora de las condiciones resistentes o de la deformabilidad del medio tratado.
- Disminución de la permeabilidad o reducción de la afluencia de agua al túnel.

La autorización de la Dirección de Obra para la realización de inyecciones del terreno en el túnel, requiere la presentación previa por el Contratista de un estudio de ejecución detallando:

- Materiales a mezclar e inyectar y dosificaciones.
- Procedimiento de inyección.
- Presiones de inyección.
- Medidas de protección respecto de la obra realizada.

Salvo autorización de la Dirección de Obra la perforación en roca se realizará por percusión o roto-percusión, mientras que en suelos se hará a rotación.

Todos los taladros, antes de ser inyectados, serán lavados con agua y aire a presión, con el fin de eliminar los detritus de la perforación y los materiales finos contenidos en las fisuras y oquedades del terreno, que puedan ser arrastrados por el simple efecto del agua y aire. La presión de lavado no será superior a la máxima admitida para la inyección.

En algunos casos se podrán prescribir procedimientos de lavado enérgicos a fuerte presión y utilizando dispersantes de la arcilla, pero en estos casos se prestará especial atención en evitar dislocaciones del terreno.

Mientras se realizan las operaciones de lavado de los taladros individualmente o por grupos de taladros, se mantendrán perforados y abiertos los taladros próximos para dar fácil salida al agua sucia y evitar someter al terreno a presiones intersticiales en zonas extensas.

Inyecciones de resinas para consolidación e impermeabilización

Se define como inyecciones con resinas los tratamientos efectuados al terreno con inyecciones de resinas de altos polímeros sintéticos de baja viscosidad.

La aplicación de las resinas en los tratamientos del terreno es la siguiente:

- Inyecciones de consolidación: permiten mejorar las condiciones mecánicas del terreno eliminando deformaciones irreversibles debidas a la falta de compacidad del mismo a causa de fisuras abiertas o zonas trituradas o milonitizadas.
- Inyección de impermeabilización: para disminuir la permeabilidad del terreno.

Generalmente los tratamientos de consolidación con resinas son, a la vez, de impermeabilización. La finalidad principal del tratamiento determinará la naturaleza de la resina a emplear y la forma en que éste deba ser realizado.

En todos los casos debe asegurarse el carácter impermeable de la inyección a lo largo de la vida útil del túnel, por lo que los componentes a emplear deberán ser estables en el tiempo.

Según el tipo de resina las inyecciones se clasifican en:

- Inyecciones de resinas en solución acuosa: incluyen las resinas fenólicas (fenol-cresol, resorcina-formaldehído), furánicas (ureaformaldehído o melamina formaldehído) y acrílicas.
- Inyecciones de resinas reactivas: incluyen las resinas epoxi y las de poliéster.
- Inyecciones de resinas expansivas: incluyen las resinas de poliuretano, empleadas en el taponamiento de grandes huecos.

En la inyección de rocas se podrán utilizar todo tipo de resinas, tanto en forma de monómeros acuosos como de polímeros precondensados. El método a utilizar, salvo indicación en contra será el de fases descendentes; una vez terminada la inyección de un tramo, se dejará que polimerice la resina y se reperforará el taladro para proceder a la fase siguiente.

La inyección de suelos se realizará únicamente con resinas en forma de monómeros acuosos. La mezcla de los diversos componentes se realizará en mezcladoras siguiendo las instrucciones del fabricante.

La limpieza de todo el utillaje empleado debe organizarse con rigor para eliminar todo resto de resina antes de que endurezca. Muchos disolventes son inflamables o tóxicos por lo que deben extremarse las medidas de seguridad. Los trapos y otros materiales usados en la limpieza así como los remanentes de disolvente empleados deben ser depositados en lugar seguro sin producir contaminación.

Los componentes de las resinas sintéticas pueden originar irritaciones en la piel y emanar vapores tóxicos que, a veces, conllevan riesgos graves para las personas. Cuando la inyección se ejecute en espacios cerrados se tomarán las precauciones necesarias para asegurar una ventilación adecuada.

Los fabricantes y los formuladores deberán proporcionar las instrucciones de Seguridad y Salud en los trabajos con resinas sintéticas.

Todos los operarios que manipulen resinas deberán estar provistos de guantes o cremas barrera protectoras, traje apropiado y gafas. Jamás se usarán disolventes sobre la piel para quitarse la resina.

En los espacios cerrados todo el aparellaje eléctrico deberá ser antideflagante.

Inyecciones de lechada de cemento o mortero

Los materiales a mezclar e inyectar son:

- Material básico: lechada de cemento, mortero de cemento y arena, productos químicos.
- Productos minerales de adición.
- Materiales térreos: arcillas y limos.
- Aditivos químicos, para aumentar la penetrabilidad de la mezcla y disminuir la retracción de fraguado.

Procedimiento de inyección:

- Método de inyección de los taladros: en toda su longitud, por tramos en sentido ascendente o descendente, mediante tubos-manguito.
- Maquinaria y equipos a emplear: tipo de bomba, mezcladora de alta turbulencia en todo caso. Obturadores, artilugios para circulación continua dentro del taladro, manómetros ordinarios y registradores.

Presiones de inyección:

- Fijación de las presiones de inyección máximas admisibles en las distintas zonas y profundidades del terreno en función de la naturaleza, estructura, orientación de diaclasas y finalidad del tratamiento. Se iniciarán con límites bajos que podrán aumentar a la vista de los resultados obtenidos.
- Procedimientos de control de las presiones: Manómetros simples, manómetros registradores.
- Observación de las deformaciones producidas por las inyecciones en el terreno y en las obras de fábrica próximas: aparatos de observación visual y de observación geodésica (nivelaciones, triangulaciones, colimación y distanciómetros). Dispositivos para la limitación automática de las presiones en los casos que requieran especial cuidado.
- Observación de las fugas o resurgencias de inyección.

Medidas de protección respecto de la obra realizada

- Se establecerán las medidas de protección de los distintos elementos de la obra ya realizados, tales como drenes en el terreno y conductos que pueden ser afectados por las fugas de inyección.
- Asimismo se fijarán: la distancia mínima de la zona a inyectar respecto de las excavaciones con explosivos; el tiempo mínimo que debe transcurrir entre el hormigonado y las inyecciones.
- Procedimiento a seguir para la contención y retirada de la lechada o mortero de fuga, resurgencias, lavado de tuberías y máquinas y de lechadas sobrantes, así como el transporte y vertido de estos materiales residuales en los lugares autorizados.

3.13.10.3 Medición y abono

Los hormigones proyectados para tratamientos especiales se medirán y abonarán siguiendo los mismos criterios que los hormigones proyectados convencionales para sostenimiento. El precio incluye las instalaciones auxiliares o protecciones necesarias debidas a la precariedad en la estabilidad del frente, en caso de que fueran necesarias.

Los sondeos y perforaciones monitorizadas se medirán por longitud realmente ejecutada. El precio incluye todas las labores y equipos necesarios para que la perforación cumpla el objetivo perseguido.

Las inyecciones se medirán y abonarán por metros cúbicos realmente inyectados. El precio incluye el desplazamientos y retirada de toda la maquinaria necesaria, las perforaciones, en tantas fases como sea preciso, los equipos auxiliares necesarios, las pruebas iniciales de inyección, los elementos de control de la inyección, personal especialista, control de calidad una vez finalizada la inyección y limpieza de la obra.

3.14 Agotamiento y depuración de aguas en excavaciones

3.14.1 Ejecución

En el proyecto se ha previsto la instalación de dos instalaciones de depuración para el tratamiento de las aguas. La primera de dichas estaciones estará ubicada en la obra de acceso al túnel y será capaz de tratar las aguas procedentes del interior del túnel y de las localizaciones de obra próximas (acceso, depósito de limpieza, servicios afectados,...). La segunda de las estaciones se ubicará en la obra de derivación y será capaz de tratar las aguas procedentes de la excavación de la obra de derivación y de la caverna así como de

las zonas de obra próximas. En todo caso se dispondrán de sistemas de achique mediante bombeo con capacidad suficiente para la evacuación de los caudales punta de infiltración.

En el caso de las excavaciones a cielo abierto no conducidas a estas estaciones de tratamiento será por cuenta del contratista la definición concreta de los sistemas de achique y tratamiento de las infiltraciones.

3.14.2 Condiciones de vertido

Se deberán cumplir los requisitos recogidos en la autorización de vertido a cauce que deberá ser solicitada por el contratista.

3.14.3 Medición y abono

El agotamiento y la depuración de las infiltraciones de la obra de acceso al túnel, depósito de limpieza y durante la ejecución del propio túnel de almacenamiento se abonarán mediante la siguiente unidad. La medición se realizará por mes completo en el que la estación depuradora y sus instalaciones auxiliares hayan estado en funcionamiento de manera adecuada.

- ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS DE ACHIQUE DE LA EXCAVACIÓN, DISEÑADA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA TOTALIDAD DE PARÁMETROS QUE SE DEFINAN EN LA AUTORIZACIÓN DE VERTIDO A CAUCE. INCLUIDO EL TRANSPORTE A OBRA, PUESTA EN MARCHA Y EL DESMANTELAMIENTO POSTERIOR DE LA INSTALACIÓN. INCLUIDOS LOS COSTES DE PERSONAL DE EXPLOTACIÓN EN CONTINUO (24H/DÍA), DE REACTIVOS, COSTES ENERGÉTICOS Y GESTIÓN DE FANGOS (INCLUSO DEPOSICIÓN EN VERTEDERO). INCLUIDAS LAS INSTALACIONES AUXILIARES Y BOMBEO DE ACHIQUE (INSTALACIÓN Y EXPLOTACIÓN) PARA ELEVAR LAS AGUAS A TRATAR DESDE EL TÚNEL Y DESDE EL RESTO DE EMPLAZAMIENTOS DE OBRA HASTA LA ESTACIÓN DEPURADORA.

Tal y como se describe en la unidad, están incluidos en ella también los costes energéticos derivados del achique de las aguas de infiltración desde los fondos de excavación y desde el túnel de almacenamiento.

El agotamiento y la depuración de las infiltraciones en la obra de derivación y caverna se abonarán mediante la siguiente unidad. La medición se realizará por mes completo en el que la estación depuradora y sus instalaciones auxiliares hayan estado en funcionamiento de manera adecuada.

- ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS DE ACHIQUE DE LA EXCAVACIÓN, DISEÑADA PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA TOTALIDAD DE PARÁMETROS QUE SE DEFINAN EN LA AUTORIZACIÓN DE VERTIDO A CAUCE. INCLUIDO EL TRANSPORTE A OBRA, PUESTA EN MARCHA Y EL DESMANTELAMIENTO POSTERIOR DE LA INSTALACIÓN. INCLUIDOS LOS COSTES DE PERSONAL DE EXPLOTACIÓN EN CONTINUO (24H/DÍA), DE REACTIVOS, COSTES ENERGÉTICOS Y GESTIÓN DE FANGOS (INCLUSO DEPOSICIÓN EN VERTEDERO). INCLUIDAS LAS INSTALACIONES AUXILIARES Y BOMBEO DE ACHIQUE (INSTALACIÓN Y EXPLOTACIÓN) PARA ELEVAR LAS AGUAS A TRATAR DESDE EL FONDO DE LA OBRA DE DERIVACIÓN Y DESDE EL RESTO DE EMPLAZAMIENTOS DE OBRA HASTA LA ESTACIÓN DEPURADORA.

En el resto de excavaciones cuyas aguas de infiltración no sean conducidas a las estaciones depuradoras tanto el agotamiento como el tratamiento de las aguas se considerará incluido en el precio de excavación, con todas las labores de captación, pozos, cunetas, los medios auxiliares, mangueras, codos, llaves, etc., y en general todas las operaciones necesarias para la evacuación de las aguas.

En cualquier caso, la Dirección de Obra podrá ordenar la realización de obras de captación e impermeabilización que juzgue oportunas para mejorar las condiciones de trabajo.

3.15 Control del ruido y vibraciones

3.15.1 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.

3.15.2 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 m ³ /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.

3.16 Restauración Ambiental

3.16.1 Medidas protectoras de la contaminación atmosférica durante las obras

3.16.1.1 Medición y abono

Estas actuaciones quedan incluidas dentro del presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud, en el que se recogen los riegos indicados anteriormente.

3.16.2 Jalonamiento temporal de protección

3.16.2.1 Medición y abono

La medición en metros lineales de balizamiento temporal reforzado móvil y abono de las actuaciones incluidas en el presente capítulo se realizará con cargo a las siguientes unidades de obra, realmente ejecutadas, las cuales incluyen el suministro de todos los materiales y medios necesarios para su correcta ejecución, de acuerdo con las especificaciones citadas, y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios.

3.16.3 Integración paisajística

3.16.3.1 Suministro y extendido de tierra vegetal

3.16.3.1.1 Medición y abono

En las unidades y precios de aportación de tierra vegetal citados, se medirá y abonará por metros cúbicos (m^3), realmente ejecutados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios.

Los precios incluyen el escarificado previo a la extensión, la carga en acopio, transporte desde cualquier distancia, descarga, extendido, rastrillado y limpieza del área tratada siguiendo las indicaciones de los Planos o instrucciones de la DIRECCIÓN DE OBRA, remoción y limpieza del material, y labores de mantenimiento de la tierra vegetal extendida en las superficies a restaurar hasta que se realice la siembra.

3.16.3.2 Siembras

3.16.3.2.1 Medición y abono

En las unidades y precios de siembra citados, se medirá y abonará por metros cuadrados (m^2), realmente ejecutados, conforme al Proyecto y/o a las órdenes escritas por el Director Ambiental de la Obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios.

Los precios incluyen todos los materiales, mano de obra y medios auxiliares, así como los riegos necesarios. El resembrado de la superficie de zonas de fallo de la siembra o hidrosiembra, por encima de los límites marcados en el presente artículo, se hará a cargo del Contratista.

3.16.3.3 Ejecución de plantaciones

3.16.3.3.1 Medición y abono

En las unidades y precios de ejecución de plantaciones citadas, se medirán y abonarán por unidades (ud), de realmente ejecutadas, conforme al Proyecto y/o a las órdenes escritas por el Director Ambiental de la Obra y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios.

Los precios incluyen la excavación, transporte y colocación de la planta, rotura de cepellón y/o extracción de contenedores, relleno del hueco, enmiendas indicadas y cuantas operaciones, materiales y medios auxiliares sean necesarios para la correcta ejecución de esta unidad de obra.

No serán objeto de abono ninguna de las operaciones, materiales o actividades realizadas en vivero de obra sobre las plantas, cualquiera que sea su procedencia.

3.16.4 Seguimiento y vigilancia ambiental

3.16.4.1 Medición y abono

La medición y abono de las actuaciones de seguimiento y vigilancia ambiental de las obras se realizará con cargo a las unidades de obra citadas, realmente ejecutadas, de acuerdo con las especificaciones descritas y el contenido completo del Programa de Vigilancia Ambiental incluido en el Anejo de Integración Ambiental.

Para el desarrollo del programa durante la fase de ejecución, se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios.

Si el plazo de ejecución se prolongase con respecto al inicialmente previsto, se entenderá prorrogada la vigencia del Programa de Vigilancia Ambiental y, por tanto, del conjunto de tareas y con la periodicidad en él recogidas, estando obligado el Contratista al mantenimiento de los equipos de personal y medios materiales y auxiliares necesarios para su correcto desarrollo.

En tal caso serán de abono al Contratista los meses completos o fracciones de mes que excedan dicho plazo inicialmente previsto, hasta la firma del Acta de Recepción.

3.16.5 Medidas de protección de los suelos

3.16.5.1 Lavadero de ruedas

3.16.5.1.1 Medición y abono

La medición se hará por unidad (Ud.) realmente ejecutado en obra. El abono se efectuará aplicando la medición al precio que se recoge en el Cuadro de Precios.

3.16.5.2 Punto limpio de residuos peligrosos

3.16.5.2.1 Medición y abono

La medición se hará por unidad (Ud.) realmente ejecutado en obra. El abono se efectuará aplicando la medición al precio que se recoge en el Cuadro de Precios.

3.16.5.3 Punto señalizado para la limpieza de hormigoneras

3.16.5.3.1 Medición y abono

La medición se hará por unidad (Ud.) realmente ejecutada en obra. El abono se efectuará aplicando la medición al precio unitario, que se recoge en el Cuadro de Precios.

3.16.5.4 Lavadero de maquinaria y vehículos

3.16.5.4.1 Medición y abono

La medición se hará por unidad (Ud.) realmente ejecutada en obra. El abono se efectuará aplicando la medición al precio unitario, que se recoge en el Cuadro de Precios.

3.17 Gestión de residuos

3.17.1 Clasificación y recogida selectiva (Punto Limpio)

Definición

Punto limpio señalizado para almacenamiento temporal de residuos sólidos, desechos y similares durante la construcción, gestionado por el contratista y que incluya un tejado y cubeto retentor de fugas formado por depósitos estancos preparados para residuos tóxicos incluyendo componentes de maquinaria, 1 contenedor abierto sobre terreno preparado para recipientes metálicos, 1 contenedor estanco de papel y cartón, 1 contenedor estanco para recipientes de vidrio y 1 contenedor abierto para maderas.

Medición y abono

Se medirá y abonará por unidades (ud), realmente ejecutados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye, el suministro de los materiales, el replanteo y ejecución del punto limpio, su mantenimiento y retirada al finalizar las obras.

3.17.2 Retirada, carga y transporte por gestor autorizado de residuos de hormigón.

Definición

Consiste en la entrega de los residuos de hormigón al centro de gestión autorizado.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica, previniendo los residuos serán almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento para ello.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente vertidas y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye, el canon de vertido de los materiales.

3.17.3 Retirada, carga y transporte por gestor autorizado de residuos de RCD's

Definición

Consiste en la entrega de los residuos de RCD's a un centro de gestión autorizado.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica, previniendo los residuos serán almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento para ello.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente vertidas y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye, el canon de vertido de los materiales.

3.17.4 Retirada, carga y transporte por gestor autorizado de residuos cerámicos

Definición

Consiste en la entrega de los residuos cerámicos a un centro de gestión autorizado.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica, previniendo los residuos serán almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento para ello.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente vertidas y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye, el canon de vertido de los materiales.

3.17.5 Retirada, carga y transporte por gestor autorizado vertido de residuos vidrio

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida y transporte de los residuos vidrio, desde la zona principal de almacenamiento de residuos hasta planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores, la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye, el canon de vertido de los materiales.

3.17.6 Retirada y transporte por gestor autorizado de residuos bituminosos mezclados

Definición

Consiste en la entrega de los residuos bituminosos a un centro de gestión autorizado.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica, previamente los residuos serán almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento para ello.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente vertidas y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye, el canon de vertido de los materiales.

3.17.7 Retirada, carga y transporte por gestor autorizado de residuos papel y cartón

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida y transporte de los residuos papel y cartón, desde la zona principal de almacenamiento de residuos hasta planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores, la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye, el canon de vertido de los materiales.

3.17.8 Retirada, carga y transporte por gestor autorizado de residuos plásticos de envases compuestos

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida y transporte de los residuos plásticos de envases compuestos, desde la zona principal de almacenamiento de residuos hasta planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores, la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye, el canon de vertido de los materiales.

3.17.9 Retirada, carga y transporte por gestor autorizado de residuos asimilables a urbanos

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida y transporte de los residuos asimilables a urbanos, desde la zona principal de almacenamiento de residuos hasta planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores, la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye, el canon de vertido de los materiales.

3.17.10 Retirada y transporte de residuos peligrosos de envases.

Definición

Consiste en el conjunto de operación para la recogida y transporte de los residuos peligrosos de envases desde la zona principal de almacenamiento de los residuos (Punto limpio) hasta la planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Esta operación será realizada por los gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente retirados y transportados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye, el canon de vertido de los materiales.

3.17.11 Retirada y transporte de residuos peligrosos de absorbentes contaminados.

Definición

Consiste en el conjunto de operación para la recogida y transporte de los residuos peligrosos (trapos, sepiolita, etc...) desde la zona principal de almacenamiento de los residuos (Punto limpio) hasta la planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Esta operación será realizada por los gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente retirados y transportados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye, el canon de vertido de los materiales.

3.17.12 Retirada y transporte de residuos peligrosos.

Definición

Consiste en el conjunto de operación para la recogida y transporte de los residuos peligrosos (aerosoles, productos contaminados de aceites, gasoil, etc...) desde la zona principal de almacenamiento de los residuos (Punto limpio) hasta la planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Esta operación será realizada por los gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente retirados y transportados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye, el canon de vertido de los materiales.

3.17.13 Prueba de equipos electromecánicos

Dada la división en lotes de la obra y que no se encuentra dentro de las unidades de obra descritas en el proyecto la ejecución de las acometidas eléctricas definitivas ni la instalación de cuadros eléctricos ni sistemas de control, para la ejecución de las pruebas del equipamiento electromecánico el contratista deberá proveer la energía eléctrica necesaria, estando incluidas dichas actividades dentro de las correspondientes unidades de los equipos electromecánicos.

3.18 Partidas alzadas

En el proyecto se han previsto una serie de 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.

4. 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 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 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.

EL INGENIERO REDACTOR DEL PROYECTO LA INGENIERA DIRECTORA DEL PROYECTO

Fdo.: José Manuel Herrera Gómez

Fdo.: María Mateos Hernando