



enerlan
solutions

INGENIERÍA
ENERGÍA
MEDIO AMBIENTE
EDIFICACIÓN

**PROYECTO REFUNDIDO DE LAS FASES DE OBRA IV Y V DEL
DEPOSITO DE RESIDUOS DE LARRABE Y EL PROYECTO DE
REFORMA DE LA RED DE SANEAMIENTO DE
AMURRIO PARA DEJAR FUERA DE SERVICIO LA EDAR DE
LARRABE EN AMURRIO (ARABA)**

Documento V: Pliego de Prescripciones Técnicas

Julio de 2020

**PROYECTO REFUNDIDO DE LAS FASES DE OBRA
IV Y V DEL DEPOSITO DE RESIDUOS DE LARRABE
Y EL PROYECTO DE REFORMA DE LA RED DE
SANEAMIENTO DE
AMURRIO PARA DEJAR FUERA DE SERVICIO LA
EDAR DE LARRABE EN AMURRIO (ARABA)**

Documento V: Pliego de Prescripciones Técnicas

Julio de 2020

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES.....	10
1.1 DEFINICION Y AMBITO DE APLICACION.....	10
1.1.1 Definición.....	10
1.1.2 Ámbito de aplicación.....	10
1.2 DISPOSICIONES GENERALES	10
1.2.1 Adscripción de las obras.....	10
1.2.2 Dirección de las obras.....	11
1.2.3 Funciones del Director de las obras.....	11
1.2.4 Personal del Contratista	12
1.2.5 Órdenes del Contratista.....	14
1.2.6 Libro de incidencias	15
1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	15
1.4 INICIACIÓN DE LAS OBRAS.....	15
1.4.1 Inspección de las obras.....	15
1.4.2 Comprobación del replanteo.....	15
1.4.3 Programa de trabajos	17
1.5 DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS	18
1.5.1 Replanteo de detalle de las obras	18
1.5.2 Equipos de maquinaria.....	18
1.5.3 Ensayos.....	18
1.5.4 Materiales	19
1.5.5 Acopios	19
1.5.6 Trabajos nocturnos.....	20

1.5.7	<i>Trabajos defectuosos.....</i>	20
1.5.8	<i>Señalización, balizamiento y defensa de obra e instalaciones</i>	20
1.5.9	<i>Precauciones especiales durante la ejecución de las obras</i>	21
1.6	RESPONSABILIDADES ESPECIALES DEL CONTRATISTA.....	22
1.6.1	<i>Daños y perjuicios.....</i>	22
1.6.2	<i>Objetos encontrados</i>	22
1.6.3	<i>Impedir la contaminación.....</i>	22
1.6.4	<i>Permisos y licencias</i>	23
1.7	MEDICIÓN Y ABONO	24
1.7.1	<i>Medición de las obras.....</i>	24
1.7.2	<i>Abono de las obras</i>	24
1.7.3	<i>Otros gastos de cuenta del Contratista.....</i>	26
1.8	UNIDADES NO INCLUIDAS EN ESTE PLIEGO.....	27
1.9	VARIACIÓN DE DOSIFICACIONES	27
1.10	LIMITACIONES TÉCNICAS.....	28
1.11	PLANOS DE DETALLES DE LAS OBRAS	28
1.12	VERTEDEROS, YACIMIENTOS Y PRÉSTAMOS	28
1.13	CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS EJECUTADAS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA	28
1.14	CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO.....	29
2.	MATERIALES BASICOS.....	30
2.1	METALES	30
2.1.1	<i>Barras corrugadas para hormigón estructural</i>	30
2.1.2	<i>Mallas electrosoldadas.....</i>	32

2.2	MADERAS.....	34
2.2.1	<i>Condiciones generales.....</i>	34
2.2.2	<i>Forma y dimensiones.....</i>	34
2.2.3	<i>Madera para encofrados.....</i>	35
2.2.4	<i>Medición y abono.....</i>	35
2.3	MATERIALES CERÁMICOS	35
2.4	MATERIALES PÉTREOS	36
2.5	MORTEROS	36
2.6	PINTURAS.....	37
3.	EXPLANACIONES.....	38
3.1	TRABAJOS PRELIMINARES	38
3.1.1	<i>Desbroce del terreno</i>	38
3.1.2	<i>Demoliciones</i>	40
3.1.3	<i>Escarificación, refino y compactación</i>	44
3.2	EXCAVACIONES	47
3.2.1	<i>Excavación en tierra vegetal</i>	47
3.2.2	<i>Excavación de la explanación y préstamos</i>	47
3.2.3	<i>Excavación en zanjas, pozos y cimientos.....</i>	53
3.3	RELLENOS.....	57
3.3.1	<i>Terraplenes.....</i>	57
3.3.2	<i>Rellenos localizados.....</i>	70
3.3.3	<i>Rellenos tipo todo uno.....</i>	75
3.3.4	<i>Relleno de material drenante.....</i>	84
3.3.5	<i>Transporte adicional.....</i>	90

3.3.6	<i>Formación de acopios, caballones y rellenos</i>	<i>90</i>
3.4	TERMINACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS DE TIERRAS.....	91
3.4.1	<i>Terminación y refino de la explanada</i>	<i>91</i>
3.4.2	<i>Refino de taludes.....</i>	<i>91</i>
4.	DRENAJE	93
4.1	CUNETAS.....	93
4.1.1	<i>Cunetas de hormigón ejecutadas en obra.....</i>	<i>93</i>
4.1.2	<i>Cunetas no revestidas</i>	<i>96</i>
4.2	TUBERÍAS, ARQUETAS Y SUMIDEROS.....	98
4.2.1	<i>Arquetas, pozos de registro y embocaduras</i>	<i>98</i>
4.2.2	<i>Anillos prefabricados de hormigón para recrecido de pozos de registro</i>	<i>102</i>
4.2.3	<i>Colectores.....</i>	<i>103</i>
4.2.4	<i>Tuberías de PEAD</i>	<i>107</i>
4.2.5	<i>Tuberías de PVC.....</i>	<i>112</i>
4.3	VARIOS.....	120
4.3.1	<i>Bajantes prefabricadas.....</i>	<i>120</i>
4.3.2	<i>Drenes franceses</i>	<i>122</i>
5.	FIRMES.....	130
5.1	CAPAS GRANULARES.....	130
5.1.1	<i>Zahorras</i>	<i>130</i>
5.2	PAVIMENTOS DE HORMIGÓN	140
5.2.1	<i>Definición.....</i>	<i>140</i>
5.2.2	<i>Materiales</i>	<i>141</i>
5.2.3	<i>Tipo y composición del hormigón.....</i>	<i>141</i>

5.2.4	<i>Equipo necesario para la ejecución de las obras</i>	142
5.2.5	<i>Ejecución de las obras</i>	142
5.2.6	<i>Tramo de prueba</i>	142
5.2.7	<i>Especificaciones de la unidad terminada</i>	143
5.2.8	<i>Limitaciones de la ejecución</i>	143
5.2.9	<i>Control de calidad</i>	143
5.2.10	<i>Criterios de aceptación o rechazo</i>	143
5.2.11	<i>Medición y abono</i>	144
6.	ESTRUCTURAS.....	145
6.1	COMPONENTES	145
6.1.1	<i>Armaduras a emplear en hormigón armado</i>	145
6.1.2	<i>Hormigón</i>	146
6.2	OBRAS DE HORMIGÓN	156
6.2.1	<i>Obras de hormigón en masa o armado</i>	156
6.3	ELEMENTOS AUXILIARES	157
6.3.1	<i>Encofrados y moldes</i>	157
6.4	OBRAS DE FÁBRICA.....	161
6.4.1	<i>Escollera de piedras sueltas</i>	161
6.5	MALLA ACERO TRIPLE TORSIÓN ADOSADA AL TALUD	164
6.5.1	<i>Descripción</i>	164
6.5.2	<i>Ejecución de las obras</i>	164
6.5.3	<i>Medición y abono</i>	165
6.6	BULONADO	166
6.6.1	<i>Generalidades</i>	166

6.6.2	<i>Materiales</i>	166
6.6.3	<i>Puesta en obra</i>	167
6.6.4	<i>Medición y abono</i>	169
7.	CAUDALÍMETRO (CANAL PARSHALL).....	170
7.1	INSTALACIÓN DEL CAUDALÍMETRO.....	170
7.2	REQUISITOS GENERALES.....	171
7.3	TAMAÑO DEL PARSHALL.....	172
8.	IMPERMEABILIZACION DEL VERTEDERO. GEOSINTETICOS.	174
8.1	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	174
8.2	NORMATIVA EMPLEADA	174
8.3	PARTES INVOLUCRADAS	176
8.4	REUNIONES DE GARANTÍA DE CALIDAD	180
8.4.1	<i>Reuniones de Resolución</i>	181
8.4.2	<i>Reunión Preconstructiva</i>	181
8.4.3	<i>Reuniones de ejecución</i>	181
8.5	DOCUMENTACIÓN.....	181
8.6	ACEPTACIÓN DEL SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN	184
8.7	ESPECIFICACIONES SOBRE ACEPTACIÓN/INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANAS.....	184
8.7.1	<i>Geomembranas de polietileno de alta densidad (GBR-P)</i>	185
8.7.2	<i>Geomembranas de polietileno de alta densidad (GBR-P) de espesor 1mm</i>	212
8.7.3	<i>Geocompuestos bentoníticos (GBR-C)</i>	214
8.7.4	<i>Geotextiles</i>	222
9.	LIMPIEZA Y TERMINACION DE LAS OBRAS	238

1. INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES

1.1 DEFINICION Y AMBITO DE APLICACION

1.1.1 Definición

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, constituye el conjunto de normas que, conjuntamente con las establecidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales, aprobado por O.M. de 6 de Febrero de 1976 y sucesivas modificaciones, definen todos los requisitos a satisfacer en la realización de las obras objeto del presente Proyecto.

El conjunto de ambos Pliegos (el PG-3 y el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares), junto con los Planos, contienen la descripción general de las obras, las condiciones que han de cumplir los materiales, las instrucciones para la ejecución, medición y abono de las unidades de obra, y son la norma y guía que han de seguir el Contratista y el Director de las Obras.

1.1.2 Ámbito de aplicación

Tanto el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes (PG-3), como el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, será de aplicación a la construcción, control, dirección e inspección de las obras incluidas en el presente documento de “PROYECTO REFUNDIDO DE LAS FASES DE OBRA IV Y V DEL DEPOSITO DE RESIDUOS DE LARRABE Y EL PROYECTO DE REFORMA DE LA RED DE SANEAMIENTO DE AMURRIO PARA DEJAR FUERA DE SERVICIO LA EDAR DE LARRABE EN AMURRIO (ARABA)”.

1.2 DISPOSICIONES GENERALES

1.2.1 Adscripción de las obras

Se seguirá lo dispuesto en el artículo 101.1 del PG-3.

1.2.2 Dirección de las obras

El Facultativo Director de las Obras es la persona, con titulación adecuada y suficiente, directamente responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de la obra contratada.

Para el desempeño de su función podrá contar con colaboradores a sus órdenes, que desarrollarán su labor en función de las atribuciones derivadas de sus títulos profesionales o de sus conocimientos específicos y que integrarán la "Dirección de la obra".

El Director designado será comunicado al Contratista antes de la fecha de la comprobación del replanteo, y dicho Director procederá en igual forma respecto de su personal colaborador. Las variaciones de uno u otro que acaezcan durante la ejecución de la obra serán puestas en conocimiento del Contratista, por escrito.

1.2.3 Funciones del Director de las obras

Las funciones del Director, en orden a la dirección, control y vigilancia de las obras que fundamentalmente afectan a sus relaciones con el Contratista, son las siguientes:

- Exigir al Contratista, directamente o a través del personal a sus órdenes, el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas, y el cumplimiento del programa de trabajos.
- Definir aquellas condiciones técnicas que los Pliegos de Prescripciones correspondientes dejan a su decisión.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del Contrato.

- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del Contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de las obras y ocupación de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso; para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y material de la obra.
- Acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Participar en las recepciones provisional y definitiva y redactar la liquidación de las obras, conforme a las normas legales establecidas.

El Contratista estará obligado a prestar su colaboración al Director para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas.

1.2.4 Personal del Contratista

Se entiende por "Contratista" la parte contratante obligada a ejecutar la obra.

Se entiende por "Delegado de obra del Contratista" (en lo sucesivo "Delegado") la persona designada expresamente por el Contratista y aceptada por la Propiedad con capacidad suficiente para:

- Ostentar la representación del Contratista cuando sea necesaria su actuación o presencia, según el Reglamento General de Contratación y los pliegos de cláusulas, así como en otros actos derivados del cumplimiento de las obligaciones contractuales, siempre en orden a la ejecución y buena marcha de las obras.
- Organizar la ejecución de la obra e interpretar y poner en práctica las órdenes recibidas de la Dirección.

- Proponer a ésta a colaborar con ella en la resolución de los problemas que se planteen durante la ejecución.

La Propiedad, cuando por la complejidad y volumen de la obra así haya sido establecido en el pliego de cláusulas administrativas particulares, podrá exigir que el Delegado tenga la titulación profesional adecuada a la naturaleza de las obras y que el Contratista designe además el personal facultativo necesario bajo la dependencia de aquél.

La Propiedad podrá recabar del Contratista la designación de un nuevo Delegado y, en su caso, de cualquier facultativo que de él dependa cuando así lo justifique la marcha de los trabajos.

El Contratista está obligado a comunicar a la Propiedad, en un plazo de quince días contados a partir de la fecha en que se le haya notificado la adjudicación definitiva de las obras, su residencia o la de su Delegado, a todos los efectos derivados de la ejecución de aquéllas.

Esta residencia estará situada en las obras o en una localidad próxima a su emplazamiento, y tanto para concretar inicialmente su situación como para cualquier cambio futuro el Contratista deberá contar con la previa conformidad de la Propiedad.

Desde que comiencen las obras hasta su recepción definitiva, el Contratista o su delegado deberá residir en el lugar indicado, y sólo podrá ausentarse de él previa la comunicación a la dirección de la persona que designe para sustituirle.

Cuando el Contratista o las personas de él dependientes incurran en actos u omisiones que comprometan o perturben la buena marcha de las obras o el cumplimiento de los programas de trabajo, la Propiedad podrá exigirle la adopción de medidas concretas y eficaces para conseguir o restablecer el buen orden en la ejecución de lo pactado.

La Dirección de las obras podrá suspender los trabajos, sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazos del contrato, cuando no se realicen bajo la dirección del personal facultativo designado para los mismos.

La Dirección de las obras podrá exigir del Contratista la designación de nuevo personal facultativo cuando así lo requieran las necesidades de los trabajos. Se presumirá existe

siempre dicho requisito en los casos de incumplimiento de las órdenes recibidas o de negativa a suscribir, con su conformidad o reparos, los documentos que reflejen el desarrollo de las obras, como partes de situación, datos de medición de elementos a ocultar, resultados de ensayos, ordenes de la Dirección y análogos definidos por las disposiciones del Contrato o convenientes para un mejor desarrollo del mismo.

1.2.5 Órdenes del Contratista

El "Libro de Órdenes" se abrirá en la fecha de comprobación del replanteo y se cerrará en la de la recepción definitiva.

Durante dicho lapso de tiempo estará a disposición de la Dirección, que, cuando proceda, anotará en él las órdenes, instrucciones y comunicaciones que estime oportunas, autorizándolas con su firma.

El Contratista estará también obligado a transcribir en dicho libro, por sí o por medio de su Delegado, cuantas órdenes o instrucciones reciba por escrito de la Dirección, y a firmar, a los efectos procedentes, el oportuno acuse de recibo, sin perjuicio de la necesidad de una posterior autorización de tales transcripciones por la Dirección, con su firma, en el libro indicado.

Efectuada la recepción definitiva, el "Libro de Órdenes" pasará a poder de la Propiedad, si bien podrá ser consultado en todo momento por el Contratista.

Las órdenes emanadas de la Superioridad jerárquica del Director, salvo casos de reconocida urgencia, se comunicarán al Contratista por intermedio de la Dirección. De darse la excepción antes expresada, la Autoridad promotora de la orden la comunicará a la Dirección con análoga urgencia.

Se hará constar en el Libro de Órdenes al iniciarse las obras o, en caso de modificaciones, durante el curso de las mismas, con el carácter de orden al Contratista, la relación de personas que, por el cargo que ostentan o la delegación que ejercen, tienen facultades para acceder a dicho libro y transcribir en él las que consideren necesario comunicar al Contratista.

1.2.6 Libro de incidencias

Se harán constar en el libro de incidencias todos los extremos que considere oportunos el Ingeniero Director de las obras y, entre otros, los siguientes:

- Las condiciones atmosféricas y la temperatura ambiente máxima y mínima.
- Relación de los trabajos efectuados.
- Relación de los ensayos realizados con los resultados obtenidos.
- Cualquier circunstancia que pueda influir en la calidad o en el ritmo de la obra.

El Contratista está obligado a dar a la Dirección las facilidades necesarias para la recogida de los datos de toda clase que sean precisos para que la Administración pueda llevar correctamente un "Libro de Incidencias de la obra", cuando así lo decidiese aquélla.

1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

En el presente proyecto se diseñan todas las actuaciones necesarias para la ejecución de las obras correspondientes a las FASES DE OBRA IV Y V DEL DEPOSITO DE RESIDUOS DE LARRABE Y EL PROYECTO DE REFORMA DE LA RED DE SANEAMIENTO DE AMURRIO PARA DEJAR FUERA DE SERVICIO LA EDAR DE LARRABE EN AMURRIO (ARABA).

1.4 INICIACIÓN DE LAS OBRAS

1.4.1 Inspección de las obras

El Contratista o su Delegado deberán acompañar en sus visitas inspectoras al Director o a las personas a que se refiere el párrafo anterior.

1.4.2 Comprobación del replanteo

El acta de comprobación del replanteo reflejará la conformidad o disconformidad del mismo respecto de los documentos contractuales del proyecto, con especial y expresa referencia a las características geométricas de la obra, a la autorización para la ocupación de los terrenos necesarios y a cualquier punto que pueda afectar el cumplimiento del contrato.

Caso de que el Contratista, sin formular reservas sobre la viabilidad del proyecto, hubiera hecho otras observaciones que puedan afectar a la ejecución de la obra, el Director, consideradas tales observaciones, decidirá iniciar o suspender el comienzo de la obra, justificándolo en la propia acta.

La presencia del Contratista en el acto de comprobación del replanteo podrá suplirse por la de un representante debidamente autorizado, quien asimismo suscribirá el acta correspondiente.

Un ejemplar del acta se remitirá a la Propiedad, otro se entregará al Contratista y un tercero a la Dirección.

El Contratista transcribirá, y el Director autorizará con su firma, el texto del Acta en el Libro de Órdenes.

La comprobación del replanteo deberá incluir, como mínimo, el eje principal de los diversos tramos de obra y los ejes principales de las obras de fábrica; así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle.

Las bases de replanteo se marcarán mediante monumentos de carácter permanente.

Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en un anejo al Acta de Comprobación del Replanteo; al cual se unirá el expediente de la obra, entregándose una copia al Contratista.

Serán de cuenta del Contratista los gastos de los materiales, los de su propio personal y los de los representantes de la Propiedad que sean necesarios para realizar la comprobación del replanteo, debiendo hacer efectivos los últimos en la forma, plazos y cuantía que regulen las disposiciones vigentes y que se señalen en el pliego de cláusulas particulares de la obra que se trate.

Si como consecuencia de la comprobación del replanteo se deduce la necesidad de introducir modificaciones en el proyecto, el Director redactará en el plazo de quince días y sin perjuicio de la remisión inmediata del acta, una estimación razonada del importe de aquellas modificaciones.

Si la Propiedad decide la modificación del proyecto, se procederá a redactar las modificaciones precisas para su viabilidad, acordando la suspensión temporal, total o parcial

de la obra y ordenando, en este último caso, la iniciación de los trabajos en aquellas partes no afectadas por las modificaciones previstas en el proyecto. Una vez aprobado el proyecto modificado por la Propiedad, será el vigente a los efectos del contrato.

El Director de la obra suministrará al Contratista la información que se precise para que las obras puedan ser replanteadas. El Contratista será directamente responsable de los replanteos particulares y de detalle.

El Contratista deberá proveer a su costa todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para efectuar los citados replanteos y determinar los puntos de control o de referencia que se requieran.

1.4.3 Programa de trabajos

El Contratista deberá someter a la aprobación de la Dirección de las obras un Programa de Trabajos, indicando el orden en que ha de proceder y los métodos por los que se propone llevar a cabo las obras, incluyendo un diagrama de Gantt y un gráfico de las valoraciones de obra mensuales y al origen previstas, además de:

- Ordenación en partes o clases de obra de las unidades que integran el proyecto, con expresión del volumen de éstas.
- Determinación de los medios necesarios, tales como personal, instalaciones, equipo y materiales, con expresión de sus rendimientos medios.
- Estimación en días calendario de los plazos de ejecución de las diversas obras u operaciones preparatorias, equipo e instalaciones y de los de ejecución de las diversas partes o clases de obra.
- Valoración mensual y acumulada de la obra programada sobre la base de las obras u operaciones preparatorias, equipo e instalaciones y partes o clases de obra a precios unitarios.
- Gráficos de las diversas actividades o trabajos.

La programación de los trabajos será actualizada por el Contratista cuantas veces sea requerido para ello por el Director de las obras. No obstante, tales revisiones no eximen al

Contratista de su responsabilidad con los plazos de ejecución estipulados en el contrato de adjudicación.

1.5 DESARROLLO Y CONTROL DE LAS OBRAS

1.5.1 Replanteo de detalle de las obras

El Director de las obras aprobará los replanteos de detalle necesarios para la ejecución de las obras, y suministrará al Contratista toda la información de que disponga para que aquellos puedan ser realizados.

1.5.2 Equipos de maquinaria

Cualquier modificación que el Contratista propusiere introducir en el equipo de maquinaria cuya aportación revista carácter obligatorio, por venir exigida en el contrato o haber sido comprometida en la licitación, deberá ser aceptada, previo informe del Director de las obras.

1.5.3 Ensayos

El Contratista realizará a su cargo los ensayos y pruebas ordenados por la Dirección de Obra por un importe total que no supere el 2% del Presupuesto de Ejecución Material, sin incluir en este porcentaje el coste de aquellos ensayos realizados para comprobar la presunta existencia de vicios o defectos. Dichos ensayos y pruebas deberán comprobar que, tanto los materiales que se utilicen en las obras como la propia obra que se ejecuta, cumplan las condiciones requeridas en el PG-3 y en el presente P.P.T.P.

El Contratista deberá instalar en obra, un laboratorio de ensayo equipado con el personal y elementos necesarios para realizar un completo control de las distintas unidades de obra, o en su defecto tener contrato con un laboratorio homologado que pueda realizar el mencionado control.

1.5.4 Materiales

Todos los materiales a utilizar en las obras cumplirán las condiciones del PG-3 y del presente P.P.T.P. y su recepción deberá ser efectuada por el Director, quien determinará aquellos que deban ser sometidos a ensayos antes de su aceptación, al no considerar suficiente su simple examen visual.

El Contratista informará al Director sobre la procedencia de los materiales que vayan a utilizarse, con una anticipación mínima de un mes al momento del empleo, con objeto de que aquél pueda proceder al encargo de los ensayos que estime necesarios.

El hecho de que en un determinado momento pueda aceptarse un material, no presupondrá la renuncia al derecho a su posterior rechazo, si se comprobasen defectos de calidad o de uniformidad.

En principio, se considerará defectuosa la obra o la parte de obra, que hubiere sido realizada con materiales no ensayados o no aceptados expresamente por el Director.

1.5.5 Acopios

El emplazamiento de los acopios en los terrenos de las obras o en los marginales que pudieran afectarlas, así como el de los eventuales almacenes, requerirán la aprobación previa del Director de las obras.

Si los acopios de áridos se dispusieran sobre el terreno natural, no se utilizarán sus quince centímetros (15 cm) inferiores. Estos acopios se construirán por capas de espesor no superior a metro y medio (1,5 m), y no por montones cónicos. Las cargas se colocaran adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Si se detectasen anomalías en el suministro, los materiales se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice un cambio de procedencia.

Las superficies utilizadas deberán acondicionarse, una vez utilizado el acopio, restituyéndolas a su natural Estado.

Todos los gastos e indemnizaciones, en su caso, que se deriven de la utilización de los acopios serán de cuenta del Contratista.

1.5.6 Trabajos nocturnos

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por el Director de las obras, y realizarse solamente en las unidades de obra que el mismo indique. El Contratista deberá instalar equipos de iluminación, del tipo e intensidad que el Director de las obras ordene, y mantenerlos en perfecto estado mientras duren los trabajos, sin derecho a cobro por ello.

1.5.7 Trabajos defectuosos

El Director de las obras decidirá acerca de la aceptación o rechazo de unidades de obra defectuosas o que no cumplan estrictamente las condiciones del contrato, con la consiguiente rebaja de los precios, si estimase que las mismas son, sin embargo, admisibles. En este caso el Contratista quedara obligado a aceptar los precios rebajados fijados por la administración, a no ser que prefiriere demoler y reconstruir las unidades defectuosas, por su cuenta y con arreglo a las condiciones del contrato.

El Director de las obras, en el caso de que se decidiese la demolición y reconstrucción de cualquier obra defectuosa, podrá exigir del Contratista la propuesta de las pertinentes modificaciones en el programa de trabajo, maquinaria, equipo y personal facultativo, que garanticen el cumplimiento de los plazos o la recuperación, en su caso, del retraso padecido.

1.5.8 Señalización, balizamiento y defensa de obra e instalaciones

El Contratista será responsable del estricto cumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia, y determinara las medidas que deban adoptarse en cada ocasión para señalar, balizar y, en su caso, defender las obras que afecten a la libre circulación. El Director de las obras podrá introducir las modificaciones y ampliaciones que considere adecuadas para cada tajo, mediante las oportunas órdenes escritas, las cuales serán de obligado cumplimiento por parte del Contratista.

No deberán iniciarse actividades que afecten a la libre circulación por una carretera o camino sin que se haya colocado la correspondiente señalización, balizamiento y, en su caso, defensa. Estos elementos deberán ser modificados e incluso retirados por quien los colo, tan pronto como varíe o desaparezca la afección a la libre circulación que origino su colocación, cualquiera que fuere el periodo de tiempo en que no resultaran necesarios, especialmente en horas nocturnas y días festivos. Si no se cumpliera lo anterior la Propiedad podrá retirarlos, bien directamente o por medio de terceros, pasando el oportuno cargo de gastos al Contratista, quien no podrá reemprender las obras sin abonarlo ni sin restablecerlos.

Si la señalización de instalaciones se aplicase sobre instalaciones dependientes de Organismos Públicos, el Contratista estará además obligado a lo que sobre el particular establezcan estos; siendo dé cuenta de aquel los gastos de dicho organismo en ejercicio de las Facultades inspectoras que sean de su competencia.

1.5.9 Precauciones especiales durante la ejecución de las obras

Drenaje

Durante las diversas etapas de su construcción, las obras se mantendrán en todo momento en perfectas condiciones de drenaje. Las cunetas y demás desagües se conservaran y mantendrán de modo que no se produzcan erosiones en los taludes adyacentes.

Los posibles bombeos y achiques necesarios durante las excavaciones serán realizados por el Contratista sin abono adicional de los mismos.

Heladas

Cuando se teman heladas, el Contratista protegerá todas las zonas de las obras que pudieran ser perjudicadas por ellas. Las partes dañadas se levantarán y reconstruirán a su costa, de acuerdo con el presente pliego.

Incendios

El Contratista deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios, y a las instrucciones complementarias que dicte el Director de las obras.

En todo caso, adoptará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios, y será responsable de evitar la propagación de los que se requieran para la ejecución de las obras, así como de los daños y perjuicios que se pudieran producir.

Modificaciones de obra

Cuando el Director de las Obras ordenase, en caso de emergencia, la realización de aquellas unidades de obra que fueran imprescindibles o indispensables para garantizar o salvaguardar la permanencia de partes de obra ya ejecutadas anteriormente, o para evitar daños inmediatos a terceros, si dichas unidades de obra no figurasen en los Cuadros de Precios del contrato, o si su ejecución requiriese alteración de importancia en los programas de trabajo y disposición de maquinaria, dándose asimismo las circunstancias de que tal emergencia no fuere imputable al Contratista ni consecuencia de fuerza mayor, éste formulará las observaciones que estimase oportunas a los efectos de la tramitación de la subsiguiente modificación de obra, a fin de que el Director de las obras, si lo estimase conveniente, compruebe la procedencia del correspondiente aumento de gastos.

1.6 RESPONSABILIDADES ESPECIALES DEL CONTRATISTA

1.6.1 Daños y perjuicios

Todos los daños y perjuicios ocasionados por el Contratista serán directamente imputados al mismo, siendo su total responsabilidad la subsanación de los mismos.

1.6.2 Objetos encontrados

Si durante las excavaciones se encontraran restos arqueológicos, se suspenderán los trabajos y se dará cuenta con la máxima urgencia a la Dirección.

1.6.3 Impedir la contaminación

El Contratista estará obligado a cumplir las órdenes de la Dirección cuyo objeto sea evitar la contaminación del aire, cursos de agua, lagos, mares, cosechas y, en general, cualquier clase

de bien público o privado que pudieran producir las obras o instalaciones y talleres anejos a las mismas, aunque hayan sido instalados en terreno de propiedad del Contratista, dentro de los límites impuestos en las disposiciones vigentes sobre conservación de la naturaleza.

1.6.4 Permisos y licencias

El Contratista está obligado a mantener provisionalmente durante la ejecución de la obra y a reponer a su finalización todas aquellas servidumbres que se vean afectadas durante el desarrollo de la misma.

La relación de servidumbres afectadas prevista en el proyecto podrá ser rectificada como consecuencia de la comprobación del replanteo o de necesidades surgidas durante su ejecución.

Son de cuenta del Contratista los trabajos necesarios para el mantenimiento y reposición de tales servidumbres.

También tendrá que reponer aquellas servidumbres existentes con anterioridad al contrato que pudieran haberse omitido en la referida relación, si bien en este caso tendrá derecho a que se le abonen los gastos correspondientes.

Incumbe a la Propiedad promover las actuaciones precisas para legalizar las modificaciones que se deban introducir en las servidumbres que sean consecuencia de concesiones administrativas existentes antes de comenzar la obra. En este caso, la imputación de los gastos de tales modificaciones se registrará exclusivamente por los términos de la propia concesión aceptada, por las legislaciones específicas de tales concesiones o por la Ley de Expropiación Forzosa, en su caso. El resto de permisos y licencias necesarios para la ejecución de las obras deberán ser obtenidos por el Contratista a su costa.

1.7 MEDICIÓN Y ABONO

1.7.1 Medición de las obras

La Dirección realizará mensualmente, y en la forma establecida en el presente pliego de prescripciones técnicas particulares, la medición de las unidades de obra ejecutadas durante el período de tiempo anterior.

El Contratista o su Delegado podrán presenciar la realización de tales mediciones.

Para las obras o partes de obra cuyas dimensiones y características hayan de quedar posterior y definitivamente ocultas, el Contratista está obligado a avisar a la Dirección con suficiente antelación, a fin de que ésta pueda realizar las correspondientes mediciones y toma de datos, levantando los planos que las definan, cuya conformidad suscribirá el Contratista o su Delegado.

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

Todas las obras ejecutadas se medirán y abonarán según las unidades de obra definidas en el presente Proyecto, según se detalla en el presente pliego de condiciones técnicas particulares.

1.7.2 Abono de las obras

Todos los trabajos, medios auxiliares y materiales que sean necesarios para la correcta ejecución y acabado de cualquier unidad de obra, se considerarán incluidos en el precio de la misma, aunque no figuren todos ellos especificados en la descomposición o descripción de los precios.

Todos los gastos que por su concepto sean asimilables a cualesquiera de los que, bajo el título genérico de costes indirectos, se considerarán siempre incluidos en los precios de las unidades de obra del proyecto cuando no figuren en el presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas.

Por tanto, los precios unitarios fijados en el Contrato para cada unidad de obra cubrirán todos los gastos efectuados para la ejecución material de la unidad correspondiente, incluidos los trabajos auxiliares, siempre que expresamente no se diga lo contrario en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Todos los materiales y operaciones expuestos en cada artículo de este Pliego correspondientes a las unidades incluidas en el presupuesto y con la limitación en tiempo referente a una unidad de obra, están incluidas en el precio de la misma, a menos que en la medición y abono de esa unidad se diga explícitamente otra cosa.

El Contratista no puede bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar modificación alguna de los precios, los cuales son los que sirven de base a la adjudicación y los únicos aplicables a los trabajos contratados.

Todas las unidades de obra de este Pliego y las no definidas explícitamente, se abonarán de acuerdo con los precios unitarios del presupuesto del Proyecto, considerando incluidos en ellos todos los gastos de materiales, mano de obra, maquinaria, medios auxiliares o cualquier otro necesario para la ejecución completa de las citadas unidades.

Abonos de obras incompletas

Las cifras que para pesos o volúmenes de materiales figuren en las unidades del Documento nº3 Presupuesto, servirán sólo para el conocimiento del coste de estos materiales acopiados a pie de obra, pero por ningún concepto tendrán valor a efectos de definir las proporciones de las mezclas ni el volumen necesario en acopios para conseguir la unidad de éste compactada en obra.

Cuando por rescisión u otra causa fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra distinta a la valoración de dicho Cuadro, ni que tenga derecho el Contratista a reclamación alguna por insuficiencia u omisión del coste de cualquier elemento que constituye el precio. Las partidas que componen la descomposición del precio serán de abono, cuando estén acopiadas la totalidad del material, incluidos los accesorios, o realizadas en su totalidad las labores u operaciones que determinan la definición de la partida ya que el criterio a seguir

ha de ser que sólo se consideran abonables fases con ejecución terminada, perdiendo el Contratista todos los derechos en el caso de dejarlas incompletas.

Precios contradictorios

Si fuera necesario establecer alguna modificación que obligue a emplear una nueva unidad de obra, no prevista en el presupuesto, se determinará contradictoriamente el nuevo precio, de acuerdo con las condiciones generales y teniendo en cuenta los precios de los materiales, precios auxiliares y Precios del presente proyecto.

La fijación del precio en todo caso, se hará antes de que se ejecute la nueva unidad. El precio de aplicación será fijado por la Propiedad, a la vista de la propuesta del Director de obra y de las observaciones del Contratista. Si éste no aceptase el precio aprobado quedará exonerado de ejecutar la nueva unidad de obra y la Propiedad podrá contratarla con otro empresario en el precio fijado o ejecutarla directamente.

1.7.3 Otros gastos de cuenta del Contratista

Serán de cuenta del Contratista, siempre que en el Contrato no se prevea explícitamente lo contrario, los siguientes gastos, a título indicativo:

- Los gastos de construcción, remoción y retirada de toda clase de construcciones auxiliares.
- Los gastos de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales.
- Los gastos de protección de acopios y de la propia obra contra todo deterioro, daño o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes.
- Los gastos de limpieza y evacuación de desperdicios y basura.
- Los gastos de conservación de desagües.
- Los gastos de suministro, colocación y conservación de señales de tráfico y demás recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las obras.

- Los gastos de remoción de las instalaciones, herramientas, materiales y limpieza general de la obra a su terminación.
- Los gastos de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro del agua y energía eléctrica necesarios para las obras.
- Los gastos de demolición de las instalaciones provisionales
- Los gastos de retirada de los materiales rechazados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.
- Los daños a terceros.
- Los gastos de mantenimiento de caminos y pistas de obra y accesos, incluso riegos antipolvo.
- Los gastos de suministro de agua para ejecución de los diferentes tajos de obra.
- Los gastos de seguridad contra robos de materiales y maquinaria.
- Los gastos de replanteo general de las obras y su comprobación.
- Los gastos de posibles bombeos y achiques de agua necesarios durante las excavaciones.

1.8 UNIDADES NO INCLUIDAS EN ESTE PLIEGO

Aquellas unidades que no se relacionan específicamente en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se abonarán completamente terminadas con arreglo a los precios fijados en el Presupuesto, que comprenden todos los gastos necesarios para su ejecución, entendiendo que al decir completamente terminadas, se incluyen materiales, mano de obra, maquinaria, medios auxiliares, montajes, pinturas, pruebas, puesta en servicio y todos cuantos elementos u operaciones se precisen para el uso de las unidades en cuestión.

1.9 VARIACIÓN DE DOSIFICACIONES

El Contratista vendrá obligado a modificar las dosificaciones previstas en este Pliego, si así lo exige el Director de obra a la vista de los ensayos realizados, sin derecho a revisión de precio.

1.10 LIMITACIONES TÉCNICAS

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

1.11 PLANOS DE DETALLES DE LAS OBRAS

A petición del Director de las Obras, el Contratista preparará todos los planos de detalles que se estimen necesarios para la ejecución de las obras contratadas. Dichos planos se someterán a la aprobación del citado Director, acompañados, si fuese preciso, de las memorias y cálculos justificativos que se requieran para su mejor comprensión. Estos trabajos no serán de abono independiente.

1.12 VERTEDEROS, YACIMIENTOS Y PRÉSTAMOS

La búsqueda de yacimientos, préstamos y vertederos así como su abono a los propietarios será de cuenta del Contratista.

1.13 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS EJECUTADAS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA

El Contratista queda comprometido a conservar a su costa, hasta que sean recibidas provisionalmente, todas las obras que integren el proyecto.

Asimismo, queda obligado a la conservación de las obras durante el plazo de garantía de UN AÑO, a partir de la fecha de la recepción provisional.

A estos efectos, no serán computables, las obras que hayan sufrido deterioro, por negligencia u otros motivos que le sean imputables al Contratista, o por cualquier causa que pueda considerarse como evitable.

1.14 CONTRADICCIONES Y OMISIONES DEL PROYECTO

Las descripciones que figuren en un documento del Proyecto y hayan sido omitidas en los demás habrán de considerarse como expuestas en todos ellos. En caso de contradicción, entre Planos y Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último.

La omisión, descripción incompleta o errónea de alguna operación de patente necesidad para llevar a cabo los fines del proyecto, no exime al Contratista de realizar dicha operación como si figurase completa y correctamente descrita.

2. MATERIALES BASICOS

2.1 METALES

2.1.1 Barras corrugadas para hormigón estructural

Definición

Se denominan barras corrugadas para hormigón estructural aquellos productos de acero, de forma cilíndrica, que presentan en su superficie resaltos o estrías con objeto de mejorar su adherencia al hormigón.

Los distintos elementos que conforman la geometría exterior de estas barras se definen según la UNE 36.068 y UNE 36.065.

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

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

La designación simbólica de estos productos se realizará de acuerdo a la UNE 36.068.

Materiales

Las barras corrugadas serán de diámetros normalizados B500S, y cumplirán con las normas UNE 36.068 y 36.065, así como con el Artículo 33 de la EHE-08 (Segunda edición).

Todos los redondos y materiales para confeccionar armaduras, deberán ser nuevos y libres de materiales extraños que perjudiquen sus características de adherencia.

Cada partida de acero en barras deberá ir acompañada de:

a) Albarán, en el que figuren:

- Identificación del fabricante.
- Identificación del proveedor.
- Identificación del comprador y destino.
- Identificación del vehículo.
- Fecha de expedición.

- Peso por unidad de producto.
- b) Certificado de suministro según el modelo del Apdo. 3.1 del Anejo 21 de EHE-08 (Segunda edición), en el que constará la identificación del acero suministrado: Desglose del material por bultos o paquetes con tipo de acero, identificación del producto y número de unidades.
- c) Distintivo de calidad (marca N de AENOR o similar).
- d) Marcado CE si lo tuviera.
- e) Certificado de garantía emitido por el fabricante de cada uno de los materiales en el que figuren:
- Fecha y resultado de todos los ensayos realizados por el fabricante, exigidos en el Apdo.32.2 de la EHE-08 (Segunda edición). Los ensayos de fatiga y deformación alternativa, en el caso de calidad SD, tendrán una antigüedad inferior a un año, tal como se indica en el Artículo 87 apartado “d” de la EHE-08 (Segunda edición).
 - Análisis químico de cada colada.
- f) Certificado de los ensayos siguientes, realizados en presencia del PROMOTOR o su representante, sobre dos probetas por cada diámetro, colada y cantidad de 40 t o fracción.
- Para barras corrugadas B500S:
Resistencia a la tracción (fs), límite elástico (fy), relación fs/fy, alargamiento a la rotura, aptitud al doblado simple o al doblado-desdoblado, sección equivalente y geometría del corrugado de acuerdo a la homologación de adherencia (método de la viga).

El Certificado Específico de Adherencia (homologación de adherencia por el método de la viga), mientras no esté en vigor el marcado CE para el acero corrugado, tendrá una antigüedad inferior a 36 meses, tal como se indica en el Apdo.88.4.1 de la EHE (Segunda edición).

Los Ensayos de adherencia podrán ser realizados por los métodos siguientes:

- Método de la viga.
- Geometría de corrugas.

Suministro

Se seguirá lo dispuesto en el artículo 240.3 del PG-3.

Almacenamiento

Se seguirá lo dispuesto en el artículo 240.4 del PG-3.

Recepción

Se seguirá lo dispuesto en el artículo 240.5 del PG-3

Medición y abono

Las armaduras se abonarán por su peso en kilogramos (kg) deducido de los planos a partir de los pesos unitarios de cada diámetro o tipo de malla y las longitudes o superficies calculadas, aplicando a cada tipo de acero el precio previsto en el Cuadro de Precios.

El abono incluye, además de las mermas y despuntes, empalmes, acopladores, separadores y elementos de rigidización y arriostramiento, si fueran necesarios.

No se realizará abono por separado del kg de acero en armaduras de piezas prefabricadas, quedando incluido en sus correspondientes precios unitarios.

2.1.2 Mallas electrosoldadas

Definición

Se denominan mallas electrosoldadas a los productos de acero formados por dos sistemas de elementos que se cruzan entre sí ortogonalmente y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica, según un proceso de producción en serie en instalaciones fijas.

Los diámetros nominales de los alambres corrugados que forman las mallas electrosoldadas se ajustarán a la serie siguiente:

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

La designación de las mallas electrosoldadas se hará de acuerdo con lo indicado en la UNE 36.092.

Materiales

Se seguirá lo dispuesto en el artículo 241.2 del PG-3.

Suministro

Se seguirá lo dispuesto en el artículo 241.3 del PG-3.

Almacenamiento

Se seguirá lo dispuesto en el artículo 240.4 del PG-3.

Recepción

Se seguirá lo dispuesto en el artículo 240.5 del PG-3.

Medición y abono

Las mallas electrosoldadas se abonarán por su peso en kilogramos (kg) deducido de los planos a partir de los pesos unitarios de cada diámetro o tipo de malla y las longitudes o superficies calculadas, aplicando a cada tipo de acero el precio previsto en el Cuadro de Precios.

El abono incluye, además de las mermas y despuntes, empalmes, acopladores, separadores y elementos de rigidización y arriostramiento, si fueran necesarios.

No se realizará abono por separado del kg de acero en armaduras de piezas prefabricadas, quedando incluido en sus correspondientes precios unitarios.

Especificaciones técnicas y distintivos de calidad

Se seguirá lo dispuesto en el artículo 241.7 del PG-3.

2.2 MADERAS

2.2.1 Condiciones generales

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

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

Todas las maderas utilizadas en el proyecto, tanto como medios auxiliares como las colocadas en obra, deberán tener certificado FSC de madera producida en explotaciones forestales sostenibles.

2.2.2 Forma y dimensiones

La forma y dimensiones de la madera serán, en cada caso, las adecuadas para garantizar su resistencia y cubrir el posible riesgo de accidentes.

La madera de construcción escuadrada será madera de sierra, de aristas vivas y llenas.

2.2.3 Madera para encofrados

Las maderas para encofrados tendrá la suficiente rigidez para soportar sin deformaciones perjudiciales acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse en la puesta en obra y vibrado del hormigón.

Serán preferiblemente de especies resinosas y de fibra recta.

Procederá de troncos en sazón y será sana y con pocos nudos. Deberá haber sido secada al aire al menos durante dos (2) años, protegida del sol y de la lluvia. Sólo se empleará madera de sierra, con aristas vivas de fibra recta paralela a la mayor dimensión de la pieza, sin grietas, hendiduras, ni nudos de espesor superior a 1/7 de la menor dimensión.

Sólo se emplearán tablas de madera cuya naturaleza y calidad o cuyo tratamiento o revestimiento garantice que no se producirán ni alabeos ni hinchamientos que puedan dar lugar a fugas del material fino del hormigón fresco y endurecido o que manchen o coloreen los paramentos.

Los tableros para encofrar serán de 22 mm de espesor.

2.2.4 Medición y abono

La medición y abono de este material se realizará de acuerdo con lo indicado en la unidad de obra de que forma parte.

2.3 MATERIALES CERÁMICOS

Los ladrillos, tejas, rasillas, bovedillas y demás material cerámico, procederán de tierras arcillosas de buena calidad, que no contengan más de un 5% de arena, exenta de cal, yeso, sílice y de cualquier otra materia nociva, desechándose los defectuosos o excesivamente cocidos.

Las superficies de rotura deberán estar absolutamente desprovistas de huecos, presentado aspecto homogéneo con grano fino y compactado, sin direcciones de exfoliación, grietas ni indicios de zonas atascadas por la humedad. Golpeándolos darán un sonido claro.

Los ladrillos tendrán la forma y dimensiones de uso corriente en la región, siendo desechados los que presenten cualquier defecto que perjudique a su empleo en obra y a la sección necesaria. En los ladrillos prensados, las aristas habrán de conservarse vivas.

Tendrán una absorción media menor del 25%, succión menor a 16 g/dm²/minuto, dilatación potencial no superior a 1.6 mm/m ni inferior a 0,4 mm/m sumergidos en agua destilada durante 7 días y puestos a secar, según norma UNE 67.029:1995 EX obtendrán una calificación como máximo de “eflorescidos”.

Los ladrillos macizos deberán presentar cargas mínimas de rotura a la compresión de 85 Kg/cm² y los ladrillos huecos de 30 Kg/cm².

2.4 MATERIALES PÉTREOS

Las piedras que se utilicen en las fábricas, procederán de canteras aprobadas por el Director de Obra. Serán homogéneas, de gran uniformidad y resistentes a cargas que hayan de soportar, carecerán de grietas, coqueras, nódulos y restos orgánicos, dando sonido claro al golpearlas con el martillo. Deberán ser inalterables por los agentes atmosféricos y resistentes al fuego, no siendo permeables o absorbentes en proporción mayor al cuatro y medio por ciento (4.5%) de su volumen.

Deberán tener adherencia a los morteros.

Se compondrán de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras sustancias análogas.

Tendrá una carga de rotura por compresión superior a los 800 Kg/cm².

2.5 MORTEROS

Se definen los morteros de cementos como la masa constituida por el árido fino, cemento y agua.

La mezcla podrá realizarse a mano o mecánicamente. En el primer caso, se hará sobre un piso impermeable.

El cemento y la arena se mezclarán en seco hasta conseguir un producto homogéneo de color uniforme. A continuación, se añadirá la cantidad de agua estrictamente necesaria para que, una vez batida la masa, tenga la consistencia adecuada para su aplicación en obra.

Solamente se fabricará el mortero preciso para su uso inmediato, rechazándose todo aquel que no haya sido empleado dentro de los cuarenta y cinco (45) minutos que sigan a su amasadura.

Eventualmente puede contener algún producto de adición para mejorar sus propiedades, cuya utilización deberá haber sido previamente aprobado por el Director Técnico de la obra.

2.6 PINTURAS

Elementos constitutivos de las pinturas:

- Agua. Deberá ser pura, no conteniendo sales ni materias orgánicas que puedan alterar los colores a los aglutinantes.
- Aceite de Linaza. Será cocido y cumplirá las condiciones de la norma UNE- EN ISO 150:2007
- Aguarrás. Cumplirá las condiciones de la norma UNE-48.013:1952.
- Cola. Podrá ser de origen animal o vegetal.
- Colores o pigmentos. Deberán ser fijos, insolubles en agua o inalterables por la acción de los aceites o de otros colores, tendrán la facultad de incorporarse al aceite, cola, etc., y facilidad para extenderse y de cubrición.
- Esmalte. El esmalte de color será inalterable y muy brillante, propiedad que conservará aunque se humedezca y frote. Secará perfectamente antes de las doce (12) horas.

El Contratista especificará y justificará en cada caso, de acuerdo con las normas en vigor, las condiciones de las pinturas a emplear en los distintos puntos, cuidando muy especialmente de establecer las condiciones de las que se utilicen para protección de las superficies metálicas o de fábrica que puedan estar sujetas a ambientes húmedos y corrosivos.

3. EXPLANACIONES

3.1 TRABAJOS PRELIMINARES

3.1.1 Desbroce del terreno

Definición

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles de diámetro hasta 20 cm, tocones, plantas, maleza, broza, raíces, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material presente en la superficie de trabajo y no deseable según el Proyecto o a juicio del Director de las Obras.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirado, acopio o extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo.
- Retirada de elementos excedentes de obras previas tales como tubos, maderas, piezas de hormigón, bloque de escollera, etc.
- Carga, transporte y canon de vertido en vertedero autorizado (si fuera necesario).

La tierra vegetal deberá ser siempre retirada, excepto cuando –excepcionalmente- vaya a ser mantenida según lo indicado por el Director de las Obras.

Ejecución de las obras

a) Remoción de los materiales de desbroce

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

Debe retirarse la tierra vegetal de las superficies de terreno afectadas por excavaciones o terraplenes, según las profundidades definidas en el Proyecto y verificadas o definidas durante la obra.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas existentes.

El Contratista deberá disponer las medidas de protección adecuadas para evitar que la vegetación, objetos y servicios considerados como permanentes, resulten dañados. Cuando dichos elementos resulten dañados por el Contratista, éste deberá reemplazarlos, con la aprobación del Director de las Obras, sin costo para la Propiedad.

Todos los tocones o raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50 cm), por debajo de la rasante de la explanación.

Fuera de la explanación los tocones de la vegetación que a juicio del Director de las Obras sea necesario retirar, en función de las necesidades impuestas por la seguridad de la circulación y de la incidencia del posterior desarrollo radicular, podrán dejarse cortados a ras de suelo.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce, y se compactarán conforme a lo indicado en PG-3 hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones del Director de las Obras.

Los árboles susceptibles de aprovechamiento serán podados y limpiados, luego se cortarán en trozos adecuados y, finalmente, se almacenarán cuidadosamente, a disposición de la Administración y separados de los montones que hayan de ser desechados. Salvo indicación en contra del Director de las Obras, la madera no se troceará a longitud inferior a tres metros (3 m).

Los trabajos se realizarán de forma que no se produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

b) Retirada y disposición de los materiales de desbroce

Todos los productos o subproductos forestales, no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados de acuerdo con lo que, sobre el particular, establezca el Proyecto u ordene el Director de las Obras. El Contratista deberá disponer personal especializado para evitar los daños tanto a la vegetación como a bienes próximos. Al finalizar cada fase, el fuego debe quedar completamente apagado.

Los restantes materiales serán utilizados por el Contratista, en la forma y en los lugares que señale el Director de las Obras.

La tierra vegetal procedente del desbroce debe ser dispuesta en su emplazamiento definitivo en el menor intervalo de tiempo posible. En caso de que no sea posible utilizarla directamente, debe guardarse en montones de altura no superior a dos metros (2 m). Debe evitarse que sea sometida al paso de vehículos o a sobrecargas, ni antes de su remoción ni durante su almacenamiento, y los traslados entre puntos deben reducirse al mínimo.

Medición y abono

El desbroce del terreno se abonará, en principio, por m² de medición en planta de la superficie realmente desbrozada. Si en presupuesto no se hace referencia ni existe medición para el abono de esta unidad, se entenderá comprendida en las labores de excavación y/o terraplenado.

En esta unidad de obra se considera incluida la obtención de los permisos necesarios para el vertido del material procedente del desbroce.

Las medidas de protección de la vegetación y bienes y servicios considerados como permanentes, no serán objeto de abono independiente. Tampoco se abonará el desbroce de las zonas de préstamo de materiales.

Normativa de referencia

Pliego de prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, Parte 3 Capítulo 1, Artículo 300.

3.1.2 Demoliciones

Definición

Consiste en el derribo de todas las construcciones o elementos constructivos, tales como aceras, firmes, edificios, fábricas de hormigón u otros, que sea necesario eliminar para la adecuada ejecución de la obra. Incluye las siguientes operaciones:

- Trabajos de preparación y de protección.
- Retirada y/o protección de servicios que pudieran resultar afectados.
- Derribo, fragmentación o desmontaje de construcciones y elementos existentes auxiliares.
- Corte de armaduras y elementos metálicos.
- Troceado y apilado de escombros.
- Retirada de los materiales de escombros.

La operación incluye el corte de armaduras y elementos metálicos, el troceado y apilado de los escombros y su carga y transporte.

Clasificación

Los elementos a demoler o desmontar para la ejecución de las obras pueden ser los siguientes: cimentaciones de torres eléctricas, cerramiento existente e hitos de término municipal. Las primeras se demolerán mediante maquinaria pesada, mientras que el cerramiento y los hitos se desmontarán mediante mixta y herramientas manuales.

Estudio de la demolición

Dado el tipo de demoliciones y desmontajes a realizar no será necesario.

Ejecución de las obras

a) Derribo de las construcciones

El Contratista será responsable de la adopción de todas las medidas de seguridad y del cumplimiento de las disposiciones vigentes al efectuar las operaciones de derribo, así como de evitar que se produzcan daños, molestias o perjuicios a las construcciones, bienes o personas próximas y del entorno, sin perjuicio de su obligación de cumplir las instrucciones que eventualmente dicte el Director de las Obras.

Antes de iniciar la demolición se neutralizarán las acometidas de las instalaciones, de acuerdo con las entidades administradoras o propietarias de las mismas. Se deberá prestar especial atención a conducciones eléctricas y de gas enterradas.

El empleo de explosivos estará condicionado a la obtención del permiso de la autoridad competente con jurisdicción en la zona de la obra, cuya obtención será de cuenta y responsabilidad del Contratista.

La profundidad de demolición de los cimientos, será, como mínimo, de cincuenta centímetros (50 cm) por debajo de la cota más baja del relleno o desmonte, salvo indicación en contra del Proyecto o del Director de las Obras.

En el caso particular de existir conducciones o servicios enterrados fuera de uso deberán ser excavados y eliminados hasta una profundidad no inferior a metro y medio (1,5 m) bajo el terreno natural o nivel final de excavación, cubriendo una banda de al menos metro y medio (1,5 m) alrededor de la obra, salvo especificación en contra del Proyecto o del Director de las Obras. Los extremos abiertos de dichas conducciones deberán ser sellados debidamente.

La demolición con máquina excavadora, únicamente será admisible en construcciones, o parte de ellas, de altura inferior al alcance de la cuchara.

Se prohíbe el derribo por empuje de edificaciones de altura superior a tres metros y medio (3,5 m).

En la demolición de edificios elemento a elemento será de aplicación la Norma Tecnológica de Edificación correspondiente a demoliciones (NTE-ADD).

En situaciones de demolición que aconsejaran el uso de explosivos y no fuesen éstos admisibles por su impacto ambiental, deberá recurrirse a técnicas alternativas tales como fracturación hidráulica o cemento expansivo.

Al finalizar la jornada de trabajo no deberán quedar elementos de la obra en estado inestable o peligroso.

b) Retirada de los materiales de derribo

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras establecerá el posterior empleo de los materiales procedentes de las demoliciones.

Los materiales de derribo que hayan de ser utilizados en la obra se limpiarán, acopiarán y transportarán en la forma y a los lugares que señale el Director de las Obras.

Los materiales no utilizables se llevarán a vertedero aceptado por el Director de las Obras, siendo responsabilidad del Contratista la obtención de las autorizaciones pertinentes, debiendo presentar al Director de las Obras copia de los correspondientes contratos.

Dentro de los límites de expropiación no se podrán hacer vertidos no contemplados en el Proyecto, salvo especificación del Director de las Obras.

En caso de eliminación de materiales mediante incinerado, deberán adoptarse las medidas de control necesarias para evitar cualquier posible afectación al entorno, dentro del marco de la normativa legal vigente.

Medición y abono

Las demoliciones se abonarán por metros cúbicos (m3). En el caso de edificaciones se considerará el volumen exterior demolido, hueco y macizo, realmente ejecutado en obra. En el caso de demolición de macizos se medirán por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de comenzar la demolición, y los datos finales, tomados inmediatamente después de finalizar la misma.

Las demoliciones de firmes, aceras e isletas no contempladas explícitamente en el Proyecto se considerarán incluidas en la unidad de excavación, no dando por tanto lugar a medición o abono por separado.

Se considera incluido en el precio, en todos los casos, la retirada de los productos resultantes de la demolición y su transporte a lugar de empleo, acopio o vertedero, según ordene el Director de las Obras.

Si en el Proyecto no se hace referencia a la unidad de demoliciones, se entenderá que está comprendida en las de excavación, y por tanto, no habrá lugar a su medición ni abono por separado.

Normativa de referencia

Pliego de prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, Parte 3 Capítulo 1, Artículo 301.

3.1.3 Escarificación, refino y compactación

Definición

Consiste en la disgregación de la superficie del terreno, nivelación y posterior compactación a efectos de homogeneizar la superficie de apoyo, confiriéndole las características prefijadas de acuerdo con su situación en la obra. En la obra objeto del presente Pliego esta operación se llevará a cabo fundamentalmente en el fondo del vaso, una vez excavado éste.

Ejecución de las obras

La operación se llevará a cabo de forma que sea mínimo el tiempo que medie entre la excavación y el comienzo de la escarificación, refino y compactación.

Escarificación

La escarificación se llevará a cabo en las siguientes zonas: fondo de excavación del vaso y superficies de apoyo del terraplén, o bien en aquellas que el Director de las Obras considere oportuno. En ningún caso esta operación deberá afectar a una profundidad menor de 15 cm ni mayor de 30 cm. En este último caso será preceptiva la retirada del material y su posterior colocación por tongadas siendo aplicable el articulado de movimiento de tierras.

Refino de la superficie

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico y de refino superficial del movimiento de tierras realizado.

a) Ejecución de las obras

Las obras de refino de superficies se ejecutarán con posterioridad a la realización de desbroces, construcción de drenes y/o obras de fábrica que impidan o dificulten su realización. Asimismo, en general y cuando así sea posible, se ejecutarán con posterioridad al desmonte.

Cuando el desmonte se halle muy avanzado y el Director de las Obras lo ordene, se procederá a la eliminación de la superficie de los taludes de cualquier material blando, inadecuado o inestable, que no se pueda compactar debidamente o no sirva a los fines previstos. Los huecos resultantes se rellenarán con materiales adecuados, de acuerdo con las indicaciones del Director de las Obras.

En caso de producirse un deslizamiento o proceso de inestabilidad en el talud de un relleno, deberá retirarse y sustituirse el material afectado por el mismo, y reparar el daño producido en la obra. La superficie de contacto entre el material sustituido y el remanente en el talud, deberá perfilarse de manera que impida el desarrollo de inestabilidades a favor de la misma. Posteriormente deberá perfilarse la superficie del talud de acuerdo con los criterios definidos en este artículo.

Los taludes del desmonte deberán quedar, en toda su extensión, conformados de acuerdo con el Proyecto y las órdenes complementarias del Director de las Obras, debiendo mantenerse en perfecto estado hasta la recepción de las obras, tanto en lo que se refiere a los aspectos funcionales como a los estéticos.

Los perfilados de taludes que se efectúen para armonizar con el paisaje circundante deben hacerse con una transición gradual, cuidando especialmente las transiciones entre taludes de distinta inclinación. En las intersecciones entre desmonte y relleno, los taludes se alabearán para unirse entre sí y con la superficie natural del terreno, sin originar una discontinuidad visible.

Los fondos y cimas de los taludes, excepto en desmontes en roca dura, se redondearán, ajustándose al Proyecto e instrucciones del Director de las Obras. Las monteras de tierra sobre masas de roca se redondearán por encima de éstas.

El refino de taludes de rellenos en cuyo borde de coronación se haya permitido embeber material de tamaño grueso, deberá realizarse sin descalzarlo permitiendo así que el drenaje superficial se encargue de seguir fijando dicho material grueso.

El acabado de los taludes será suave, uniforme y totalmente acorde con la superficie del terreno y la carretera, sin grandes contrastes, y ajustándose al Proyecto, procurando evitar daños a árboles existentes o rocas que tengan pátina, para lo cual deberán hacerse los ajustes necesarios.

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

b) Tolerancias de acabado

En la superficie se dispondrán estacas de refino a lo largo del eje y en ambos bordes de la misma, con una distancia entre perfiles transversales no superior a veinte metros (20 m), y niveladas con precisión milimétrica con arreglo a los planos. Entre estacas, los puntos de la superficie de explanación no estarán, en ningún punto más de tres centímetros (3 cm) por encima ni por debajo de la superficie teórica definida por las estacas.

La superficie acabada no deberá variar en más de quince milímetros (15 mm), cuando se compruebe con la regla de tres metros (3 m), estática según NLT 334 aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera. Tampoco podrá haber zonas capaces de retener agua.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias antedichas serán corregidas por el Contratista a su cargo, de acuerdo con lo que señala PG-3.

c) Disposiciones adicionales

Complementariamente a lo dispuesto en la definición de “refino de la superficie” del PG-3, será de aplicación lo establecido en el punto “Refino de la superficie de apoyo de geosintéticos” de este Pliego de Condiciones.

d) Medición y abono

Sólo se abonará esta unidad cuando exista precio independiente para ella en el Proyecto. De no ser así, se considerará incluida dentro de las unidades de excavación, relleno tipo todo-uno o pedraplén, según sea el caso.

Cuando exista precio independiente, el refino de taludes se abonará por metros cuadrados (m²) realmente realizados medidos sobre los Planos de perfiles transversales.

e) Normativa de referencia

Pliego de prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, Parte 3 Capítulo 4, Artículos 340 y 341.

Compactación

La compactación se realizará con arreglo a lo especificado en el apartado “Terraplenes” del presente Pliego. La densidad será igual a la exigible en la zona de obra de que se trate.

Cuando la compactación se realice con rodillo vibratorio deberán darse las últimas pasadas sin aplicar vibración.

Medición y abono

Se abonará por metros cuadrados (m2) realmente escarificados, nivelados y compactados.

El precio de la unidad incluye la escarificación, nivelación en cota, pendiente y refino de la superficie y compactación posterior.

3.2 EXCAVACIONES

3.2.1 Excavación en tierra vegetal

Definición

Consiste en la excavación de la capa de tierra vegetal existente y su posterior carga y transporte a lugar de empleo.

Ejecución de las obras

La excavación en tierra vegetal, se efectuará en parte de la superficie de ocupación de las obras.

Medición y abono

Se abonará por metros cúbicos (m3), junto con el resto de excavaciones.

La excavación de tierra vegetal en un préstamo no será de abono independiente, considerándose incluida en dicha unidad.

3.2.2 Excavación de la explanación y préstamos

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas donde ha de asentarse la nueva celda del vertedero, el camino perimetral, desvíos de tubos a efectuar,

recogida de aguas, incluyendo la plataforma del fondo de vaso, taludes y cunetas, plataforma del camino perimetral, así como las zonas de préstamos, previstos o autorizados, y el consiguiente transporte de los productos removidos al depósito o lugar de empleo.

Se incluyen en esta unidad el refino y la mejora de taludes en los desmontes, la formación de las bermas de los mismos, etc, ordenadas por el Director de las Obras. Se denominan "préstamos previstos" aquellos que proceden de las excavaciones de préstamos indicados en el Proyecto o dispuestos por la Administración, en los que el Contratista queda exento de la obligación y responsabilidad de obtener la autorización legal, contratos y permisos para tales excavaciones. Se denominan "préstamos autorizados" aquellos que proceden de las excavaciones de préstamos seleccionados por el Contratista y autorizados por el Director de las Obras, siendo responsabilidad del Contratista la obtención de la autorización legal, contratos y permisos, para tales excavaciones.

En el presente proyecto no existen "préstamos previstos".

Clasificación de las excavaciones

La excavación será "clasificada":

1. Excavación en roca-terreno de tránsito: comprenderá la correspondiente a los materiales formados por rocas descompuestas, tierras muy compactas, y todos aquellos en que no siendo necesario para su excavación el empleo de explosivos, sea precisa la utilización de escarificadores profundos y pesados. Para determinar durante la ejecución de las obras qué materiales a excavar son de este tipo, y que como tal se medirán y abonarán, el Contratista realizará los ensayos de sismica oportunos, clasificándose como roca o terreno de tránsito aquéllos estratos en que el resultado obtenido sea una velocidad de propagación de las ondas tipo "p" superior a mil setecientos m/s (1.700,00 m/s), previa aprobación de dichos ensayos por el Director de las Obras.

2. Excavación en tierra: comprenderá la correspondiente a todos los materiales no incluidos en el apartado anterior.

El Contratista determinará durante la ejecución, y notificará por escrito, para su aprobación, al Director de las Obras, las unidades que corresponden a excavación en terreno de tránsito

y excavación en tierra, teniendo en cuenta para ello las definiciones anteriores, y los criterios definidos por el Director de las Obras.

Ejecución de las obras

a) Generalidades

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en el presente Proyecto, y a lo que sobre el particular ordene el Director de las Obras. El Contratista deberá comunicar con suficiente antelación al Director de las Obras el comienzo de cualquier excavación, y el sistema de ejecución previsto, para obtener la aprobación del mismo. A este efecto no se deberá acudir al uso de sistemas de excavación que no correspondan a los incluidos en el presente Pliego de Técnicas Particulares, sobre todo si la variación pretendida pudiera dañar excesivamente el terreno. Durante la ejecución de los trabajos se tomarán, en cualquier caso, las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia o estabilidad del terreno no excavado. En especial, se atenderá a las características tectónico-estructurales del entorno y a las alteraciones de su drenaje y se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca o de bloques de la misma, debida a voladuras inadecuadas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras, taludes provisionales excesivos, etc.

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

b) Drenaje

Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje. Las cunetas, y demás elementos de desagüe, se dispondrán de modo que no se produzca erosión en los taludes. Además el Contratista dispondrá de las bombas y achiques de agua necesarios para la ejecución de las excavaciones, sin derecho a abono independiente.

c) Tierra vegetal

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, y que no se hubiera extraído en el desbroce, se retirará de acuerdo con lo que, al respecto, se señale en el Proyecto y con lo que especifique el Director de las Obras, en concreto, en cuanto a la extensión y profundidad que debe ser retirada. Se acopiará para su utilización posterior en protección de taludes o superficies erosionables, o donde ordene el Director de las Obras o indique el Proyecto.

La tierra vegetal extraída se mantendrá separada del resto de los productos excavados. La retirada, acopio y disposición de la tierra vegetal se realizará cumpliendo las prescripciones del apartado “Trabajos preliminares” de este Pliego, y el lugar de acopio deberá ser aprobado por el Director de las Obras.

d) Empleo de los productos de excavación

Los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de los rellenos del camino perimetral o bien se cargarán, transportarán y acopiarán en parcelas cercanas para su posterior utilización en la explotación del propio vertedero. A estos efectos se estará a lo que al respecto disponga el Director de las Obras.

Los fragmentos de roca y bolos de piedra que se obtengan de la excavación y que no vayan a ser utilizados directamente en las obras se acopiarán y emplearán, si procede, en protección de taludes, canalizaciones de agua, defensas contra la posible erosión, o en cualquier otro uso que señale el Director de las Obras. Las rocas o bolos de piedra que aparezcan en la explanada, en zonas de desmonte en tierra, deberán eliminarse, a menos que el Contratista prefiera triturarlos al tamaño que se le ordene.

e) Préstamos y caballeros

Si se hubiese previsto o se estimase necesaria, durante la ejecución de las obras, la utilización de préstamos, el Contratista comunicará al Director de las Obras, con suficiente antelación, la apertura de los citados préstamos, a fin de que se pueda medir su volumen y dimensiones sobre el terreno natural no alterado y, en el caso de préstamos autorizados, realizar los oportunos ensayos para su aprobación, si procede. No se tomarán préstamos en la zona de apoyo de la obra, ni se sustituirán los terrenos de apoyo de la obra por materiales admisibles de peores características o que empeoren la capacidad portante de la superficie de apoyo.

Se tomarán perfiles, con cotas y mediciones, de la superficie de la zona de préstamo después del desbroce y, asimismo, después de la excavación. El Contratista no excavará más allá de las dimensiones y cotas establecidas. Los préstamos deberán excavarся disponiendo las oportunas medidas de drenaje que impidan que se pueda acumular agua en ellos. El material inadecuado se depositará de acuerdo con lo que el Director de las Obras ordene al respecto.

Los taludes de los préstamos deberán ser estables, y una vez terminada su explotación, se acondicionarán de forma que no dañen el aspecto general del paisaje. No deberán ser visibles desde la obra terminada, ni desde cualquier otro punto con especial impacto paisajístico negativo, debiéndose cumplir la normativa existente respecto a su posible impacto ambiental.

Los caballeros, o depósitos de tierra que se formen deberán tener forma regular, superficies lisas que favorezcan la escorrentía de las aguas y un grado de estabilidad que evite cualquier derrumbamiento. Deberán situarse en los lugares que, al efecto, señale el Director de las Obras, se cuidará de evitar sus arrastres hacia la carretera o las obras de desagüe, y de que no se obstaculice la circulación por los caminos que haya establecidos, ni el curso de los ríos, arroyos o acequias que haya en las inmediaciones. El material vertido en caballeros no se podrá colocar de forma que represente un peligro para construcciones existentes, por presión directa o por sobrecarga sobre el terreno contiguo.

Cuando tras la excavación de la explanación aparezca suelo inadecuado en los taludes o en la explanada, el Director de las Obras podrá requerir del Contratista que retire esos materiales y los sustituya por material de relleno apropiado. Antes y después de la excavación y de la colocación de este relleno se tomarán perfiles transversales.

f) Tolerancia geométrica y terminación de las obras

Serán definidos por el Director de las Obras, fijándose al menos las siguientes tolerancias:

1. Tolerancia máxima admisible, expresada en centímetros (cm), entre los planos o superficies de los taludes previstos en el Proyecto y los realmente contruidos, quedando fijada la zona en la que el talud sería admisible como aquélla en que la coronación se desvía

como mucho en $\pm 3,33 \times h$ (h =altura total en m), siendo rechazado en el resto de casos, debiendo volver el Contratista a reperfil el mismo.

2. Tolerancia máxima admisible, expresada en centímetros (cm), en la desviación sobre los planos o superficies de la explanación entre los previstos en el Proyecto y los realmente construidos, quedando definida la zona en la que la superficie de la explanación sería admisible y en la que sería rechazada debiendo el Contratista proceder a su rectificación de acuerdo con lo que para ello ordene el Director de las Obras. Esta tolerancia se fija en 5 cm.

Todo tipo de operaciones de rectificación por incumplimiento de tolerancias no será de abono al Contratista corriendo todas estas operaciones de su cuenta.

g) Control de calidad

Su objeto es la comprobación geométrica de las superficies resultantes de la excavación terminada en la relación con los Planos y Pliegos.

Se comprobarán las cotas de replanteo del eje, bordes de la explanación y pendiente de taludes, con mira, cada 20 m como mínimo.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias admitidas deberán ser corregidas por el Contratista y en el caso de exceso de excavación no se comportarán a efectos de medición y abono.

Se realizarán monitorizaciones de acuerdo con lo indicado en el punto anterior.

Medición y abono

La excavación se abonará por metros cúbicos (m^3) medidos sobre planos de perfiles transversales, una vez comprobado que dichos perfiles son correctos, y teniendo en cuenta la clasificación del material excavado:

1. Excavación en roca o terreno de tránsito, según se ha definido anteriormente: velocidad de propagación de las ondas sísmicas superior a 1.700,00 m/s.
2. Excavación en tierras.

En el precio se incluyen los procesos de formación de los posibles caballeros en lugar de empleo y todas las operaciones necesarias y costos asociados para la completa ejecución de la unidad.

Los préstamos no se medirán en origen, ya que su ubicación se deducirá de los correspondientes perfiles de terraplén.

No serán de abono los excesos de excavación sobre las secciones definidas en el Proyecto, o las ordenes escritas del Director de las Obras, ni los rellenos compactados que fueran precisos para reconstruir la sección ordenada o proyectada.

El Director de las Obras podrá obligar al Contratista a rellenar las sobreexcavaciones realizadas, con las especificaciones que aquél estime oportunas, no siendo esta operación de abono.

Todas las excavaciones se medirán una vez realizadas y antes de que sobre ellas se efectúe ningún tipo de relleno. En el caso de que el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el Director de las Obras.

3.2.3 Excavación en zanjas, pozos y cimientos

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y pozos. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, entibación, posibles agotamientos, nivelación y evacuación del terreno, y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

Clasificación de las excavaciones

En este caso la excavación será no clasificada.

Ejecución de las obras

a) Principios generales

El Contratista notificará al Director de las Obras, con la antelación suficiente, el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado. El terreno natural adyacente al de la excavación no se modificará ni removerá sin autorización del Director de las Obras. Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el Director de las Obras autorizará la iniciación de las obras de excavación.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en el Proyecto y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene. No obstante, el Director de las Obras podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario a fin de asegurar una cimentación satisfactoria.

Se vigilarán con detalle las franjas que bordean la excavación, especialmente si en su interior se realizan trabajos que exijan la presencia de personas. También estará obligado el Contratista a efectuar la excavación de material inadecuado para la cimentación, y su sustitución por material apropiado, siempre que se lo ordene el Director de las Obras.

Para la excavación de tierra vegetal se seguirá lo indicado en el apartado 320.3.3 de este Pliego.

Se tomarán las precauciones necesarias para impedir la degradación del terreno de fondo de excavación en el intervalo de tiempo que medie entre la excavación y la ejecución de la cimentación u obra de que se trate.

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

b) Entibación

Si en el Contrato no figurasen excavaciones con entibación y el Director de las Obras, por razones de seguridad, estimase conveniente que las excavaciones se ejecuten con ella, podrá ordenar al Contratista la utilización de entibaciones, sin considerarse esta operación de abono independiente.

La entibación se elevará como mínimo 20 cm por encima de la línea del terreno o de la zanja protectora.

c) Drenaje

Cuando aparezca agua en las zanjas o pozos que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarias para agotarla. El agotamiento desde el interior de una cimentación deberá ser hecho de forma que no provoque la segregación de los materiales que han de componer el hormigón de cimentación, y en ningún caso se efectuará desde el interior del encofrado antes de transcurridas veinticuatro horas desde el hormigonado. El Contratista someterá a la aprobación del Director de las Obras los planos de detalle y demás documentos que expliquen y justifiquen los métodos de construcción propuestos.

d) Taludes

En el caso de que los taludes de las zanjas o pozos, ejecutados de acuerdo con los planos y órdenes del Director de las Obras, resulten inestables y, por tanto, den origen a desprendimientos antes de la recepción de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos.

e) Limpieza del fondo

Los fondos de las excavaciones se limpiarán de todo el material suelto o flojo y sus grietas y hendiduras se rellenarán adecuadamente. Asimismo, se eliminarán todas las rocas sueltas o desintegradas y los estratos excesivamente delgados. Cuando los cimientos apoyen sobre material cohesivo, la excavación de los últimos treinta centímetros (30 cm) no se efectuará hasta momentos antes de construir aquéllos, y previa autorización del Director de las Obras.

f) Empleo de los productos de excavación

Siempre que sea posible, los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos y demás usos fijados en el Proyecto, y se transportarán directamente a las zonas previstas en el mismo, en su defecto, se estará a lo que, al respecto, disponga el Director de las Obras.

Los fragmentos de roca y bolos de piedra que se obtengan de la excavación y que no vayan a ser utilizados directamente en las obras se acopiarán y emplearán, si procede, en la protección de taludes, canalizaciones de agua, defensas contra la posible erosión, o en cualquier otro uso que señale el Director de las Obras. Las rocas o bolos de piedra que aparezcan en la explanada, en zonas de desmonte en tierra, deberán eliminarse, a menos que el Contratista prefiera triturarlos al tamaño que se le ordene.

g) Señalización

Las zanjas abiertas permanecerán perfectamente señalizadas y protegidas, prestando especial atención al periodo nocturno.

h) Excesos inevitables

Los sobreanchos de excavación necesarios para la ejecución de la obra deberán ser aprobados, en cada caso, por el Director de las Obras.

i) Tolerancias de las superficies acabadas

El fondo y paredes laterales de las zanjas y pozos terminados tendrán la forma y dimensiones exigidas en los Planos, con las modificaciones debidas a los excesos inevitables autorizados, y deberán refinarse hasta conseguir una diferencia inferior a cinco centímetros (5 cm) respecto de las superficies teóricas.

Las sobreexcavaciones no autorizadas deberán rellenarse de acuerdo con las especificaciones definidas por el Director de las Obras, no siendo esta operación de abono independiente.

j) Medición y abono

La excavación en zanjas o pozos se abonará por metros cúbicos (m³) deducidos a partir de las secciones en planta y de la profundidad ejecutada.

Se abonarán los excesos autorizados e inevitables.

El precio incluye las entibaciones, agotamientos, señalización y el conjunto de operaciones y costes necesarios para la completa ejecución de la unidad.

No serán de abono los excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección tipo teórica, por defectos imputables al Contratista, ni las excavaciones y movimientos de tierra considerados en otras unidades de obra.

Normativa de referencia

Pliego de prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, Parte 3 Capítulo 2, Artículo 321.

3.3 RELLENOS

3.3.1 Terraplenes

Definición

Esta unidad consiste en la extensión y compactación, por tongadas, de materiales de relleno, en zonas de tales dimensiones que permitan de forma sistemática la utilización de maquinaria pesada con destino a crear una plataforma.

Su ejecución comprende las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie de apoyo del relleno tipo terraplén.
- Extensión de una tongada.
- Humectación o desecación de una tongada.
- Compactación de una tongada.

Las tres últimas operaciones se reiterarán cuantas veces sea preciso.

Zonas de los rellenos tipo terraplén

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

- Coronación: Es la parte superior del relleno tipo terraplén, sobre la que se apoya el firme, con un espesor mínimo de dos tongadas y siempre mayor de cincuenta centímetros (50 cm).
- Núcleo: Es la parte del relleno tipo terraplén comprendida entre el cimient y la coronación.
- Espaldón: Es la parte exterior del relleno tipo terraplén que, ocasionalmente, constituirá o formará parte de los taludes del mismo. No se considerarán parte del espaldón los revestimientos sin misión estructural en el relleno entre los que se consideran, plantaciones, cubierta de tierra vegetal, encachados, protecciones antierosión, etc.
- Cimiento: Es la parte inferior del terraplén en contacto con la superficie de apoyo. Su espesor será como mínimo de un metro (1 m).

Además de los rellenos de la obra de tierras del camino perimetral, también se considerarán como relleno tipo terraplén:

- Los que se habrán de ejecutar en el dique de cierre con material de préstamo (árido procedente de reciclaje de RCD, granulometría 0-40 mm) y armado con geomalla de refuerzo cada tres tongadas de material de préstamo (90 centímetros de altura del dique).
- Los rellenos necesarios para el conformado de los laterales del vaso, con material de préstamo natural (procedente de obras de excavación próximas), o el mismo árido reciclado utilizado en el dique de cierre.
- Los rellenos necesarios para regularizar el fondo de vaso, con materiales procedentes de la propia excavación.

Materiales

a) Criterios generales

Los materiales a emplear en rellenos tipo terraplén serán, con carácter general, suelos o materiales locales que se obtendrán de las excavaciones realizadas en obra, de los préstamos que se definan en el Proyecto o que se autoricen por el Director de las Obras.

Los criterios para conseguir un relleno tipo terraplén que tenga las debidas condiciones irán encaminados a emplear los distintos materiales, según sus características, en las zonas más apropiadas de la obra, según las normas habituales de buena práctica en las técnicas de puesta en obra.

En todo caso, se utilizarán materiales que permitan cumplir las condiciones básicas siguientes:

- Puesta en obra en condiciones aceptables.
- Estabilidad satisfactoria de la obra.
- Deformaciones tolerables a corto y largo plazo, para las condiciones de servicio que se definan en Proyecto.

El Proyecto o, en su defecto, el Director de las Obras, especificará el tipo de material a emplear y las condiciones de puesta en obra, de acuerdo con la clasificación que en los

apartados siguientes se define, así como las divisiones adicionales que en el mismo se establezcan, según los materiales locales disponibles.

Se realizará una caracterización previa puesta en obra del material, en la que se ensayarán y analizarán todos los parámetros físico-químicos necesarios para clasificar el material según los parámetros de PG-3 para terraplenes.

b) Características de los materiales

A los efectos de este artículo, los rellenos tipo terraplén estarán constituidos por materiales que cumplan alguna de las dos condiciones granulométricas siguientes:

- Cernido, o material que pasa, por el tamiz 20 UNE mayor del setenta por ciento ($\# 20 > 70 \%$), según UNE 103.101.
- Cernido o material que pasa, por el tamiz 0,080 UNE mayor o igual del treinta y cinco por ciento ($\# 0,080 \bullet 35 \%$), según UNE 103.101.

Además de los suelos naturales, se podrán utilizar en terraplenes los productos procedentes de procesos industriales o de manipulación humana, siempre que cumplan las especificaciones de este artículo y que sus características físico-químicas garanticen la estabilidad presente y futura del conjunto. En todo caso se estará a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

El Director de las Obras tendrá facultad para rechazar como material para terraplenes, cualquiera que así lo aconseje la experiencia local. Dicho rechazo habrá de ser justificado expresamente en el Libro de Órdenes.

c) Clasificación de los materiales

Suelos seleccionados

Se considerarán como tales aquellos que cumplen las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento ($MO < 0,2 \%$), según UNE 103204.
- Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ($SS < 0,2 \%$), según NLT 114.

- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ($D_{max} 100 \text{ mm}$).
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento ($\# 0,40 15 \%$) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
- Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\# 2 < 80 \%$).
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento ($\# 0,40 < 75 \%$).
- Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento ($\# 0,080 < 25 \%$).
- Límite líquido menor de treinta ($LL < 30$), según UNE 103103.
- Índice de plasticidad menor de diez ($IP < 10$), según UNE 103103 y UNE 103104.

Suelos adecuados

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

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

Suelos tolerables

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

- Contenido en materia orgánica inferior al dos por ciento ($MO < 2 \%$), según UNE 103204.
- Contenido en yeso inferior al cinco por ciento ($\text{yeso} < 5 \%$), según NLT 115.

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

Suelos marginales

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

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

Suelos inadecuados

Se considerarán suelos inadecuados:

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

Ejecución de las obras

a) Preparación de la superficie de apoyo del terraplén

Si el relleno tipo terraplén se construye sobre terreno natural, se efectuará en primer lugar, de acuerdo con lo estipulado en los artículos 300, “Desbroce del terreno” y 320, “Excavación de la explanación y préstamos” del PG-3, el desbroce del citado terreno y la eliminación de la capa de tierra vegetal.

Sin embargo el Proyecto o el Director de las Obras, podrán eximir de la eliminación de la capa de tierra vegetal en rellenos tipo terraplén de más de diez metros (10 m) de altura, donde los asientos a que pueden dar lugar, en particular los diferidos, sean pequeños comparados con los totales del relleno y siempre que su presencia no implique riesgo de inestabilidad.

En rellenos tipo terraplén sobre suelos compresibles y de baja resistencia, sobre todo en el caso de suelos orgánicos o en zonas pantanosas, la vegetación podrá mejorar la sustentación de la maquinaria de movimiento de tierras y facilitar las operaciones de compactación de las primeras tongadas. En estos casos el Proyecto o el Director de las Obras, podrán indicar su posible conservación. Tras el desbroce, se procederá a la excavación y extracción del terreno natural en la extensión y profundidad especificada en el Proyecto.

Una vez alcanzada la cota del terreno sobre la que finalmente se apoyará el relleno tipo terraplén, se escarificará el terreno de acuerdo con la profundidad prevista en el Proyecto y se tratará conforme a las indicaciones relativas a esta unidad de obra, dadas en el artículo 302, “Escarificación y compactación” del PG-3, siempre que estas operaciones no empeoren la calidad del terreno de apoyo en su estado natural.

Cuando lo indique el Proyecto, se extenderán capas de materiales granulares gruesos o láminas geotextiles que permitan o faciliten la puesta en obra de las primeras tongadas del relleno.

Si el relleno tipo terraplén debe construirse sobre un firme preexistente, éste se escarificará y compactará según lo indicado en el artículo 303 “Escarificación y compactación del firme existente” del PG-3.

En las zonas de ensanche o recrecimiento de antiguos rellenos tipo terraplén se prepararán éstos, mediante banquetas u otras actuaciones pertinentes, a fin de conseguir la adecuada unión con el nuevo relleno. Las operaciones encaminadas a tal objeto serán las indicadas en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

Cuando el relleno tipo terraplén haya de asentarse sobre un terreno en el que exista agua superficial, se conducirá el agua fuera del área donde vaya a construirse, antes de comenzar su ejecución, mediante obras que podrán tener el carácter de accesorias, y que se ejecutarán con arreglo a lo previsto para tal tipo de obras en el Proyecto o, en su defecto, siguiendo las instrucciones del Director de las Obras.

Las tongadas susceptibles de saturarse durante la vida del relleno tipo terraplén se construirán, de acuerdo con el Proyecto, con un material en el que la granulometría impida el arrastre de partículas y en el que las deformaciones que puedan producirse al saturarse sean aceptables para las condiciones de servicio definidas en el Proyecto.

Las transiciones de desmonte a relleno tipo terraplén se realizarán, tanto transversal como longitudinalmente, de la forma más suave posible según lo indicado en el Proyecto o en su defecto, excavando el terreno de apoyo hasta conseguir una pendiente no mayor de un medio (1V:2H). Dicha pendiente se mantendrá hasta alcanzar una profundidad por debajo de la explanada de al menos un metro (1 m).

En los rellenos tipo terraplén situado a media ladera, se escalonará la pendiente natural del terreno de acuerdo con lo indicado en el Proyecto. Las banquetas así originadas deberán quedar apoyadas en terreno suficientemente firme. Su anchura y pendiente deberán ser tales que la maquinaria pueda trabajar con facilidad en ellas.

En general y especialmente en las medias laderas donde, a corto y largo plazo, se prevea la presencia de agua en la zona de contacto del terreno con el relleno, se deberán ejecutar las obras necesarias, recogidas en el Proyecto, para mantener drenado dicho contacto.

Dado que las operaciones de desbroce, escarificado y escalonado de las pendientes dejan la superficie de terreno fácilmente erosionable por los agentes atmosféricos, estos trabajos no deberán llevarse a cabo hasta el momento previsto y en las condiciones oportunas para reducir al mínimo el tiempo de exposición, salvo que se recurra a protecciones de la

superficie. La posibilidad de aterramientos de los terrenos del entorno y otras afecciones indirectas deberá ser contempladas en la adopción de estas medidas de protección.

b) Extensión de tongadas

Una vez preparado el apoyo del relleno tipo terraplén, se procederá a la construcción del mismo, empleando los materiales, que se han definido anteriormente, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada final.

El espesor de estas tongadas será el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Dicho espesor, en general y salvo especificación en contra del Proyecto o del Director de las Obras, será de treinta centímetros (30 cm) previo a la compactación. En todo caso, el espesor de tongada ha de ser superior a tres medios ($3/2$) del tamaño máximo del material a utilizar.

El extendido se programará y realizará de tal forma que los materiales de cada tongada sean de características uniformes y, si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada para ello. No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas y sea autorizada su extensión por el Director de las Obras.

Los rellenos tipo terraplén sobre zonas de escasa capacidad de soporte se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo necesario para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria, en general en torno al cuatro por ciento (4%), para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión y evitar la concentración de vertidos. En rellenos de más de cinco metros (5 m) de altura, y en todos aquellos casos en que sea previsible una fuerte erosión de la superficie exterior del relleno, se procederá a la construcción de caballones de tierra en los bordes de las tongadas que, ayudados por la correspondiente pendiente longitudinal, lleven las aguas hasta bajantes dispuestas para controlar las aguas de escorrentía. Se procederá asimismo a la adopción de las medidas

protectoras del entorno, previstas en el Proyecto o indicadas por el Director de las Obras, frente a la acción, erosiva o sedimentaria, del agua de escorrentía.

Salvo prescripción en contra del Proyecto o del Director de las Obras, los equipos de transporte de tierras y extensión de las mismas operarán sobre todo el ancho de cada capa y, en general, en el sentido longitudinal de la vía.

Deberá conseguirse que todo el perfil del relleno tipo terraplén quede debidamente compactado, para lo cual, se podrá dar un sobreancho a la tongada del orden de un metro (1 m) que permita el acercamiento del compactador al borde, y después recortar el talud. En todo caso no serán de abono estos sobreanchos.

c) Humectación/Desecación

En el caso de que sea preciso añadir agua para conseguir el grado de compactación previsto, se efectuará esta operación humectando uniformemente los materiales, bien en las zonas de procedencia (canteras, préstamos), bien en acopios intermedios o bien en la tongada, disponiendo los sistemas adecuados para asegurar la citada uniformidad (desmenuzamiento previo, uso de rodillos "pata de cabra", etc.).

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

d) Compactación

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

Se exigirá una densidad después de la compactación no inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima obtenida en el ensayo Próctor modificado según UNE 103501.

Las zonas de trasdós de obra de fábrica, zanjas y aquellas, que por reducida extensión, u otras causas, no puedan compactarse con los medios habituales tendrá la consideración de rellenos localizados y se estará a lo dispuesto en el artículo 332, "Rellenos localizados" del PG-3.

Limitaciones de la ejecución

Los rellenos tipo terraplén se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados Celsius (2°C), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite, salvo que se justifique adecuadamente la viabilidad de la puesta en obra y la consecución de las características exigidas y esta justificación fuese aceptada por el Director de las Obras.

El Director de las Obras deberá tener en cuenta la influencia de las lluvias antes de aprobar el extendido y compactación del relleno.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible se eliminará el espesor de las tongadas afectado por el paso del tráfico.

Procedimiento de ejecución de terraplén/dique reforzado con geomalla de refuerzo

A continuación se describe el procedimiento para el armado del dique de cierre con geomalla de refuerzo (capaz de soportar más de 140 kN/m, y con una deformación inferior al 5%). El armado del mismo se realizaría cada tres tongadas de material de préstamo (ZA 40, procedente de la valorización de RCD), unos 90 centímetros de altura del terraplén.

a) Preparación de la base

Se debe replantear la cimentación y la cara vista del talud que se desea construir.

El terreno de cimentación debe regularizarse, eliminando blandones, zonas encharcadas, protuberancias rocosas, turbas o arcillas blandas de la base, etc.

La capa de base debe estar bien nivelada de acuerdo con las cotas de cimentación del talud.

Cuando el terreno de cimentación no sea horizontal se realizarán escalones para adaptarse al terreno natural, de acuerdo con los planos de obra. Estos escalones tendrán una diferencia de cota entre sí que será múltiplo del espesor de la tongada. De esta manera, las tongadas serán horizontales.

La banqueta o plataforma sobre la que se apoyará la cara vista del talud debe estar adecuadamente compactada en toda su longitud y en toda su anchura. La precisión con la que se realice esta operación será determinante para conseguir un buen acabado de la cara vista final.

b) Drenaje

La cuenca de excavación realizada se debe drenar adecuadamente. Se debe evitar la llegada de aguas horizontales a la zona del relleno reforzado. El sistema de drenaje planteado debe recoger las aguas y sacarlas por la zona inferior del talud.

c) Geomalla de refuerzo

Se extiende la geomalla de refuerzo dejando la correspondiente longitud de anclaje en la zona de la cara vista del talud. La longitud de anclaje de cada geomalla y la resistencia de la misma dada por el cálculo.

La geomalla se colocará con las fibras resistentes en sentido perpendicular al paramento del talud.

El solape entre 2 paños paralelos de geomalla debe ser de 20 cm.

La geomalla de refuerzo debe extenderse “estirada y sin arrugas”.

La geomalla se fijará al suelo utilizando de “grapas de anclaje” de “alambrón”, de 20 cm de longitud con forma de U. Se colocará una grapa cada dos metros de geomalla, con el fin de que la extensión del material de relleno o el viento no desplace la geomalla ya extendida.

d) Material de relleno

Se extiende y se compacta el material de relleno hasta que el espesor de la tongada sea el predeterminado y la densidad corresponda a la requerida en el cálculo. El material de relleno debe cumplir las hipótesis de partida recogidas en el cálculo del talud.

La compactación mecánica con medios pesados puede realizarse hasta 50 cm del borde, debiendo vigilarse las posibles deformaciones. La compactación del material de relleno debe ser cuidadosa en la zona contigua a la cara vista, para poder mantener la pendiente requerida del talud.

La tongada debe tener una pendiente transversal hacia el trasdós de aproximadamente un 4% para que las aguas superficiales en caso de lluvia sobre una tongada en ejecución, se canalicen hacia el drenaje del trasdós

La maquinaria de extensión y compactación del material de relleno no debe circular directamente sobre la geomalla de armadura. Este tipo de maquinaria pesada debe circular siempre sobre material de relleno previamente descargado y extendido.

La circulación de la maquinaria en el extendido del relleno, se realizará en el sentido en el que se ha realizado el solape lateral de una geomalla de armadura sobre la otra.

Finalmente, en el caso en que el diseño lo requiera, se envuelve la tongada recién compactada con la geomalla de refuerzo, que permanecía por delante de la cara vista, dejando la longitud de anclaje. La geomalla debe quedar “bien estirada”.

e) Nueva tongada

Se extenderá y nivelará adecuadamente la superficie sobre la que se volverá a colocar otra capa de geomalla.

Se realizan las nuevas tongadas y se controla que la pendiente del muro es la requerida. Si hubiera alguna pequeña desviación, se corregirá lo antes posible en las tongadas siguientes.

f) Tierra vegetal y geomalla de control de erosión Fortrac 3D

Sobre el talud reforzado se colocará una capa de tierra vegetal, para nivelar y corregir las posibles irregularidades que hayan podido surgir en cada tongada del talud.

La tierra vegetal debe tener un elevado porcentaje de partículas finas con buena retención de agua para facilitar el arraigo de la vegetación.

La tierra vegetal no debe estar excesivamente húmeda en el momento de su puesta en obra.

Sobre la tierra vegetal se colocará una geomalla de control de erosión Fortrac 3D, que quedará fijada en la coronación del talud mediante una zanja de anclaje. Los paños deberán anclarse al terreno mediante grapas o U metálicas.

Sobre la geomalla de control de erosión se colocará otra capa de tierra vegetal, que la cubrirá.

g) Acabado vegetal

El acabado vegetal se consigue realizando una hidrosiembra sobre el talud con la composición de semillas adecuada.

La siembra sólo se puede realizar durante la época adecuada, en primavera y otoño, aunque en casos de condiciones climáticas frescas y húmedas se puede llevar a cabo fuera de estos períodos.

La siembra se realizará en dos etapas mediante una hidrosembradora:

- Que distribuye las semillas por aspersión en una sola fase de trabajo, acompañada de un mulch (material orgánico con gran capacidad de retención de agua) especial de cobertura.
- Que aporta una capa orgánica “de tapado” para favorecer el nacimiento de las semillas.

Las distintas mezclas de semillas deben ser elegidas en función de la exposición, el suelo, la altitud y la pluviometría. Un especialista local es el que mejor conoce la composición y el porcentaje de semillas adecuado.

Resulta de extrema importancia realizar adecuadamente la hidrosiembra, ya que es un aspecto al que no se le da la importancia que tiene y que determina el aspecto final del muro ejecutado.

Medición y abono

Los rellenos tipo terraplén se abonarán por metros cúbicos (m³), medidos sobre los planos de perfiles transversales, siempre que los asientos medios del cimiento debido a su compresibilidad sean inferiores, según los cálculos del Proyecto, al dos por ciento (2%) de la altura media del relleno tipo terraplén.

En caso contrario podrá abonarse el volumen de relleno correspondiente al exceso ejecutado sobre el teórico, siempre que este asiento del cimiento haya sido comprobado mediante la instrumentación adecuada, cuya instalación y coste correrá a cargo del Contratista.

No serán de abono los rellenos que fuesen necesarios para restituir la explanación a las cotas proyectadas debido a un exceso de excavación o cualquier otro caso de ejecución incorrecta imputable al Contratista ni las creces no previstas en PG-3, en el Proyecto o

previamente autorizadas por el Director de las Obras, estando el Contratista obligado a corregir a su costa dichos defectos sin derecho a percepción adicional alguna.

Salvo que el Proyecto indique lo contrario, se aplicará el mismo precio unitario a todas las zonas del terraplén.

Normativa de referencia

Pliego de prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, Parte 3 Capítulo 3, Artículo 330.

3.3.2 Rellenos localizados

Definición

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos, procedentes de excavaciones o préstamos, en relleno de zanjas, trasdós de obras de fábrica, cimentación o apoyo de estribos o cualquier otra zona, que por su reducida extensión, compromiso estructural u otra causa no permita la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución del resto del relleno, o bien exija unos cuidados especiales en su construcción.

No se consideran incluidos dentro de esta unidad los rellenos localizados de material con misión específica drenante, a los que hace referencia el artículo 421, "Rellenos localizados de material drenante" del PG-3 y que se realizarán de acuerdo a este último.

Zona de los rellenos

Serán fundamentalmente los necesarios para el relleno de zanjas, rellenos de las zonas laterales del camino perimetral y los diques de anclaje de la impermeabilización en los taludes del vaso.

Materiales

Se utilizarán suelos seleccionados provenientes de préstamo en el caso de los rellenos de bermas y productos procedentes de la excavación en el resto de los casos.

Se emplearán suelos seleccionados, siempre que su CBR según UNE 103502, correspondiente a las condiciones de compactación exigidas, sea superior a diez (10) y en el caso de trasdós de obra de fábrica superior a veinte (20).

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

Equipo necesario para la ejecución de las obras

Se seguirá lo dispuesto en el apartado 332.4. del PG-3.

Ejecución de las obras

a) Preparación de la superficie

En las zonas de ensanche o recrecimiento de antiguos rellenos se prepararán éstos a fin de conseguir su unión con el nuevo relleno. Las operaciones encaminadas a tal objeto serán las indicadas en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

Si el material procedente del antiguo talud, cuya remoción sea necesaria, es del mismo tipo que el nuevo y cumple las condiciones exigidas para la zona de relleno de que se trate, se mezclará con el del nuevo relleno para su compactación simultánea; en caso contrario, el Director de las Obras decidirá si dicho material debe transportarse a vertedero.

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas fuera del área donde vaya a construirse el relleno antes de comenzar la ejecución. Estas obras, que tendrán el carácter de accesorias, se ejecutarán con arreglo a lo previsto para tal tipo de obras en el Proyecto o, en su defecto, a las instrucciones del Director de las Obras.

Salvo en el caso de zanjas de drenaje, si el relleno hubiera de construirse sobre terreno inestable, turba o arcilla blanda, se asegurará la eliminación de este material o su estabilización.

b) Extensión y compactación

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de

compactación exigido. Salvo especificación en contra del Proyecto o del Director de las Obras, el espesor de las tongadas medido después de la compactación no será superior a veinticinco centímetros (25 cm).

Los espesores finales de las tongadas se señalarán y numerarán con pintura, según el caso, en el trasdós de la obra de fábrica, paramentos o cuerpo de la tubería, para el adecuado control de extendido y compactación.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Se exigirá una densidad después de la compactación, en coronación, no inferior al cien por cien (100 %) de la máxima obtenida en el ensayo Próctor modificado según UNE 103501 y, en el resto de las zonas, no inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la misma. En todo caso la densidad obtenida habrá de ser igual o mayor que la de las zonas contiguas del relleno.

c) Relleno de zanjas para instalaciones de tuberías

En el caso de zanja serán de aplicación los apartados anteriores en tanto en cuanto no contraríen a lo expuesto en este apartado, en otro caso será de aplicación lo aquí expuesto.

La decisión sobre la cama de apoyo de la tubería en el terreno, granular o de hormigón, y su espesor, dependerá del tipo de tubo y sus dimensiones, la clase de juntas y la naturaleza del terreno, vendrá definida en el Proyecto o, en su defecto, será establecida por el Director de las Obras.

Una vez realizadas, si procede, las pruebas de la tubería instalada, para lo cual se habrá hecho un relleno parcial de la zanja dejando visibles las juntas, se procederá al relleno definitivo de la misma, previa aprobación del Director de las Obras.

El relleno de la zanja se subdividirá en dos zonas: la zona baja, que alcanzará una altura de unos treinta centímetros (30 cm) por encima de la generatriz superior del tubo y la zona alta que corresponde al resto del relleno de la zanja.

En la zona baja el relleno será de material no plástico, preferentemente granular, y sin materia orgánica. El tamaño máximo admisible de las partículas será de cinco centímetros (5 cm), y se dispondrán en capas de quince a veinte centímetros (15 a 20 cm) de espesor,

compactadas mecánicamente hasta alcanzar un grado de compactación no menor del noventa y cinco por ciento (95 %) del Próctor modificado según UNE 103501.

En la zona alta de la zanja el relleno se realizará con un material que no produzca daños en la tubería. El tamaño máximo admisible de las partículas será de diez centímetros (10 cm) y se colocará en tongadas pseudoparalelas a la explanada, hasta alcanzar un grado de compactación no menor del cien por cien (100 %) del Próctor modificado, según UNE 103501.

En el caso de zanjas excavadas en terraplenes o en rellenos todo-uno la densidad obtenida después de compactar el relleno de la zanja habrá de ser igual o mayor que la de los materiales contiguos. En el caso de zanjas sobre terrenos naturales o sobre pedraplenes, este objetivo habrá de alcanzarse si es posible. En caso contrario, se estará a lo indicado por el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras, pero en ningún caso, por debajo de los valores mínimos de densidad indicados en los párrafos anteriores de PG-3.

Se prestará especial cuidado durante la compactación de los rellenos, de modo que no se produzcan ni movimientos ni daños en la tubería, a cuyo efecto se reducirá, si fuese necesario, el espesor de las tongadas y la potencia de la maquinaria de compactación.

Cuando existan dificultades en la obtención de los materiales indicados o de los niveles de compactación exigidos para la realización de los rellenos, el Contratista podrá proponer al Director de las Obras, una solución alternativa sin sobre coste adicional.

Limitaciones de la ejecución

Los rellenos localizados se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados Celsius (2°C); debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación.

Medición y abono

Los rellenos localizados se abonarán por metros cúbicos (m³) medidos sobre los planos de perfiles transversales.

El precio incluye la obtención del suelo, cualquiera que sea la distancia del lugar de procedencia, carga y descarga, transporte, colocación, compactación y cuantos medios, materiales y operaciones intervienen en la completa y correcta ejecución del relleno, no siendo, por lo tanto, de abono como suelo procedente de préstamos, salvo especificación en contra.

El precio será único, cualquiera que sea la zona del relleno y el material empleado, salvo especificación en contra del Proyecto.

Normativa de referencia

Pliego de prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, Parte 3 Capítulo 3, Artículo 332.

3.3.3 Rellenos tipo todo uno

Definición

Esta unidad define el suministro, puesta en obra, extensión y compactación por tongadas de los materiales definidos en Proyecto, cuyas características se corresponden con las indicadas en el artículo 333 del PG-3 “Terraplenes”, Orden FOM/1382/2002.

Su ejecución comprende las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie de apoyo del material de terraplén.
- Suministro, en su caso excavación, carga y transporte del material de préstamo.
- Extensión de la tongada.
- Humectación u oreo, cuando sea necesario.
- Compactación de la tongada por medios mecánicos.

Las dos últimas operaciones se reiterarán cuantas veces sea preciso, hasta alcanzar la compactación solicitada por la Dirección de las Obras (95% P.M.).

Materiales

Los materiales a emplear procederán de la excavación de materiales en la propia obra, de acopios cercanos existentes en el emplazamiento o de préstamo de otras obras cercanas al ámbito de Proyecto.

Previo a la puesta en obra, se realizará una caracterización del material, en la que se ensayarán y analizarán todos los parámetros físico-químicos necesarios para clasificar el material según los parámetros de PG-3 para rellenos tipo todo uno.

a) Granulometría

El material para rellenos todo-uno será aquel que tenga condiciones granulométricas intermedias de las necesarias para ser considerado material para pedraplén y material para terraplén. Es decir, aquellos que cumplen las condiciones siguientes:

- Materiales cuyo contenido en finos (material que pasa por el tamiz 0,08 UNE) es inferior al treinta y cinco por ciento (35%) y cuyo contenido de partículas que pasen por el tamiz 20 UNE es inferior al setenta por ciento (70%) y superior al treinta por ciento (30%), según UNE 103001.
- Materiales cuyo contenido en peso de partículas que pasan por el tamiz 20 UNE es inferior al treinta por ciento (30%), pero tienen un contenido en finos (material que pasa por el tamiz 0,08 UNE) superior al diez por ciento (10%).
- Además, también se consideran materiales para rellenos todo-uno aquellos que cumplen las condiciones de pedraplén, pero en los que el tamaño máximo es inferior a cien milímetros (100 mm).

Las condiciones granulométricas anteriores corresponden al material compactado y los porcentajes se refieren al peso total de la muestra.

Los materiales para rellenos todo-uno que no cumpliendo los requisitos necesarios para ser utilizados como material para terraplenes ni para pedraplenes, cumplan las condiciones granulométricas anteriores pero que tengan un tamaño máximo superior a trescientos milímetros (300 mm), requieren un estudio especial, aprobado por el Director de las Obras, para su utilización en rellenos todo-uno.

b) Calidad del material

Para su empleo distinguiremos dos tipos de materiales; el todo-uno con productos de la propia obra o con materiales de préstamo (rocas evolutivas) y el todo-uno con materiales procedentes de cantera (rocas estables).

Rocas estables:

Se consideran rocas estables aquellas que teniendo una composición mineralógica estable químicamente, también lo son frente a la acción del agua.

Se consideran rocas estables frente al agua los que sometidos a un ensayo de desmoronamiento, según NLT 255, no manifiestan fisuración y la pérdida de peso es inferior al dos por ciento (2%).

Rocas evolutivas:

Son aquellas que sometidos a un ensayo de desmoronamiento según NLT 255, manifiestan fisuración o desintegración, o la pérdida de peso que sufren es superior al dos por ciento (2%).

En general estarán constituidas por rocas ígneas alteradas y rocas sedimentarias o metamórficas poco compactas o arcillosas.

En el caso de rocas evolutivas, si la fracción que pasa por el tamiz 20 UNE tuviera las características de suelos marginales e inadecuados según el presente Pliego se clasificarán como "rocas marginales" y, para su utilización, será necesario un estudio especial, aprobado por el Director de las Obras, que, teniendo en cuenta el porcentaje de finos, los agentes externos y la zona dentro del relleno, permita definir la forma de puesta en obra.

Rocas con sulfuros oxidables:

Las rocas que al ensayarse según UNE 83.120, se determine que contienen piritas u otros sulfuros oxidables se consideraran "rocas marginales" y para su uso será necesario un estudio especial, aprobado por el Director de las Obras, sobre su degradación y el posible ataque a las obras de fábrica de las aguas con ácido sulfúrico, generado por las piritas al oxidarse los sulfuros.

Rocas con minerales solubles:

Los minerales solubles que aquí se contemplan, son el yeso y otras sales como el cloruro sódico, sulfato magnésico, etc.

Las rocas con contenido de sales solubles en agua, diferentes del yeso, superior al uno por ciento (1 %), se considerarán rocas marginales y para su uso será necesario un estudio especial aprobado por el Director de las Obras.

Las rocas con contenido en yeso hasta el cinco por ciento (5%) se pueden utilizar sin precauciones adicionales.

Cuando el contenido en yeso esté entre el cinco y el veinte por ciento (5 a 20%), solamente se utilizarán en el núcleo, haciendo espaldones que impidan la circulación del agua hacia el interior.

Las rocas con contenidos en yeso por encima del veinte por ciento (20%) se considerarán rocas marginales y su uso requiere un estudio especial aprobado por el Director de las Obras.

Rocas con minerales combustibles:

Se contemplan aquí esencialmente los denominados estériles del carbón. Cuando el contenido en materia orgánica sea superior al dos por ciento (2%) se considerarán rocas marginales y para su uso será necesario un estudio especial aprobado por el Director de las Obras.

c) Estudios especiales

Los materiales que no cumpliendo los requisitos necesarios para ser utilizados como material para terraplenes, cumplan las condiciones granulométricas de tipo todo-uno según artículo 330 "Rellenos todo-uno", podrán utilizarse en algunas zonas de la obra siempre que su uso se justifique mediante estudio especial, aprobado por el Director de las Obras. En todo caso, han de tener un tamaño máximo de grano inferior a cien milímetros (100 mm),

El Director de las Obras tendrá facultad para exigir los estudios especiales que estime oportunos sobre los materiales a utilizar cuando así lo aconseje la experiencia local.

Este "Estudio de usos de materiales de préstamo" deberá contemplar explícitamente y con detalle al menos los siguientes aspectos.

- Determinación y valoración de las propiedades geotécnicas que confieren al material su carácter de marginal o inadecuado.

- Influencia de dichas características en los diferentes usos del material dentro de la obra.
- Posible influencia en el comportamiento o evolución de otras zonas u elementos de la obra.
- Estudio pormenorizado en donde se indique las características geotécnicas, así como la evolución futura de estas características.
- Conclusión justificada de los posibles usos del material en estudio.
- Cuidados, disposiciones constructivas y prescripciones técnicas a adoptar para los diferentes usos del material dentro de la obra.

Empleo

a) Empleo de los materiales de préstamo

El Proyecto o, en su defecto, el Director de las Obras, definirá los lugares concretos a que deben destinarse los materiales procedentes de cada zona de excavación o préstamo.

b) Eliminación de materiales inadecuados al excavar

Antes de iniciarse la excavación de los materiales de préstamo se eliminarán los suelos vegetales, restos orgánicos, cualquier contaminación o residuo ajeno al material a excavar.

Se eliminarán asimismo las zonas de terreno inadecuado que aparezcan en el interior del préstamo durante la excavación de éste.

Equipo necesario para la ejecución de las obras

Los equipos de transporte, extendido, humectación y compactación serán suficientes para garantizar la ejecución de la obra de acuerdo con las exigencias de presente Pliego y deberán asimismo ser aprobados expresamente por el Director de las Obras, previa propuesta del Contratista.

Ejecución de las obras

a) Preparación de la superficie de asiento

Tras el desbroce, se procederá a la excavación y extracción del material que se considere necesario para constituir la superficie de apoyo, en la extensión y profundidad especificadas en el Proyecto.

Cuando lo indique el Proyecto o a criterio de la Dirección de Obra, se extenderán materiales tipo todo-uno o geotextiles que permitan o faciliten la puesta en obra de las primeras tongadas del relleno de adecuación.

Una vez alcanzada la cota del terreno sobre la que finalmente se apoyará el relleno, se compactará con las condiciones exigidas por el Proyecto, siempre que estas operaciones no empeoren la calidad del terreno de apoyo en su estado natural.

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que exista agua superficial, se conducirá el agua fuera del área donde vaya a construirse, antes de comenzar su ejecución, mediante obras que podrán tener el carácter de accesorias, y que se ejecutarán con arreglo a lo previsto para tal tipo de obras en el Proyecto o, en su defecto, siguiendo las instrucciones del Director de las Obras.

En forma general, donde se prevea la presencia de agua en la zona de ejecución del relleno, se deberán ejecutar en planta y profundidad las obras necesarias, para mantener drenado dicho material.

Dado que las operaciones de desbroce, escarificado y preparación de la superficie del terreno dejan a éste fácilmente erosionable por los agentes atmosféricos, estos trabajos no deberán llevarse a cabo hasta el momento preciso y en las condiciones oportunas para reducir al mínimo el tiempo de exposición, salvo que se recurra a protecciones dicha superficie.

La posibilidad de aterramientos de los terrenos del entorno y otras afecciones indirectas deberán ser contempladas en la adopción de estas medidas de protección.

b) Excavación, carga y transporte de material

Los trabajos de excavación se ejecutarán de manera que la granulometría y forma de los materiales resultantes sea adecuada para su empleo, con arreglo al presente artículo.

En caso necesario, después de la excavación, se procederá a la eliminación o troceo de los elementos singulares que tengan forma o dimensiones inadecuadas, según indique el Director de las Obras, y sin coste añadido alguno.

La carga de los productos de excavación y su transporte al lugar de empleo se llevará a cabo bajo la supervisión de la Dirección de obra.

c) Extensión de las tongadas

Una vez preparada la base de apoyo del terraplén, se procederá a la construcción del mismo, empleando los materiales que se han definido anteriormente, los cuales serán extendidos en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada.

El espesor de las tongadas será el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga en toda la tongada el grado de compactación deseado.

Salvo autorización expresa del Director de las Obras, el espesor máximo de las tongadas, una vez compactadas, no será superior a veinte centímetros (20 cm).

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria, en general en torno al cuatro por ciento (4%), para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión y evitar la concentración de vertidos. Se procederá a la adopción de las medidas protectoras del entorno frente a la acción del agua de escorrentía, erosiva o sedimentaria, previstas en el Proyecto o indicadas por el Director de las Obras.

Deberá conseguirse que todo el perfil del relleno quede debidamente compactado, para lo cual, si fuera necesario podrá dar un sobreebanco a la tongada que permita el acercamiento del compactador al borde, y después recortar el talud. En todo caso no serán de abono estos sobreebanco.

d) Compactación

El método de compactación elegido deberá garantizar la obtención de las compacidades mínimas necesarias. Con este objeto deberá elegirse adecuadamente, para cada zona del relleno, la granulometría del material, la humedad adecuada, el espesor de tongada, el tipo de maquinaria de compactación y el número de pasadas del equipo. Estas variables se

determinarán a la vista de los resultados obtenidos durante la puesta a punto del método de trabajo, según se indica en el apartado 330.5 del PG-3.

El terraplén se compactará, como mínimo, al 95% P.M.

Si en la compactación se utilizan rodillos vibratorios, el peso estático del equipo no deberá ser inferior a ocho toneladas (12 t).

Las zonas que por su reducida extensión, difícil acceso, gálibo reducido o cualquier otra causa, no puedan compactarse de forma convencional con rodillo vibratorio, deberán utilizarse otros medios como pisonos tipo “rana” o bandejas vibratorias para, en cualquier caso, obtenerse finalmente de la misma forma que con el rodillo una compactación del 95% P.M.

e) Puesta a punto del método de trabajo

El Contratista propondrá por escrito al Director de las Obras el método de construcción que considere más adecuado para cada tipo de material a emplear, de manera que se cumplan las prescripciones indicadas en el presente Pliego. En la propuesta se especificará:

- Características de toda la maquinaria a utilizar.
- Método de excavación, carga y transporte de los materiales.
- Método de extensión
- Espesor de tongadas, método de compactación y número de pasadas del equipo.
- Procedimiento de ajuste de la humedad.
- Experiencias, con materiales análogos, del método de ejecución propuesto.
- Posible beneficio o aumento de la compactación por riego posterior a la compactación de la tongada.

La aprobación por el Director de las Obras del método de trabajo propuesto, estará condicionada a su ensayo en obra.

Dicho ensayo consistirá en la construcción de un terraplén experimental con un volumen no inferior a cien metros cúbicos (100 m³), con objeto de comprobar la idoneidad del método propuesto o proceder a adaptarlo al caso considerado. Como mínimo, se harán cuatro (4) tongadas con una anchura mínima de cuatro metros (4 m).

Durante la construcción del relleno experimental se determinará la granulometría del material extendido, y la granulometría, humedad y densidad seca del material compactado. Para determinar estos valores se utilizarán métodos de isótopos radiactivos in situ, y muestras representativas, de volumen no inferior a un metro cúbico (1 m³). Se efectuarán al menos cinco (5) ensayos de cada tipo. Asimismo, se inspeccionarán las paredes de las calicatas realizadas en el relleno para determinar las características del material compactado. Dichas calicatas afectarán a todo el espesor de la tongada y tendrán una superficie mínima de un metro cuadrado (1 m²).

Se determinarán, la densidad media del material compactado y se realizarán ensayos de huella.

También se podrá controlar el comportamiento del material mediante otras técnicas, siempre que sean debidamente aprobadas por el Director de las Obras, tales como, ensayo de carga con placa.

A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las Obras decidirá sobre la conveniencia de aprobar, modificar o rechazar el método propuesto.

La variación sensible de las características de los materiales del relleno, a juicio del Director de las Obras, exigirá la reconsideración del método de trabajo.

f) Control de la compactación

Durante la ejecución de las tongadas, se controlará que el procedimiento operativo es el aprobado en el método experimental en lo que se refiere a maquinaria, espesor de tongadas, métodos de ajuste de humedad, tamaño máximo del material y número de pasadas.

Limitaciones de la ejecución

Los rellenos se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados Celsius (2°C). Los trabajos se deben suspender cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite, salvo que se justifique adecuadamente y sea aprobada explícitamente por el Director de las Obras la viabilidad de la puesta en obra y la consecución de las características exigidas.

El Director de las Obras deberá tener en cuenta la influencia de las lluvias antes de aprobar el extendido y compactación del relleno.

Sobre las capas en ejecución se prohíbe la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es factible, se eliminará el espesor de tongada afectado por el paso del tráfico.

Tolerancias de las superficies acabadas

Las superficies acabadas del núcleo y de la zona de transición se comprobarán mediante estacas de refino, niveladas con precisión centimétrica, situadas en el eje y en los bordes de perfiles transversales que disten entre si no más de veinte metros (20 m).

Medición y abono

Los rellenos se abonarán por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados, medidos sobre los Planos de perfiles transversales, independientemente de cuál sea su medición final.

Salvo que el Proyecto indique lo contrario, se aplicará el mismo precio unitario a todas las zonas del relleno.

Se considerará incluido en el precio del metro cúbico (m³) el coste adicional de la excavación, carga, descarga, acopios intermedios, transporte, extendido y compactado, hasta la aprobación de la Dirección de las obras.

No serán de abono los rellenos que fuesen necesarios para restituir la explanación a las cotas proyectadas debido, a un exceso de excavación o cualquier otro defecto de construcción imputable al Contratista, estando el Contratista obligado a corregir dichos defectos sin derecho a percepción adicional alguna.

Normativa de referencia

Pliego de prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, Parte 3 Capítulo 3, Artículo 333.

3.3.4 Relleno de material drenante

Definición 3.3.4.1

Consisten en la extensión de material drenante, limpio y libre de finos, con función de filtro y protección antierosiva, en superficies, zanjas, trasdoses de muros, obras de fábrica, o cualquier otra zona que se encuentre reflejada en Proyecto.

Materiales

a) Naturaleza y condiciones generales

Los materiales drenantes a emplear serán áridos reciclados de RCD, limpio y seleccionado (sólo de hormigón y cerámicos), con granulometría entre 20 y 60 mm.

Estarán exentos de arcilla, margas y otros materiales extraños.

El Contratista propondrá al Director de las Obras el material a utilizar, y antes de su empleo deberá contar con la aprobación explícita de éste.

b) Composición granulométrica

El tamaño máximo no será, en ningún caso, superior a setenta y seis milímetros (76 mm), y el cernido ponderal acumulado por el tamiz 0,080 UNE no rebasará el cinco por ciento (5 %).

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

- (a) $F_{15} / d_{85} < 5$;
- (b) $F_{15} / d_{15} > 5$;
- (c) $F_{50} / d_{50} < 25$;

Asimismo el coeficiente de uniformidad del filtro será inferior a veinte ($F_{60} / F_{10} < 20$).

En el caso concreto del material drenante situado junto a los tubos o mechinales, deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Si se utilizan tubos perforados: $F_{85} / (\text{diámetro del orificio}) > 1$
- Si se utilizan tubos con juntas abiertas: $F_{85} / (\text{apertura de la junta}) > 1,2$
- Si se utilizan tubos de hormigón poroso: $F_{85} / (d_{15} \text{ del árido del tubo}) > 0,2$
- Si se drena por mechinales: $F_{85} / (\text{diámetro del mechinal}) > 1$

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

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

- $F_{15} < 1 \text{ mm}$

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

- $0,1 \text{ mm} < F_{15} < 0,4 \text{ mm}$

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

- Tamaño máximo del árido comprendido entre veinte milímetros (20 mm) y ochenta milímetros (80 mm).
- Coeficiente de uniformidad menor de cuatro ($F_{60} / F_{10} < 4$).

c) Plasticidad

El material drenante será no plástico, y su equivalente de arena determinado según UNE EN 933-8 será superior a treinta ($EA > 30$).

d) Calidad

El coeficiente de desgaste de los materiales de origen pétreo, medido por el ensayo de Los Ángeles, según UNE EN 1097-2, será inferior a cuarenta (40). Los materiales de otra naturaleza deberán poseer una estabilidad química y mecánica suficiente, de acuerdo con los criterios establecidos en el Proyecto y la aprobación de la Dirección de las obras.

Ejecución de las obras

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

a) Acopios

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite la segregación y contaminación del mismo. En especial, se tendrán presentes las siguientes precauciones: evitar una exposición prolongada del material a la intemperie, formar los acopios sobre una superficie que no contamine al material, evitar la mezcla de distintos tipos de materiales.

Se eliminarán de los acopios todas las zonas segregadas o contaminadas por polvo, por contacto con la superficie de apoyo, o por inclusión de materiales extraños. Durante el transporte y posterior manipulación hasta su puesta en obra definitiva, se evitará toda segregación por tamaños y la contaminación por materiales extraños.

b) Preparación de la superficie de asiento

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas, fuera del área donde vaya a construirse el relleno, antes de comenzar su ejecución. Estas obras, que tendrán el carácter de accesorias, se ejecutarán con arreglo a lo indicado en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

c) Ejecución de las tongadas. Extensión y compactación

Los materiales del relleno se extenderán en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente horizontal. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga, en todo su espesor, el grado de compactación exigido.

En general y salvo indicación en contra del Proyecto o del Director de las Obras se usarán tongadas de veinte centímetros (20 cm). Cuando una tongada deba estar constituida por materiales de distinta granulometría, se adoptarán las medidas necesarias para crear entre ellos una superficie continua de separación.

El relleno de trasdós de obras de fábrica se realizará de modo que no se ponga en peligro la integridad y estabilidad de las mismas, según propuesta, por escrito y razonada, del Contratista y aceptada por el Director de las Obras.

Antes de proceder a extender cada tipo de material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar la segregación durante su puesta en obra y para conseguir el grado de compactación exigido. Si la humedad no es adecuada se adoptarán las medidas necesarias para corregirla, sin alterar la homogeneidad del material.

El grado de compactación a alcanzar en cada tongada dependerá de la ubicación de la misma. En general y salvo especificación en contra del Proyecto o del Director de las Obras se compactarán las tongadas hasta alcanzar un índice de densidad superior al ochenta por ciento (80 %) y en ningún caso dicho grado de compactación será inferior al mayor de los que posean los terrenos o materiales adyacentes situados a su mismo nivel.

Cuando se trata de rellenos localizados en torno a tuberías y hasta una altura de treinta centímetros (30 cm) por debajo de la generatriz superior de la tubería, salvo indicación en contra del Proyecto o del Director de las Obras, el tamaño máximo de las partículas no será superior a dos centímetros (2 cm), las tongadas serán de diez centímetros (10 cm) y se compactarán hasta un índice de densidad no inferior al setenta y cinco por ciento (75 %). Se prestará especial cuidado durante la compactación para no producir movimientos ni daños en la tubería a cuyo efecto se reducirá, si fuese necesario, el espesor de tongada y la potencia de la maquinaria de compactación.

En todo caso los medios de compactación serán los adecuados para no producir finos adicionales por trituración del material, y en todo caso deberán ser sometidos a la aprobación del Director de las Obras.

d) Protección del relleno

Los trabajos se realizarán de modo que se evite en todo momento la contaminación del relleno por materiales extraños, o por la circulación, a través del mismo, de agua de lluvia cargada de partículas finas. A tal efecto, los rellenos se ejecutarán en el menor plazo posible y, una vez terminados, se cubrirán, de forma provisional o definitiva, para evitar su contaminación.

También se adoptarán las precauciones necesarias para evitar la erosión o perturbación de los rellenos en ejecución, a causa de las lluvias, así como los encharcamientos superficiales de agua.

Si, a pesar de las precauciones adoptadas, se produjera la contaminación o perturbación de alguna zona del relleno, se procederá a eliminar el material afectado y a sustituirlo por material en buenas condiciones.

La parte superior de la zanja, cuando no lleve inmediatamente encima cuneta de hormigón ni capa drenante del firme, se rellenará con material impermeable, para impedir la colmatación por arrastres superficiales y la penetración de otras aguas diferentes de aquellas a cuyo drenaje está destinada la zanja.

Limitaciones de la ejecución

Los rellenos localizados de material drenante se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a cero grados Celsius (0°C), debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico, hasta que se haya completado su compactación. Si ello no fuera posible, deberán ser corregidas mediante la eliminación o sustitución del espesor afectado por el paso del tráfico.

Medición y abono

Las distintas zonas de rellenos localizados de material drenante, no incluidos en otra unidad de obra como por ejemplo "Zanjas drenantes", se abonarán por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados, si lo han sido de acuerdo con el Proyecto y las órdenes escritas del Director de las Obras, medidos sobre los planos de perfiles transversales, no siendo de pago las demasías por exceso de excavación, delimitación de zona, mediciones incluidas en otras unidades de obra, etc.

No serán de abono la eliminación y sustitución de las zonas de relleno afectadas por contaminación o perturbación.

Normativa de referencia

Pliego de prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, Parte 4 Capítulo 3, Artículos 420 y 421.

3.3.5 Transporte adicional

Definición

Se define como transporte adicional el correspondiente a recorridos adicionales para envío de los materiales excavados a diferentes zonas dentro del vertedero (fuera del área de obras y de la parcela aneja a la nueva celda).

Sólo se aplicará este suplemento a aquellos transportes a distancia igual o superior a 2,5 km, medidos desde el punto de excavación hasta el punto de vertido o empleo y sin incluir el trayecto de retorno en vacío del vehículo de transporte.

En ningún caso se aplicará este concepto a los transportes que realice el Contratista como consecuencia de haber escogido voluntariamente procedencias de materiales, o zonas de depósito o vertedero.

Ejecución del transporte

Los transportes adicionales se efectuarán en vehículos adecuados para el material que se desee transportar, provistos de los elementos que se precisen para evitar cualquier alteración perjudicial del material transportado y su posible vertido sobre las rutas empleadas.

Medición y abono

El transporte adicional se abonará por metros cúbicos-kilómetro ($m^3 \times km$), obtenidas como producto del volumen de materiales a transportar en metros cúbicos (m^3) por la longitud del recorrido adicional, en kilómetros (km).

3.3.6 Formación de acopios, caballones y rellenos

Definición

Se define como la formación de acopios, caballones o rellenos en áreas y parcelas designadas por el Director de las Obras, sin que la ejecución de los mismos requiera la precisión, acabados y calidades de un relleno tipo terraplén.

Ejecución

La ejecución se realizará mediante extendido con bulldozer o motoniveladora, refinando taludes y compactando si así lo requiriese el Director de las Obras.

El espesor de las tongadas será definido por el Director de las Obras, en función del tipo de material, zona de vertido y uso posterior del acopio, caballón o relleno.

3.3.6.3 Medición y abono

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m³), obtenidos según perfiles transversales.

La unidad incluye la ejecución de todas aquellas actividades necesarias para la total terminación de la unidad: rampas y caminos de acceso, compactaciones, refinados, etc.

3.4 TERMINACIÓN DE LOS MOVIMIENTOS DE TIERRAS

3.4.1 Terminación y refino de la explanada

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de la explanada.

Ejecución de las obras

Se seguirá lo dispuesto en el apartado 340.2. del PG-3.

Tolerancias de acabado 3.4.1.3

Se seguirá lo dispuesto en el apartado 340.3. del PG-3.

Medición y abono

La terminación y refino de la explanada se considerará incluida dentro de las unidades de excavación o terraplén, según sea el caso.

3.4.2 Refino de taludes

Definición

Consiste en las operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de los taludes de terraplenes y desmontes.

Ejecución de las obras

Se seguirá lo dispuesto en el apartado 341.2. del PG-3.

Medición y abono

Se considerará esta unidad incluida dentro de las unidades de excavación y relleno tipo terraplén.

4. DRENAJE

4.1 CUNETAS

4.1.1 Cunetas de hormigón ejecutadas en obra

Definición

Se definen como cunetas de hormigón ejecutadas en obra, a las cunetas abiertas en el terreno y revestidas de hormigón.

Para la recogida y conducción de aguas superficiales, mediante cunetas, canales y acequias de hormigón ejecutadas “in situ”, distinguiremos los siguientes apartados:

a) Preparación del terreno, que comprende:

- Excavación en todo tipo de terreno y refino de taludes.
- Transporte y descarga, incluso canon de vertido.
- Nivelación de pendiente de vértice del fondo y uniformización si fuese necesario.
- Agotamientos y drenajes provisionales que se precisasen.

b) Suministro, puesta en obra y acabado superficial del hormigón.

c) Limpieza y mantenimiento de la cuneta o canal hasta la recepción de la obra.

Materiales

Los materiales a emplear serán HM-20 y acero B500S, debiendo cumplir las especificaciones contenidas en PG-3 y en la instrucción EHE-08.

El hormigón deberá presentar una consistencia blanda.

Las cunetas revestidas de hormigón (sin armado) se realizarán en hormigón HM-20.

Ejecución de las obras

El tipo de cuneta revestida y ejecutada “in situ” en el presente Proyecto podrán ser las siguientes:

- Cuneta triangular.
- Cuneta trapecial.
- Cuneta o canal rectangular.
- Con o sin encachado de piedra.

El lugar donde se han situado las cunetas se encuentra reflejado en los planos correspondientes al drenaje.

Una vez replanteada la traza de la cuneta, con las referencias topográficas necesarias, se procederá a la excavación de la misma, en cualquier tipo de terreno, quedando expresamente prohibido el uso de explosivos, nivelándose cuidadosamente su pendiente de fondo.

a) Preparación del lecho de asiento

A partir de la superficie natural del terreno o de la explanación, se procederá a la ejecución de la excavación de la caja que requiera la cuneta y a la nivelación, refino y preparación del lecho de asiento.

La excavación se realizará, en lo posible, de aguas abajo hacia aguas arriba y, en cualquier caso se mantendrá con nivelación y pendiente tales que no produzca retenciones de agua ni encharcamientos.

Cuando el terreno natural en el que se realice la excavación no cumpla la condición de suelo tolerable, podrá ser necesario, a juicio del Director de las Obras, colocar una capa de suelo seleccionado según lo especificado en el artículo 330, "Terraplenes" del PG-3, de más de diez centímetros (10 cm) convenientemente nivelada y compactada.

Durante la construcción de las cunetas se adoptarán las medidas oportunas para evitar erosiones y cambio de características en el lecho de asiento. A estos efectos, el tiempo que el lecho pueda permanecer sin revestir se limitará a lo imprescindible para la puesta en obra del hormigón, y en ningún caso será superior a ocho días (8 d).

b) Hormigonado y juntas

La puesta en obra del hormigón se realizará de acuerdo con la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE), el artículo 630, “Obras de hormigón en masa o armado” de PG-3 y con las condiciones que exija el Proyecto.

Se cuidará la terminación de las superficies, no permitiéndose irregularidades mayores de quince milímetros (15 mm) medidas con regla de tres metros (3 m) estática según NLT 334.

Los defectos en espesor del revestimiento de hormigón previsto en los planos de Proyecto no serán superiores a diez milímetros (10 mm), ni a la cuarta parte (3) del espesor nominal.

Las secciones que no cumplan estas condiciones serán levantadas y ejecutadas de nuevo, no permitiéndose el relleno con mortero de cemento. Las juntas de contracción se ejecutarán, con carácter general, a distancia de dos metros (2 m), su espesor será de tres milímetros (3 mm) en el caso de juntas sin sellar y de al menos cinco milímetros (5 mm) en las juntas selladas.

Las juntas de dilatación se ejecutarán en las uniones con las obras de fábrica. Su espesor estará comprendido entre quince y veinte milímetros (15 y 20 mm).

Control de calidad

La pendiente del fondo, no podrá variar en más o en menos un cero con dos por ciento (0,2%) de la indicada en los Planos. Para la aceptación de los distintos tramos de cuneta se controlará sus dimensiones cada cien (100) metros y en los puntos inicial y final, mediante una plantilla con la sección tipo permitiéndose unas tolerancias respecto a las dimensiones teóricas de más o menos dos centímetros (2 cm).

La resistencia del hormigón se medirá mediante ensayos de control a nivel normal. Se establecerán lotes por cada jornada de trabajo o fracción y como máximo 100 m de cuneta o acequia.

Medición y abono

Para cada sección, la cuneta de hormigón ejecutada en obra, se medirá en metros lineales (m) realmente ejecutados, medidos sobre el terreno.

El hormigonado contra el talud existente, no dará lugar a mediciones o abonos complementarios por grande que sean los huecos presentados.

Asimismo está incluido en el precio de la unidad el saneo de las partes inestables de taludes y soleras de cuneta, así como el relleno de hormigón “a tope” con el terreno resultante de la excavación. No abonándose los excesos correspondientes a los huecos presentados.

En el caso de realizarse la cuneta sobre el relleno de material granular que constituye la capa superior un sistema dren + colector también queda incluido el perfilado de dicha capa para el apoyo de la cuneta, pero no así la excavación para la realización del mencionado dren + colector.

La cuneta de hormigón ejecutada "in situ" se abonará de acuerdo con el precio que figura en el Cuadro de Precios.

Este precio incluye la excavación, refino, hormigonado, juntas, encofrado, muestras, etc. y cualquier material, maquinaria y elemento auxiliar necesario para la correcta terminación de la obra.

Normativa de referencia

Pliego de prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, Parte 4 Capítulo 1, Artículo 400.

4.1.2 Cunetas no revestidas

Definición y alcance

En aquellos casos en que la dimensión de la obra de drenaje, la estabilidad de los márgenes de la plataforma o la ubicación de la cuneta en coronación de desmonte así lo aconsejen o permitan, se ejecutará la cuneta sin revestir en aquellas zonas que señalen los Planos.

Esta unidad comprende:

- Excavación en todo tipo de terreno de la cuneta y refino de sus taludes.
- Transporte y descarga incluso canon de vertido.
- Nivelación de la pendiente longitudinal del fondo y uniformización con zahorra si fuera necesario.
- Agotamientos y drenajes provisionales que se precisen.
- Limpieza y mantenimiento de la cuneta hasta la recepción de la obra.

Ejecución de las obras

Una vez replanteada la traza de la cuneta con las referencias topográficas necesarias, se realizará la excavación necesaria en cualquier tipo de terreno, quedando expresamente prohibido el uso de explosivos, de acuerdo con las dimensiones y la pendiente de fondo indicada en los Planos. El contacto entre el lateral de la cuneta y los taludes del desmonte deberá percibirse con claridad y deberá ser estable. En el caso de cuneta en la propia explanación, se cuidará especialmente la alineación de contacto de los bordes de la cuneta con la citada explanación.

El corte de capas acuíferas con la excavación, se tratará en la forma que señale el Director de las Obras, tomando el Contratista las precauciones provisionales necesarias para evitar daños en las obras. Al finalizar la obra, la cuneta deberá estar perfectamente limpia de cualquier residuo procedente de la ejecución de la obra en cualquiera de sus fases o de desprendimientos de material del talud del desmonte.

Control de calidad

La pendiente del lecho de la cuneta, no podrá diferir en más / menos cinco milésimas ($\pm 0,005$) de la fijada en los Planos. Respecto a la sección hidráulica, no podrá tener variación en más menos cinco por ciento ($\pm 5\%$) de la que asimismo fijen los Planos.

Para la aceptación de los distintos tramos de cuneta se controlará sus dimensiones cada cien (100) metros y en los puntos inicial y final mediante una plantilla con la sección tipo, permitiéndose unas tolerancias respecto a las dimensiones teóricas en más o menos cinco centímetros (± 5 cm).

Este control será llevado a cabo por la Dirección de Obra o por quien esta delegue.

Medición y abono

La cuneta no revestida se medirá por los metros lineales (m) realmente ejecutados, ordenados por la Dirección de la Obra y según el tipo de cuneta no revestida de que se trate.

Se abonará de acuerdo con los precios correspondientes del Presupuesto.

Las cunetas no revestidas realizadas entre la plataforma y talud del desmonte no darán lugar a abono independiente ya que la excavación de las mismas se encuentra comprendida dentro de la unidad de excavación.

4.2 TUBERÍAS, ARQUETAS Y SUMIDEROS

4.2.1 Arquetas, pozos de registro y embocaduras

Definición y alcance

Se definen como arquetas, pozos de registro y embocaduras, las pequeñas obras que completan el sistema de drenaje longitudinal o transversal. Serán de hormigón construidos “in situ” o prefabricados, según se definen en los Planos o lo que indique la Dirección de la Obra.

La ejecución de estos elementos necesarios para el mantenimiento y conservación del sistema de drenaje comprende:

- Excavación necesaria para el emplazamiento de la obra de fábrica. Con sobreancho para poder desplazarse los operarios entre taludes y encofrados.
- Agotamiento y entibación necesarios para mantener en condiciones de seguridad las excavaciones realizadas.
- Suministro y puesta en obra del hormigón incluso encofrado y desencofrado y puesta en obra de los elementos auxiliares indicados en los Planos, como pates o escaleras, barandillas, cadenas, tapas y/o rejillas con sus marcos, etc.
- Relleno y compactación del trasdós de la arqueta con material seleccionado de la excavación.
- Todas aquellas operaciones tendentes a mantener limpias las arquetas a lo largo de todas las fases de la obra. También se entenderán comprendidos los elementos de seguridad.

Materiales

Los materiales a utilizar cumplirán las siguientes características:

- El hormigón será del tipo HA-25, y cumplirá lo estipulado en los pliegos específicos para el hormigón armado.
- El acero será del tipo B500S y cumplirá lo estipulado en los pliegos específicos para el hormigón armado.
- Las tapas y/o rejillas con sus marcos serán de malla de acero corrugado, montado sobre un marco de perfiles metálicos.
- Los pates estarán compuestos por una varilla de acero galvanizado.

Ejecución

La excavación y posterior relleno de las zanjas para el emplazamiento de estas obras se ejecutarán según lo prescrito en el presente Pliego. Se dispondrá de un sobreancho a lo largo de todo el perímetro de 0,80 m de manera que se pueda desplazar el personal de obra facilitando las labores de encofrado.

Una vez efectuada la excavación se procederá a construir o colocar las piezas prefabricadas con la situación y dimensiones definidas en los Planos, cuidando especialmente el cumplimiento de las cotas definidas en los mismos o fijadas por el Director de las Obras.

En el caso de tratarse de arquetas ejecutadas “in situ” se procederá al hormigonado de las soleras hasta los taludes de excavación.

La junta entre solera y alzados será tipo llave. A partir de los arranques de solera se procederá a colocar los laterales de ambas caras del encofrado. En ningún caso se podrá hormigonar contra el terreno.

Durante la excavación, encofrado, hormigonado, desencofrado y relleno se mantendrán los dispositivos que garanticen el agotamiento y evacuación de las aguas infiltradas. Asimismo se considerarán las medidas de estabilización de taludes de las paredes de excavación.

Se cuidará especialmente los puntos de conexión de los tubos y sistema de drenaje con pozos y arquetas tanto en lo referente a acabados como a cotas, evitando los rebases de los extremos de los tubos en el interior de pozos y arquetas.

El relleno y compactación del trasdós de la arqueta se realizará en tongadas de 30 cm compactándose mediante plancha vibrante, debiéndose alcanzar al menos el 95% del Proctor Normal.

El hormigonado no podrá progresar más de 2 m en cada hormigonado, se pondrá en obra uniformemente a lo largo de toda la sección de la arqueta. No se verterá en alturas superiores a 2 m. Si la anchura de paredes no lo permitiera, se deberá abrir ventanas en al menos tres caras del encofrado a modo de vertedero para el llenado vertical. En todo caso se usará vibrador de aguja.

Las rejillas y tapas se ajustarán perfectamente al cuerpo de obra y se colocarán de la forma y a la cota que fije la Dirección de la Obra.

Los pates, escaleras, barandillas y demás accesorios, se colocarán después de haber hormigonado el pozo o arqueta y con la pared totalmente libre del encofrado, perforándose la pared en los puntos necesarios para empotrar posteriormente el elemento de que se trate.

Control de calidad

La cota de la cara superior de los pozos y/o arquetas no podrá variar en más/menos dos centímetros (2 cm) de la fijada en los Planos.

Los niveles de entrada y/o salida de las conducciones no tendrán una variación superior a más/menos un centímetro (1 cm) respecto a los fijados en los Planos.

La resistencia del hormigón se medirá de acuerdo con la EHE-08, mediante ensayos de control a nivel normal.

a) Tuberías de entrada y salida

Las tuberías de entrada o salida, sobresaldrán de la cara exterior de la estructura lo suficiente para poder realizar las conexiones con otras tuberías, pero interiormente se cortarán al ras de la cara interior a no ser que se ordene otra cosa.

b) Relleno

Salvo indicación contraria, después de acabar la estructura la zona de alrededor se rellenará con materiales aprobados, en capas horizontales que no excedan de 20 cm antes de

compactar y se compactarán al 95% de la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado para suelos no cohesivos y al 100% para suelos cohesivos. Todas las capas se depositarán de forma que se alcance el mismo nivel alrededor de toda la estructura. La parte alta del relleno tendrá la rasante de Proyecto o la que ordene la Dirección de las obras.

El relleno no se realizará alrededor de ninguna estructura hasta que lo permita la Dirección de las obras.

c) Limpieza y restitución de la zona de obra

Después de que se termine el relleno, el Contratista retirará del lugar todo el material sobrante, suciedad y escombros. El material sobrante se depositará en terraplenes, márgenes o donde ordene la Dirección de las obras. El Contratista restablecerá todas las áreas a sus condiciones originales.

Después de que el trabajo haya sido completado, el Contratista se llevará todas las herramientas y equipos dejando el lugar libre y en buenas condiciones.

d) Inspección

Antes de la aprobación del sistema de drenaje, la Dirección de las obras, acompañado por un representante del contratista realizará una inspección completa de toda la instalación. Cualquier indicio de materiales o ejecución defectuosos, u obstrucciones en el flujo del sistema de drenaje será investigado y corregido. Los defectos que se deban a negligencia del Contratista se corregirán por él mismo, sin compensaciones adicionales y tal como ordene la Dirección de las obras.

Medición y abono

Las arquetas o pozos complementarios de las obras de drenaje transversal o longitudinal se medirán y abonarán por unidades de acuerdo con los precios que se reflejan en el Presupuesto.

Los precios incluyen excavación, refino, hormigonado, juntas, encofrado, aceros, muestras, pates, rejillas y embocado de las obras de drenaje, así como cualquier material, maquinaria o elemento auxiliar necesario para la correcta terminación de la obra.

Normativa de referencia

Pliego de prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, Parte 4 Capítulo 1, Artículo 410.

4.2.2 Anillos prefabricados de hormigón para recrecido de pozos de registro

Definición

Esta unidad comprende el suministro e instalación de anillos prefabricados de hormigón en masa o armado para recrecido de arquetas y/o pozos de registro.

Ejecución

a) Transporte y manipulación

La manipulación de los anillos en fábrica y transporte a obra deberá hacerse sin que sufran golpes o rozaduras. Se depositarán sin brusquedades en el suelo, no dejándolos caer; se evitará rodarlos sobre piedras, y en general se tomarán las precauciones necesarias para su manejo de tal manera que no sufran golpes de importancia. Para el transporte los anillos se colocarán en el vehículo en posición vertical. Cuando se trata de anillos de cierta fragilidad en transportes largos, sus cabezas deberán protegerse adecuadamente.

El Contratista deberá someter a la aprobación del Director de Obra el procedimiento de descarga en obra y manipulación de anillos.

No se admitirán para su manipulación dispositivos formados por cables desnudos ni por cadenas que estén en contacto con el anillo. El uso de cables requerirá un revestimiento protector que garantice que la superficie del anillo no queda dañada.

Es conveniente la suspensión por medio de bridas de cinta ancha con el recubrimiento adecuado.

Al proceder a la descarga conviene hacerlo de tal manera que los anillos no se golpeen entre sí o contra el suelo. Los anillos se descargarán a ser posible cerca del lugar donde deben ser colocados, y de tal forma que puedan trasladarse con facilidad al lugar de empleo. Se evitará que el anillo quede apoyado sobre puntos aislados.

En caso de anillos de hormigón recién fabricados no deben almacenarse en el tajo por un período largo de tiempo en condiciones que puedan sufrir secados excesivos o fríos

intensos. Si fuera necesario hacerlo se tomarán las precauciones oportunas para evitar efectos perjudiciales.

b) Montaje

El montaje se realizará empleando los medios de elevación adecuados (grúa o camión-grúa).

Las juntas entre anillos y entre anillo inicial y arqueta o pozo llevarán la correspondiente junta de estanqueidad que el fabricante suministre, además de un relleno con mortero de cemento.

En el caso de recrecidos de pozos o arquetas de más de 3,0 m de altura, el montaje de anillos se irá realizando simultáneamente con el relleno perimetral de tierras, no existiendo en ningún momento alturas superiores a 3,0 m sin haber sido rellenadas.

Además, se irá comprobando, tras el montaje de cada módulo, la alineación vertical, evitando así la aparición de desplomes por una mala ejecución de defectos de fábrica.

El relleno y compactación en la zona cercana a los anillos habrá de realizarse con la maquinaria adecuada, evitándose golpes y desplomes en los anillos.

c) Medición y abono

La medición y abono se realizará por unidades (ud) realmente montadas en obra, incluyendo el precio, el suministro y montaje, ejecución y juntas y recebado con mortero.

Las operaciones de desmontaje y nuevo montaje necesarias, debidas a piezas defectuosas, desplomes, fallo en juntas, etc no serán objeto de abono.

4.2.3 Colectores

Excavación

Ver capítulo de Pliego "Excavación en zanjas".

Lechos/Bases de asiento

Se dispondrán los siguientes lechos para tubería de hormigón armado:

Terrenos estables. En este tipo de terrenos se dispondrá una capa de gravilla o de piedra machacada, con un tamaño máximo, de veinticinco (25) milímetros y mínimo de cinco (5)

milímetros a todo lo ancho de la zanja con espesor de un sexto del diámetro exterior del tubo y mínimo de diez centímetros. Excepcionalmente cuando la naturaleza del terreno y las cargas exteriores lo permitan, se podrá apoyar la tubería directamente sobre el fondo de la zanja.

Terrenos inestables. Si el terreno es inestable se dispondrá sobre todo el fondo de la zanja una capa de HM-20, con espesor de quince centímetros (15 cm). Sobre ésta capa se situarán los tubos y se dispondrá una cama hormigonando posteriormente con hormigón de doscientos kilogramos de cemento por metro cúbico, de forma que el espesor entre la generatriz inferior del tubo y la capa de hormigón pobre tenga quince centímetros de espesor. El hormigón se colocará hasta que la cama de apoyo corresponda a un ángulo de ciento veinte grados sexagesimales en el centro del tubo. Para tubos de diámetro inferior a 60 cm. la cama de hormigón podrá sustituirse por una cama de arena dispuesta sobre la capa de hormigón.

Previo a la extensión del hormigón se habrá nivelado la zanja, procediéndose al vertido de hormigón de aguas abajo hacia aguas arriba.

Terrenos excepcionalmente inestables. Los terrenos excepcionalmente inestables se tratarán con disposiciones adecuadas en cada caso dictadas por la Dirección de Obra.

Instalación de la tubería

El Contratista suministrará toda la albañilería y soportes necesarios para asegurar que la instalación de la tubería esté de acuerdo con la planta y nivelación indicados en el Proyecto. Los medios que se utilicen para bajar la tubería hasta el fondo de la zanja serán tales que no se dañen ni la tubería ni la zanja.

La Dirección de Obra inspeccionará todos los tubos antes de su colocación y rechazará cualquier sección que esté dañada o que presente desperfectos que impidan a la misma su correcto funcionamiento.

La colocación de la tubería en la zanja se iniciará en el punto más bajo de la conducción progresando hacia arriba.

La tubería se quedará firmemente asentada y de acuerdo con las alineaciones en planta y alzado señalados, de manera que la línea de agua sea suave y uniforme. La tubería será protegida en contra del agua durante su colocación.

Los tramos de tubería serán rectilíneos, no permitiéndose ningún tipo de desviación angular entre las piezas de tubo de hormigón prefabricado.

La tubería no se colocará sobre el terreno helado.

La tubería que no esté bien alineada o que presente asentamientos después de su colocación se deberá extraer y volver a colocar sin ninguna compensación económica al Contratista.

El Contratista proporcionará los medios necesarios para el desvío del agua y así permitir la instalación de la tubería en condiciones óptimas.

Refuerzo de la tubería

Una vez instalada la tubería se procederá a su refuerzo con hormigón. Para ello se procederá al vertido, hasta la altura de los "riñones", en toda la longitud de la tubería y a ambos lados de la misma.

Los riñones quedan definidos por un sector de círculo de 120°, siendo la generatriz inferior del tubo tangente con la base de asiento.

Se deberá asegurar mediante vibrado el relleno completo del espacio comprendido entre la tubería, la solera y el talud de la zanja. El hormigón utilizado tendrá un cono de Abrams comprendido entre 6 y 8 centímetros.

La última operación corresponderá al vertido en la zona de clave y hastiales, hasta conformar la especificación en los Planos. La consistencia de este hormigón será más seca con un cono de Abrams comprendido entre 4 y 6 centímetros, pudiéndose picar con barra.

Se deberá hormigonar contra las paredes de la zanja y se asegurará que éstos se encuentran saneados, de forma que el vertido de hormigón contra ellos no provoque caídas parciales de los taludes, originando la discontinuidad del macizo.

En caso de que los taludes hubieran resultado más tendidos que los proyectados, con sobreexcavaciones y saneos, se deberá hormigonar de igual forma, es decir, a tope con el terreno.

Relleno de zanja

El relleno de zanja se efectuará de la siguiente forma:

Una vez colocada la tubería, el relleno de las zanjas se compactará por tongadas sucesivas. Las primeras tongadas hasta unos treinta centímetros por encima de la generatriz superior del tubo se harán evitando colocar piedras o gravas con diámetros superiores a dos centímetros y con un grado de compactación no menor del 95 por ciento del Proctor Normal. Las restantes podrán contener material más grueso, recomendándose, sin embargo, no emplear elementos de dimensiones superiores a los veinte centímetros y con un grado de compactación del 100 por 100 del Proctor Normal.

Cuando los asientos previsibles de las tierras de relleno no tengan consecuencias de consideración, se podrán admitir el relleno total con una compactación al 95 por ciento del Proctor Normal.

Si se utilizan para el relleno de la zanja materiales sin cohesión libremente drenantes, tales como arenas y gravas, deben compactarse hasta alcanzar una densidad relativa no menor del 70 por ciento, o del 75 por ciento, cuando la compactación exigida en el caso de relleno cohesivo sea del 95 por ciento, o del 100 por cien, del Proctor Normal, respectivamente.

Se tendrá especial cuidado en el procedimiento empleado para terraplenar zanjas y consolidar rellenos, de forma que no produzcan movimientos de las tuberías. No se rellenarán las zanjas en tiempo de grandes heladas o con material helado.

Conexiones

Donde se indiquen conexiones a estructuras o elementos de drenaje, las mismas serán estancas y realizadas de manera que se consiga un flujo uniforme a lo largo del sistema de drenaje.

Limpieza de la zona

Después de haber realizado el relleno, el Contratista retirará todos los materiales sobrantes, suciedad, escombros, etc., de la zona de la obra. Los escombros se depositarán en terraplenes, márgenes o donde ordene la Dirección de Obra. El Contratista restablecerá a sus condiciones generales todas las áreas donde se haya trabajado.

Después de haber completado todos los trabajos, el Contratista retirará todas las herramientas y otros equipos, dejando el lugar completamente libre, limpio y en buenas condiciones.

Inspección

Antes de la aprobación del sistema de drenaje, la Dirección de las Obras, acompañado por un representante del Contratista realizará una inspección completa, mediante un sistema apropiado, de toda la instalación. Cualquier indicio de materiales o ejecución defectuoso, u obstrucciones en el flujo del sistema de drenaje será investigado y corregido. Los defectos que se deban a negligencia del Contratista se corregirán por el mismo sin compensaciones adicionales y tal como ordene la Dirección de las Obras.

Medición y abono

Salvo indicación en contrario, la medición y abono se realizará, según proceda, de acuerdo con lo indicado en el Presupuesto.

Normativa de referencia

La especificada en el Manual de Calculo, Diseño e instalación de tubos de hormigón armado (pags. 19 a 25 y pag. 243) elaborado por la Asociación de Fabricantes de Tubos de Hormigón Armado.

4.2.4 Tuberías de PEAD

Definición

Se entiende por tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) los constituidos por dicho producto fabricado a baja presión.

Los materiales empleados en su fabricación serán:

a) Polietileno puro de alta densidad.

b) Negro de carbono.

c) Antioxidantes

No se empleará el polietileno de recuperación.

Características y normas

Las características del material que constituye la pared de los tubos en el momento de su recepción en obra serán las siguientes:

- Densidad superior a 0,940 kg/dm³, según UNE EN ISO 1183-1:2004 y UNE EN ISO 1183-2:2005.
- Coeficiente de dilatación lineal de 0,200 a 0,230 mm por grado centígrado y metro lineal, según UNE 53126/79.
- Temperatura de reblandecimiento no menor de 100°C, realizado el ensayo según UNE EN ISO 306:2005 con una carga de ensayo de 1 kg.
- Índice de fluidez inferior a 0,03 gramos por minuto, según UNE EN ISO 1133:2006.
- Resistencia a la tracción simple superior a 190 kg/cm² (tensión en el punto de fluencia), según UNE EN ISO 12201-1:2012.
- Alargamiento a la rotura superior al 350%, según UNE EN ISO 12201-1:2012.
- Contracción longitudinal remanente después de calor inferior al 3%, según UNE EN ISO 12201-1:2012.

Los tubos a emplear serán de las dimensiones indicadas en planos.

Las tolerancias serán siempre positivas, admitiéndose diámetros exteriores y espesores superiores al nominal. No obstante el Contratista someterá a la aprobación del Director de las Obras el espesor y sección de los tubos.

Se deberá comprobar que el fabricante y el instalador presentan, con anterioridad a la instalación de la tubería, la documentación que asegure el cumplimiento de estas características y de aquellas definidas en el Plan de Control de Calidad, como:

☐ Deformaciones longitudinales, transversales, cálculos de estabilidad según DIN 19667 para las condiciones de carga establecidas según situaciones de Proyecto.

- Deformaciones causadas por presiones horizontales para las condiciones de carga establecidas según situaciones de Proyecto.
- Factores de seguridad según DIN 1054, etc.

Los tubos serán siempre de sección circular, con sus extremos lisos y cortados en sección perpendicular a su eje longitudinal. Estarán exentos de burbujas y grietas, presentando una superficie exterior e inferior lisa y con una distribución uniforme del color.

Los tubos que deban ser ranurados estarán libres de cualquier viruta o rebaba, procedente de la elaboración del ranurado, tanto en el interior como en el exterior de los mismos.

Dicho ranurado deberá ejecutarse en fábrica, antes de llegar las tuberías a obra. Dichas tuberías de drenaje deberán poseer al menos 100 cm²/m (cien centímetros cuadrados por metro lineal de tubería) de superficie perforada, distribuida en las diversas ranuras.

Los tubos se fabricarán por extrusión.

Manipulación

La carga, transporte, descarga y almacenaje de los tubos de polietileno de alta densidad debe efectuarse de tal forma que no se produzcan deterioros ni deformaciones en ellos.

Debe evitarse:

- El contacto de los tubos con elementos cortantes o punzantes.
- Una excesiva tensión en los cables o elementos de sujeción.
- Cargar materiales sobre los tubos.
- La descarga violenta.
- Una altura de apilado superior a 1,5 m.
- Apilarlos desordenadamente.
- El contacto con disolventes, pinturas agresivas, combustibles, etc.

La Dirección de Obra podrá rechazar aquellos tubos que hayan sufrido una mala manipulación.

Unión e instalación

La unión entre los diferentes tubos se efectuará con la aprobación y supervisión de la Dirección de Obra, mediante la técnica de soldadura a tope o electrosoldado. También podrá emplearse manguitos electrosoldables.

Esta técnica consiste básicamente en el calentamiento de los extremos de los tubos mediante una placa calefactora hasta alcanzar la temperatura de fusión y posterior unión de ambas piezas bajo presión controlada.

La soldadura efectuada debe poseer características (resistencia a la tracción, etc.) superiores a las propias de los tubos.

El proceso técnico de la soldadura a tope es básicamente el siguiente:

- 1) Emplazar la máquina de soldadura.
- 2) En caso necesario, instalar tienda de campaña o similar.
- 3) Colocar y alinear los tubos o accesorios a soldar en la máquina y soportarlos.
- 4) Colocar refrentador en posición de trabajo.
- 5) Amarrar tubos o accesorios a soldar y tapar los extremos finales.
- 6) Refrentar los extremos del tubo accesorio hasta obtener una viruta del espesor total de pared de la tubería.
- 7) Retirar el refrentador.
- 8) Retirar la viruta sin tocar las superficies a unir.
- 9) Controlar el paralelismo de las partes a unir confrontando sus extremos (tolerancia máx. 0,5 mm).
- 10) Controlar la desalineación (tolerancia máxima: 5% del espesor del tubo).
- 11) Limpiar las superficies de la placa con alcohol o similar.
- 12) Comprobar la temperatura de la placa ($210^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$).
- 13) Comprobar la presión de arrastre y anotarla en el parte o ficha de soldadura.
- 14) Aplicar la presión correcta para la formación del labio inicial (incluyendo presión de arrastre) y anotarla en el parte o ficha de soldadura.

- 15) Posicionar la placa en las partes a soldar.
- 16) Aproximar los extremos de las partes a soldar a la placa con la presión prevista hasta formar un labio uniforme.
- 17) Cuando el labio inicial ha alcanzado el tamaño adecuado alrededor de cada extremo de tubería, reducir la presión a cero para el calentamiento.
- 18) Pasado el tiempo de calentamiento t_1 , separar las partes a soldar de la placa.
- 19) Dentro del margen de tiempo destinado para ello, retirar la placa y unir las partes a soldar (t_2).
- 20) Aumentar progresivamente la presión de cero a la presión requerida (en un tiempo t_3) y mantenerla durante el tiempo necesario (t_4).
- 21) Dejar enfriar la soldadura en esta posición.
- 22) Pasado el tiempo de enfriamiento, desamarrar las partes soldadas.

Para la instalación ver "Drenes lineales" y "Colectores".

Pruebas de estanqueidad en la tubería instalada

La D.O. comprobará que la conducciones por gravedad en los conductos cerrados no tienen pérdidas, mediante la realización de una prueba de estanqueidad entre arquetas, conforme a ensayo normalizado de estanqueidad según Norma UNE-EN 1610:1998: "Instalación y pruebas de acometidas y redes de saneamiento".

A medida que avance el montaje de la tubería se procederá a pruebas parciales de presión interna por tramos de tubería de longitud fijada por el Director de las obras.

En el tramo elegido la diferencia de presión entre el punto de rasante más baja y el punto de rasante más alta no excederá del diez por ciento (10%).

Antes de empezar el ensayo de estanqueidad, la prueba deben estar colocados en su posición definitiva, todos los accesorios de la conducción. La zanja debe estar parcialmente rellena, con el fin de evitar movimientos de la tubería, dejando las juntas descubiertas.

Todo el personal, elementos y materiales necesarios para la realización de las pruebas serán de cuenta del Contratista.

Medición y abono

El suministro, colocación e instalación de la tubería de polietileno de alta densidad se abonará por aplicación del precio unitario a la medición de los metros lineales realmente colocados efectuada a cinta corrida.

La parte proporcional de bridas, juntas, mermas, etc., así como cualquier trabajo de instalación quedan incluidos en los precios unitarios.

Normativa de referencia

La especificada en la Guía Técnica para Tuberías Plásticas en las Obras Hidráulicas elaborada por la Asociación Española de Fabricantes de Tubos y Accesorios Plásticos.

4.2.5 Tuberías de PVC

Definición y clasificación

a) Tubos ranurados de PVC para drenaje

Tubos ranurados de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), son los que disponen de perforaciones u orificios uniformemente distribuidos en su superficie, usados en el drenaje de suelos o zanjas.

Según el diámetro exterior de los tubos, éstos pueden ser corrugados y lisos hasta un diámetro inferior o igual a 200 mm y de superficie exterior nervada e interior lisa para diámetros superiores a 200 mm.

b) Tubos de PVC para conducción de fluidos

Las tuberías de PVC, sin presión, se unirán exclusivamente mediante junta elástica.

Los tubos se revisarán antes de su puesta en obra y, si a juicio del Director de las obras, incumpliera de algún modo las citadas normas, este podrá rechazarlas.

Se limpiarán de todo tipo de cuerpos extraños y se mantendrán así hasta la recepción definitiva de las obras.

Se adoptarán las precauciones necesarias en los terrenos susceptibles de asentamiento para garantizar las cotas teóricas y evitar la rotura de los tubos.

Características técnicas

TUBOS RANURADOS DE PVC PARA DRENAJE

a) Características Geométricas.

En la tabla nº 1 mostrado a continuación se establecen los diámetros interiores, diámetros exteriores, espesor de pared, longitud mínima de embocadura y tolerancias para las dimensiones nominales usuales en tubos lisos circulares.

CUADRO NÚMERO 1						
TUBOS LISOS RANURADOS DE PVC						
Medida Nominal	Diámetro Exterior (mm)	Tolerancia (mm)	Espesor (mm)	Tolerancia (mm)	Diámetro Interior Mínimo (mm)	Longitud Mínima de Embocadura (mm)
40	40	+0,3	1,0	+0,5	37	60
50	50	+0,3	1,0	+0,5	47	75
63	63	+0,4	1,3	+0,6	59	90
75	75	+0,4	1,5	+0,7	71	105
90	90	+0,5	1,8	+0,8	85	115
110	110	+0,6	1,9	+0,8	105	120
125	125	+0,7	2,0	+0,8	119	125
140	140	+0,8	2,3	+0,9	134	125
160	160	+0,8	2,5	+1,0	153	125

Tabla 1. Tubos lisos ranurados de PVC

En la tabla nº 2 se establecen los diámetros interior y exterior y sus tolerancias para las dimensiones nominales usuales en tubos corrugados circulares.

CUADRO NÚMERO 2				
TUBOS CORRUGADOS RANURADOS DE PVC				
Medida Nominal	Diámetro Exterior (mm)	Tolerancia (mm)	Diámetro Interior (mm)	Tolerancia (mm)
40	40,5	-1,5	38,5	+2,0
50	50,5	-1,5	44,0	+2,0
65	65,5	-1,5	58,0	+2,0
80	80,5	-1,5	7,5	+2,0
100	100,5	-1,5	91,0	+2,0
125	126,5	-2,0	115,0	+2,5
160	160,5	-2,0	148,5	+2,0
200	200,0	-2,0	182,0	+2,5

Tabla 2. Tubos corrugados ranurados de PVC

La longitud de los tubos lisos se establecerá por acuerdo con el fabricante, con una tolerancia de diez milímetros, en más o en menos (± 10 mm). Usualmente se suministrarán en longitudes de cinco metros (5 m), incluida la embocadura.

Los tubos corrugados circulares se suministrarán en rollos de hasta trescientos metros (300 m), debiendo verificar la siguiente relación entre el diámetro exterior del tubo y del rodillo.

DIÁMETRO EXTERIOR (mm)	DIÁMETRO DEL ROLLO MÍNIMO (mm)
40	500
50	500
65	500
80	600
100	700
125	750
160 a 200	1.000

Tabla 3. Suministro de tubos corrugados circulares

b) Perforaciones

Los tubos dispondrán de orificios para la entrada de agua distribuidos uniformemente en, al menos cinco (5) hileras a lo largo de la circunferencia del tubo.

Los orificios carecerán de residuos de material, rebajas o cualquier otro defecto que dificulte la entrada de agua o el flujo a través del tubo.

La superficie total de orificios por metro de tubo será tal que se verifique la condición siguiente:

MEDIDA NOMINAL	SUPERFICIE TOTAL DE ORIFICIOS POR METRO MÍNIMA (cm ² /m)
40	6
50	8
Entre 50 y 200 inclusive	10
Mayor de 200	100

Tabla 4. Superficie total de orificios por metro de tubo

Para el ancho de los orificios se tomará la medida del eje menor. Se distinguen los siguientes anchos:

- Estrecho: 0,8 ± 0,2 mm
- Medio: 1,2 ± 0,2 mm
- Ancho: 1,7 ± 0,3 mm

c) Juntas

Las juntas podrán realizarse con mantos del mismo material que el tubo, por enchufe cuando los tubos estén provistos de embocadura o por otro procedimiento que garantice su perfecto funcionamiento.

Las tolerancias sobre las dimensiones de los elementos que forman la junta serán fijadas y garantizadas por el fabricante, debiendo figurar éstas en los catálogos.

TUBOS DE PVC PARA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS

Control de recepción

a) Materiales de tubos

El material básico para la fabricación de los tubos de PVC será resina de policloruro de vinilo técnicamente pura, es decir con menos del 1% de sustancias extrañas.

Al material básico no se le podrá añadir ninguna sustancia plastificante.

Se podrá incluir otros ingredientes o aditivos en una proporción tal que, en su conjunto, no supere el cuatro por ciento (4%) del material que constituye la pared del tubo acabado. Estos ingredientes o aditivos pueden ser lubricantes, estabilizadores, modificadores de las propiedades finales del producto y colorantes.

El fabricante de los tubos establecerá las condiciones técnicas de la resina de policloruro de vinilo de forma que pueda garantizar el cumplimiento de las características a corto plazo y a largo plazo (50 años) que se exigen en PG-3. En especial tendrá en cuenta las siguientes características de la resina:

- Peso específico aparente.
- Granulometría.
- Porosidad el grano.
- Índice de viscosidad.
- Colabilidad.
- Color.
- Contenido máximo de monómero libre.
- Humedad.

Estas características se determinarán de acuerdo con las normas UNE correspondientes o, en su defecto, con las normas ISO.

El material que forma la pared del tubo tendrá las características que a continuación se expresan con la indicación del método de ensayo para su determinación en el siguiente cuadro:

TUBOS DE PVC- CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DEL TUBO A CORTO PLAZO			
Características	Valores	Método de ensayo	Observaciones
Densidad	De 1,35 a 1,46 kg/dm	UNE EN ISO 1183-1:2004 Método A	De la pared del tubo
Coeficiente de	De 60 a 80 10 ⁻⁶ grados	UNE 53126/79	En probeta obtenida

TUBOS DE PVC- CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DEL TUBO A CORTO PLAZO			
Características	Valores	Método de ensayo	Observaciones
dilatación térmica	C	UNE 53126/79	del tubo
Temperatura de reblandecimiento VICAT mínima	79 grados C	UNE EN ISO 306:1197	Bajo peso de 5 kg
Módulo de elasticidad lineal a 20º C, mínimo	28.000 kp/cm ²	Del diagrama tensión-deformación del ensayo a tracción	Módulo tangente inicial
Resistencia a tracción simple mínima	500 kp/cm ²	UNE EN ISO 1452-1:2010 1452-2:2010 1452-3:2011	Se tomará el menor de las 5 probetas
Alargamiento en la rotura a tracción	80%	UNE EN ISO 1452-1:2010	Se tomará el menor de las 5 probetas
Absorción de agua, máxima	40 g/m ²	UNE EN ISO 1452-1:2010	En prueba a presión hidráulica interior
Opacidad máxima	0,2%	UNE 13468-1:1997	

Tabla 5. Tubos de PVC. Características del material a corto plazo

a.1) Resistencia a corto plazo

Se tomará una muestra de (200±5) milímetros de largo y se colocará entre dos placas paralelas sometidas a una carga de 3 x D kilopondios (siendo D, el diámetro exterior en centímetros), durante diez minutos (10 min) a una temperatura de (23±2) grados centígrados.

La máxima deformación admisible será del veinte por ciento (20%) respecto del diámetro primitivo. Este ensayo se realizará con dos muestras.

a.2) Resistencia a largo plazo

Se tomará una muestra de (200 ± 5) milímetros de largo y se colocará entre dos placas paralelas sometidas a una carga de doce kilopondios (12 Kp) durante un máximo de siete días (7), a una temperatura de (23 ± 2) grados centígrados.

La relación entre el movimiento vertical de la placa y el diámetro interior del tubo expresado en centímetros, será como máximo de 4 décimas (0,4).

a.3) Resistencia al impacto

Realizado el ensayo de impacto según la norma DIN 1.187, se admitirá el fallo o rotura de como máximo una muestra entre veinte (20). Si más de una muestra se rompiese, el ensayo se realizará sobre otras cuarenta muestras de forma que sobre el total de sesenta muestras se admitirá un máximo de siete (7) fallos.

a.4) Resistencia a la tracción en tubos cerrados

La resistencia a la tracción se ensayará con probetas de (700 ± 2) milímetros de longitud a una temperatura de (23 ± 2) grados centígrados. La probeta se fijará por ambos lados en unos casquillos cónicos de cien milímetros (100 mm) de longitud, colgándose el tubo y soportando el peso de veinticinco kilopondios (25 Kp) que actúan sobre la placa de impacto que se cuelga del extremo inferior.

No se admitirán más del cinco por ciento (5%) de roturas.

El fabricante especificará y garantizará los valores de las características geofísicas, incluidas las mecánicas, que se fijan en los apartados anteriores.

b) Tubos ranurados de PVC para drenaje

Con los productos acabados se realizará ensayos y pruebas de las dos siguientes clases:

- 1) Ensayos para verificar las características declaradas por el fabricante.
- 2) Pruebas de recepción del producto.

Los ensayos y pruebas de la clase a) serán realizados por cuenta del fabricante y consistirán en la comprobación del aspecto, dimensiones y perforaciones, y en la verificación de las características reseñadas en el anterior apartado.

Si el DO lo considera oportuno, se realizarán las pruebas de recepción siguientes:

- 1) Examen visual del aspecto exterior de los tubos y accesorios.
- 2) Comprobación de dimensiones y espesores de los tubos y accesorios.
- 3) Comprobación de las perforaciones.
- 4) Pruebas de resistencia a corto y largo plazo.
- 5) Prueba de resistencia al impacto.
- 6) Prueba de resistencia a la tracción en tubos corrugados.

El DO podrá ordenar la realización de pruebas opcionales con independencia de las que son obligatorias.

Las pruebas y ensayos se realizarán siguiendo los métodos indicados.

c) Tuberías de P.V.C. para conducción de fluidos

Si el DO lo considera oportuno, en el control de calidad se llevará a cabo un ensayo de rotura sobre las aristas de un tubo.

Si el tubo ensayado no supera sin colapso, la carga de rotura especificada, será rechazado todo el lote, sin perjuicio de que el Director de las obras, a su criterio, pueda aceptar la reclasificación de los tubos correspondientes en una categoría inferior acorde con los resultados del ensayo.

d) Recepción y almacenamiento en obra de los tubos y accesorios

Las piezas que hayan sufrido averías durante el transporte, o que presenten defectos no apreciados en la recepción de fábrica, serán rechazadas.

El Director de las obras, si lo estima necesario, podrá ordenar en cualquier momento la repetición de pruebas sobre las piezas ya ensayadas en fábrica. El Contratista, avisado previamente por escrito, facilitará los medios necesarios para realizar estas pruebas, de las que se levantará acta, y los resultados obtenidos en ellas prevalecerán sobre los de las

primeras. Si los resultados de estas últimas pruebas fueran favorables, los gastos serán a cargo de la Propiedad; en caso contrario, corresponderán al Contratista que deberá además reemplazar los tubos, piezas, etc., previamente marcados como defectuosos procediendo a su retirada y sustitución en los plazos señalados por el Director de las obras. De no realizarlo el Contratista, lo hará la Propiedad a costa de aquél.

Deberá tenerse en cuenta que la resistencia al impacto de los tubos de PVC disminuye de forma acusada a temperaturas inferiores a cero grados centígrados. No obstante pueden ser manejadas y acopiadas satisfactoriamente si las operaciones se realizan con cuidado.

e) Aceptación o rechazo de los tubos

Clasificado el material por lotes de 20 unidades o fracción, las pruebas se efectuarán sobre muestras tomadas de cada lote, de forma que los resultados que se obtengan se asignarán al total del lote.

Los tubos que no satisfagan las condiciones generales fijadas en PG-3, así como las pruebas fijadas para cada tipo de tubo y las dimensiones y tolerancias definidas en PG-3, serán rechazados. Cuando una muestra no satisfaga una prueba, se repetirá esta misma sobre dos muestras más del lote ensayado. Si también falla una de estas pruebas, se rechazará el lote ensayado, aceptándose si el resultado de ambas es bueno.

La aceptación de un lote no excluye la obligación del Contratista de efectuar los ensayos de tubería instalada y el poner a su costa los tubos o piezas que pueden sufrir deterioro o rotura durante el montaje o las pruebas en la tubería instalada.

Normativa de referencia

La especificada en la Guía Técnica para Tuberías Plásticas en las Obras Hidráulicas elaborada por la Asociación Española de Fabricantes de Tubos y Accesorios Plásticos.

4.3 VARIOS

4.3.1 Bajantes prefabricadas

Definición

Esta unidad comprende la fabricación y puesta en obra de bajantes prefabricadas de hormigón sobre un lecho de asiento previamente preparado sobre el talud.

En esta unidad se incluyen los siguientes apartados:

- Suministro de las piezas prefabricadas.
- Excavación y refino del lecho de asiento.
- Formación de la cama de asiento drenante o arena.
- Hormigonado de los macizos de anclaje y colocación de esperas.
- Colocación de las piezas y rejuntado en los anclajes.
- Relleno y compactación de los laterales de las bajantes.

Se incluirá también en esta unidad todas aquellas operaciones tendentes a mantener limpia la bajante, una vez ejecutada a lo largo de todas las fases de la obra.

Materiales

Las piezas prefabricadas se realizarán con hormigón de tipo mínimo HA-25, el cual cumplirá las especificaciones que para este material se señalan en la Parte 2 de PG-3 y en la EHE-08. Los tipos de bajante serán los fijados en los Planos, realizándose su curado al vapor.

Los anclajes realizados “in situ”, se ejecutarán como mínimo, con hormigón tipo HA-25 y acero B500S.

Ejecución de las obras

Una vez replanteada la traza de la bajante se procederá a la excavación y formación de la superficie de asiento que se nivelará cuidadosamente. Las piezas prefabricadas han de quedar establemente situadas sobre el cimiento que permitirá la rápida evacuación del agua infiltrada.

Los anclajes se colocarán cada 5 m e irán armados.

El contacto entre el terreno natural y el removido para la colocación de las piezas, se compactará al 95% del Proctor Modificado, lo mismo que el relleno a realizar entre la bajante y el terreno de acuerdo con lo Indicado en los Planos.

Control de calidad

Se establece para las piezas prefabricadas una tolerancia del uno por mil (1‰) en sección hidráulica.

Para los espesores de las piezas, la tolerancia será de más/menos dos milímetros (± 2 mm).

Las pendientes de la bajante no se desviarán en más/menos cinco por mil (± 5 ‰) respecto a la fijada en el Proyecto.

Las juntas entre piezas prefabricadas no podrán presentar discontinuidades o carencias de material que afecten la estanqueidad del conjunto a juicio del Director de las Obras. La absorción de agua medida según el ensayo de la Norma UNE 127.001:1990, será inferior al 15%. El fabricante presentará los resultados del control de fabricación de las piezas, pudiendo el Director de las Obras exigir su repetición por un laboratorio homologado.

Medición y abono

Para cada sección o tipo, la bajante prefabricada se medirá por metros lineales (m) colocados, medidos sobre el terreno. Las bajantes prefabricadas se abonarán de acuerdo con las mediciones, a los precios que figuran en el Presupuesto.

El precio incluirá la excavación, preparación y refino de la superficie de apoyo, colocación de las piezas prefabricadas, ejecución de anclajes y relleno lateral con tierras seleccionadas de la propia excavación y/o hormigón en masa

Normativa de referencia

Pliego de prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, Parte 4 Capítulo 1, Artículo 401.

4.3.2 Drenes franceses

Definición

Se distinguen dos tipos:

- Drenes que consisten en tubos perforados, de material poroso, o con juntas abiertas, colocados en general en el fondo de zanjas rellenas de material filtrante adecuadamente compactado, y que están aisladas en ocasiones de las aguas

superficiales por una capa impermeable que ocupa y cierra su parte posterior. Todo el relleno de material filtrante que rodea el tubo va en ocasiones protegido exteriormente por una lámina geotextil que lo envuelve completamente a fin de evitar la entrada de partículas de suelo circundante que cólmate el filtro, sin restringir la permeabilidad de acceso del agua al dren.

- Drenes que consisten en la extensión y compactación de materiales filtrantes en zanjas, trasdós de obras de fábrica o cualquier otra zona cuyas dimensiones no permitan la utilización de los equipos o maquinaria de alto rendimiento.

Materiales

a) Tubos

Se aplicarán tubos de materiales y diámetros según Proyecto (ver apartados “Tubos de PEAD” y “Tubos de PVC”).

b) Material filtrante

Los materiales filtrantes a emplear en drenes franceses serán áridos naturales, bien áridos procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural

No se podrán emplear áridos artificiales, o materiales subproducto de planta de extracción de áridos, sin la aprobación del Director de las obras.

Estarán exentos de arcilla, margas, rocas evolutivas u otros materiales extraños.

Salvo indicación contraria, el tamaño máximo no será, en ningún caso, superior a setenta y seis milímetros (76 mm), cedazo 80 UNE, y el cernido ponderado acumulado por el tamiz, 0,080 UNE no rebasará el cinco por ciento (5%).

Salvo indicación contraria, el material filtrante será no plástico, y su equivalente de arena determinado según UNE EN 933-8 será superior a treinta (EA>30).

Además, en el caso de los áridos ofíticos, deberán de ser lavados, con un contenido máximo de finos en peso del 1%, el 90% de su granulometría comprendida entre los tamices especificados en cada caso y presentar un contenido en carbonatos inferior al 5%.

Salvo indicación contraria, el coeficiente de desgaste de los materiales de origen pétreo, medido por el ensayo de Los Ángeles, según UNE EN 1097-2, será inferior a cuarenta (40).

Los materiales procedentes de escorias deberán ser aptos para su empleo en obras de hormigón. Los materiales de otra naturaleza deberán poseer una estabilidad química y mecánica suficiente, de acuerdo con los criterios establecidos en el Proyecto y en PG-3.

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

- $F_{15} / d_{85} < 5$;
- $F_{15} / d_{15} > 5$;
- $F_{50} / d_{50} < 25$;

Asimismo el coeficiente de uniformidad del filtro será inferior a veinte ($F_{60} / F_{10} < 20$).

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

- Si se utilizan tubos perforados: $F_{85} / (\text{diámetro del orificio}) > 1$
- Si se utilizan tubos con juntas abiertas: $F_{85} / (\text{apertura de la junta}) > 1,2$
- Si se utilizan tubos de hormigón poroso: $F_{85} / (d_{15} \text{ del árido del tubo}) > 0,2$
- Si se drena por mechinales: $F_{85} / (\text{diámetro del mechinal}) > 1$

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

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

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

$F_{15} < 1 \text{ mm}$

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

$$0,1 \text{ mm} < F_{15} < 0,4 \text{ mm}$$

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

- Tamaño máximo del árido comprendido entre 20 mm y (80 mm).
- Coeficiente de uniformidad: $F_{60} / F_{10} < 4$.

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

Ejecución de lecho de asiento de la tubería

Una vez abierta la franja de drenaje, si su fondo es impermeable el lecho de asiento de los tubos deberá ser también impermeable.

En todo caso, el lecho de asiento se compactará hasta conseguir una base de apoyo firme en toda la longitud de la zanja y se realizará una solera con pendiente transversal hacia el centro de la misma.

Colocación de la tubería

La colocación de la tubería no deberá iniciarse sin la previa autorización de la Dirección de las obras. Obtenida ésta, los tubos se tenderán en sentido ascendente, con las pendientes y alineaciones indicadas en Proyecto, o, en su defecto, por la Dirección de las obras.

Colocación del material filtrante

Si la tubería se ha colocado sobre un lecho de asiento impermeable, la zanja se rellenará, a uno y otro lado de los tubos, con el material impermeable que se utilizó en su ejecución hasta llegar a cinco centímetros (5 cm) por debajo del nivel de las perforaciones más bajas, en caso de que se empleen tubos perforados, o hasta la altura que marquen los planos si se usan tubos con juntas abiertas. Si se empleasen tubos porosos, el material impermeable se limitaría al que corresponde al lecho de asiento.

A partir de las alturas indicadas, se proseguirá el relleno con material filtrante hasta la cota fijada en el Proyecto, o en su defecto, indicada por la Dirección de las obras.

En el caso de que el lecho de asiento sea permeable, una vez colocada la tubería, la zanja se rellenará con material filtrante. Si la tubería es de juntas abiertas, deberán cerrarse éstas en la zona de contacto con su lecho de asiento

Se cuidará especialmente no dañar los tubos ni alterar su posición.

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite la segregación. En especial se tendrán presentes las siguientes precauciones: evitar una exposición prolongada del material a la intemperie; formar los acopios sobre una superficie que no contamine el material; evitar la mezcla de distintos tipos de materiales.

Se eliminarán de los acopios todas las zonas segregadas o contaminadas por polvo, por contacto con la superficie de apoyo, o por inclusión de materiales extraños.

Cuando el relleno haya de adentrarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán y conducirán las últimas, fuera del área donde vaya a construirse el relleno, antes de comenzar su ejecución. Estas obras, que tendrán el carácter de accesorias, se ejecutarán de acuerdo con las indicaciones de la Dirección de las obras.

Los materiales del relleno se extenderán en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente horizontal. El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Cuando una tongada debe estar constituida por materiales de distinta granulometría, se adoptarán las medidas necesarias para crear entre ellos una superficie continua de separación

El relleno de trasdós de obras de fábrica se realizará de modo que no se ponga en peligro la estabilidad de las mismas.

Antes de proceder a extender cada tipo de material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar su segregación durante su puesta en obra y para seguir el grado de compactación exigido. Si la humedad no es adecuada se adoptarán las medidas necesarias para corregirla, sin alterar la homogeneidad del material.

El grado de compactación a alcanzar en cada tongada, dependerá de la ubicación de la misma. En ningún caso dicho grado de compactación será inferior al mayor de los que posean los materiales adyacentes situados a su mismo nivel.

Los trabajos se efectuarán de modo que se evite en todo momento la contaminación del relleno por materiales extraños, o por la circulación, a través del mismo, de agua de lluvia cargada de partículas finas. A tal efecto, los rellenos se ejecutarán en el menor plazo posible y, una vez terminados, se cubrirán de forma provisional o definitiva para evitar su contaminación.

También se adoptarán las precauciones necesarias para evitar la erosión o perturbación de los rellenos en ejecución a causa de las lluvias, así como los encharcamientos superficiales de agua.

Si, a pesar de las precauciones adoptadas, se produjera la contaminación o perturbación de alguna zona de relleno, se procederá a eliminar el material afectado y sustituirlo por material en buenas condiciones. Esta operación no será abonable.

Los rellenos localizados se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a cero grados centígrados (0º C) debiendo suspenderse los trabajos cuando la temperatura descienda por debajo de dicho límite.

Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico, hasta que se haya completado su compactación. Si ello no es posible, el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas, se distribuirá de forma que no se encuentren huellas de rodadas en la superficie.

Limpieza de la zona

Después de haber realizado el relleno, el Contratista retirará todos los materiales sobrantes, suciedad, escombros, etc. de la zona de la obra. Los escombros se depositan en los lugares previamente aprobados por la Dirección de las obras o donde éste ordene. El Contratista restablecerá a sus condiciones originales todas las áreas donde se haya trabajado.

Después de haber completado todos los trabajos, el Contratista retirará todas las herramientas y otros equipos, dejando el lugar completamente libre, limpio y en buenas condiciones.

Inspección

Antes de la aprobación del sistema de drenaje, la Dirección de las obras, acompañado por un representante del Contratista realizará una inspección completa de toda la instalación. Cualquier indicio de materiales o ejecución defectuosos, u obstrucciones en el flujo del sistema de drenaje será investigado y corregido. Los defectos que se deban a negligencia del Contratista se corregirán por él mismo sin compensaciones adicionales y tal como ordene la Dirección de las obras.

Medición y abono

Salvo indicación en contrario, la medición y abono se realizará, por metro lineal de dren realmente ejecutado, de acuerdo con lo indicado en el Presupuesto.

Normativa de referencia

Pliego de prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, Parte 4 Capítulo 3, Artículos 420 y 421.

Pruebas en servicio de sistema de drenaje

Sin perjuicio de otras inspecciones, ensayos o controles, se efectuarán al menos, las siguientes pruebas de servicio, cuyo coste se entiende incluido en la ejecución y Dirección de los drenajes.

Circulación de la red

Vertido de 2 m³ de agua durante 90 segundos en las cabeceras de cada red, observándose y comprobándose su paso en todas y cada una de las arquetas de registro y de desagüe.

Funcionamiento del drenaje

Vertido de agua sobre el material filtrante, observándose su paso por las arquetas de registro conectadas a los drenes lineales.

Prueba de estanqueidad entre arquetas

La D.O. comprobará que las conducciones por gravedad en conductos cerrados (PVC, PEAD u hormigón armado) no tienen pérdidas, mediante la realización de una prueba de estanqueidad entre arquetas, conforme a ensayo normalizado de estanqueidad según Norma UNE-EN 1610:1998: “Instalación y pruebas de acometidas y redes de saneamiento”.

5. **FIRMES**

5.1 **CAPAS GRANULARES**

5.1.1 **Zahorras**

Definición

Se define como zahorra el material granular, de granulometría continua, utilizado como capa de firme. Se denomina zahorra artificial al constituido por partículas total o parcialmente trituradas, en la proporción mínima que se especifique en cada caso. Zahorra natural es el material formado básicamente por partículas no trituradas. Zahorra reciclada es la procedente del tratamiento de RCD (residuos de Construcción y Demolición).

La ejecución de las capas de firme con zahorra incluye las siguientes operaciones:

- Estudio del material y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie que vaya a recibir la zahorra.
- Preparación del material, si procede, y transporte al lugar de empleo.
- Extensión, humectación, si procede, y compactación de la zahorra.

Materiales

En el presente proyecto se utilizará zahorra artificial tipo ZA(40)/ZA(25) en los viales de servicio. Sin perjuicio de lo anterior, se podrá emplear zahorra reciclada siempre y cuando el Director de las Obras lo considere apropiado.

a. Características generales

Los materiales para la zahorra artificial procederán de la trituración, total o parcial, de piedra de cantera o de grava natural. Para la zahorra natural procederán de graveras o depósitos naturales, suelos naturales o una mezcla de ambos.

El Director de Obra podrá fijar especificaciones adicionales a este pliego, cuando se vayan a emplear materiales cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

Los materiales para las capas de zahorra no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme, o contaminar el suelo o corriente de agua.

El árido siderúrgico de acería deberá presentar una expansividad inferior al cinco por ciento (5%), según la UNE-EN 1744-1:2010.

El árido siderúrgico procedente de horno alto no presentará desintegración por el silicato bicálcico ni por el hierro, según la UNE-EN 1744-1:2010.

b. Composición química

El contenido ponderal de compuestos de azufre totales (expresados en SO₃), determinado según la UNE-EN 1744-1:2010, será inferior al cinco mil (0,5%) donde los materiales estén en contacto con capas tratadas de cemento, e inferior al uno por ciento (1%) en los demás casos.

c. Limpieza

Los materiales estarán exentos de terrones de arcilla, materia orgánica, o cualquier otra que pueda afectar a la durabilidad de la capa.

En el caso de las zahorras artificiales el coeficiente de limpieza, según el anexo C de la UNE 13043:2003, deberá ser inferior a dos (2).

El equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8:2000, del material de la zahorra artificial deberá cumplir lo indicado en la siguiente tabla 6. De no cumplir esta condición, su valor de azul de metileno, según la UNE-EN 933-9:2010, deberá ser inferior a diez (10), y simultáneamente, el equivalente de arena no deberá ser inferior en más de cinco unidades a los valores indicados en la tabla 6:

T00 a T1	T2 a T4 y arcenes de T00 a T2	Arcenes de T3 y T4
EA>40	EA>35	EA>30

Tabla 6. Equivalente de arena de la zahorra artificial

d. Plasticidad

El material será “no plástico”, según la UNE 103104:1993.

e. Resistencia a la fragmentación

El coeficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2:2010, de los áridos para la zahorra artificial no deberá ser superior a 30.

Para materiales reciclados procedentes de capas de aglomerado de firmes de carretera o de demoliciones de hormigones de resistencia a compresión final superior a treinta y cinco megapascuales (35 MPa), así como para áridos siderúrgicos, el valor del coeficiente de Los Ángeles podrá ser superior en cinco (5) unidades al valor exigido anteriormente, siempre y cuando su composición granulométrica esté adaptada al huso ZAD20, especificado en la TABLA 510.3.1 (PG-3)

f. Forma

El índice de lajas de las distintas fracciones del árido grueso, según la UNE-EN 933-3:2010, deberá ser inferior a treinta y cinco (35).

g. Angulosidad

El porcentaje mínimo de partículas trituradas, según la UNE-EN 933-5:1999, será del setenta y cinco por ciento (75%).

Tipo y composición del material 5.1.1.3

La granulometría del material, según la UNE-EN 933-2:1996, deberá estar comprendida dentro del huso siguiente:

HUSOS GRANULOMÉTRICOS DE LAS ZAHORRAS ARTIFICIALES. CERNIDO ACUMULADO (% en masa)									
TIPO DE ZAHORRA ARTIFICIAL(*)	ABERTURA DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)								
	40	25	20	8	4	2	0,500	0,250	0,063
ZA25	100	75-100	65-90	40-63	26-45	15-32	7-21	4-16	0-9

Tabla 7. Husos granulométricos de las zahorras artificiales. Cernido acumulado (% en masa)

(*) La designación del tipo de zahorra se hace en función del tamaño máximo nominal, que se define como la abertura del primer tamiz que retiene más de un diez por ciento en masa.

En todos los casos, el cernido por el tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2:1996 será menor que los dos tercios (2/3) del cernido por el tamiz 0,250 mm de la UNE-EN 933-2:1996.

Equipo necesario para la ejecución de las obras 5.1.1.4

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

No se podrá utilizar en la ejecución de las zahorras ningún equipo que no haya sido previamente aprobado por el Director de las Obras, después de la ejecución del tramo de prueba.

a. Elementos de transporte

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

b. Equipo de extensión

La extensión se realizará mediante motoniveladora.

c. Equipo de compactación

Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y tener inversores del sentido de la marcha de acción suave.

La composición del equipo de compactación se determinará en el tramo de prueba, y deberá estar compuesto como mínimo por un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos.

El rodillo metálico del compactador vibratorio tendrá una carga estática sobre la generatriz no inferior a trescientos newtons por centímetro (300 N/cm) y será capaz de alcanzar una masa de al menos quince toneladas (15 t), con amplitudes y frecuencias de vibración adecuadas.

Si se utilizasen compactadores de neumáticos, éstos deberán ser capaces de alcanzar una masa de al menos treinta y cinco toneladas (35 t) y una carga por rueda de cinco toneladas (5 t), con una presión de inflado que pueda llegar a alcanzar un valor no inferior a ocho décimas de megapascal (0,8 MPa).

Los compactadores con rodillos metálicos no presentarán surcos ni irregularidades en ellos. Los compactadores vibratorios tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración al invertir el sentido de la marcha. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape entre las huellas delanteras y las traseras.

El Director de las Obras aprobará el equipo de compactación que se vaya a emplear, su composición y las características de cada uno de sus elementos, que serán los necesarios para conseguir una compacidad adecuada y homogénea de la zahorra en todo su espesor, sin producir roturas del material granular ni arrollamientos.

En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación convencionales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretenda realizar.

Ejecución de las obras

a. Estudio del material y obtención de la fórmula de trabajo

La producción del material no se iniciará hasta que se haya aprobado por el Director de Obra la correspondiente fórmula de trabajo, establecida a partir de los resultados del control de procedencia del material.

Dicha fórmula señalará:

- Identificación y proporción (en seco) de cada fracción en la alimentación.
- La granulometría de la zahorra por los tamices establecidos en la definición del huso granulométrico.
- La humedad de compactación.
- La densidad mínima a alcanzar.

Si la marcha de las obras lo aconseja el Director de Obra podrá exigir la modificación de la fórmula de trabajo.

b. Preparación de la superficie que va a recibir la zahorra

Una capa de zahorra no se extenderá hasta que se haya comprobado que la superficie sobre la que haya de asentarse tenga las condiciones de calidad y formas previstas, con las tolerancias establecidas.

Se comprobarán la regularidad y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la zahorra. El Director de Obra indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, a reparar las zonas deficientes.

c. Preparación del material

Cuando las zahorras se fabriquen en central la adición del agua de compactación se realizará también en central.

En los demás casos, antes de extender una tongada se procederá, si fuera necesario, a su homogeneización y humectación. Se podrán utilizar para ello la humectación previa en central u otros procedimientos sancionados por la práctica que garanticen, a juicio del Director de Obra, las características previstas del material previamente aceptado, así como la uniformidad.

d. Extensión de la zahorra

Una vez aceptada la superficie de asiento se procederá a la extensión de la zahorra, en una única tongada de 20 cm de espesor, tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones.

Todas las operaciones de aportación de agua deberán tener lugar antes de iniciar la compactación. Después, la única admisible será la destinada a lograr, en superficie, la humedad necesaria para la ejecución de la tongada siguiente.

e. Compactación de la zahorra

Conseguida la humedad más conveniente, se procederá a la compactación de la tongada, que se continuará hasta alcanzar la densidad especificada en el próximo apartado de especificaciones de la unidad terminada. La compactación se realizará según el plan aprobado por el Director de Obra en función de los resultados del tramo prueba.

La compactación se realizará de manera continua y sistemática. Si la extensión de la zahorra se realiza por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos 15 cm de la anterior.

Las zonas que, por su reducida extensión, pendiente o proximidad a obras de paso o de desagüe, muros o estructuras, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando, se compactará con medios adecuados, de forma que las densidades que se alcancen no resulten inferiores, en ningún caso, a las exigidas a la zahorra en el resto de la tongada.

Tramo de prueba

Antes de iniciarse la puesta en obra de la zahorra será preceptiva la realización de un tramo de prueba, para comprobar la fórmula de trabajo, la forma de actuación de los equipos de extensión y de compactación, y especialmente el plan de compactación. El tramo de prueba se realizará sobre una capa de apoyo similar en capacidad de soporte y espesor al resto de la obra.

Durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia, en su caso, entre los métodos de control de humedad y densidad in situ.

El Director de Obra, fijará la longitud del tramo de prueba, que no será en ningún caso inferior a 100 metros. El Director de Obra determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la unidad de obra definitiva.

A la vista de los resultados obtenidos, el Director de Obra definirá:

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo:

En el primer caso se podrá iniciar la ejecución de la zahorra.

En el segundo, deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, modificación en los sistemas de puesta en obra, corrección de la humedad de compactación, etc

- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista:

En el primer caso, definirá su forma específica de actuación.

En el segundo caso, el Contratista deberá proponer nuevos equipos o incorporar equipos suplementarios.

No se podrá proceder a la producción sin que el Director de las Obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

Especificaciones de la unidad terminada

a. Densidad

La compactación de la zahorra artificial deberá alcanzar una densidad no inferior a la que corresponda al cien por cien (100%) de la máxima de referencia, obtenida en el ensayo Próctor modificado, según la UNE 103501:1994.

b. Capacidad de soporte

El valor del módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga del ensayo de carga con placa (Ev2), según la NLT-357, será superior al menor valor de los siguientes:

- 150 MPa.
- El valor exigido a la superficie sobre la que se apoya la capa de zahorra multiplicado por uno coma tres (1,3).

Además de lo anterior, el valor de la relación de módulos $Ev2/Ev1$ será inferior a dos unidades y dos décimas (2,2).

c. Rasante, espesor y anchura

Dispuestos los sistemas de comprobación aprobados por el Director de las Obras, la rasante de la superficie terminada no deberá superar a la teórica en ningún punto ni quedar por debajo de ella en más de quince milímetros (15 mm). El Director de las Obras podrá modificar los límites anteriores. En todos los semiperfiles se comprobará la anchura de la capa extendida, que en ningún caso deberá ser inferior a la establecida en los Planos de secciones tipo.

Asimismo el espesor de la capa no deberá ser inferior en ningún punto al previsto para ella en los Planos de secciones tipo; en caso contrario se procederá según el apartado 510.10.3.

d. Regularidad superficial

Se comprobará que no existen zonas que retengan agua sobre la superficie, las cuales, si existieran, deberán corregirse por el Contratista a su cargo.

Limitaciones de la ejecución

Las zahorras se podrán poner en obra siempre que las condiciones meteorológicas no hubieran producido alteraciones en la humedad del material.

Sobre las capas recién ejecutadas se procurará evitar la acción de todo tipo de tráfico. Si esto no fuera posible, sobre las zahorras artificiales se dispondrá un riego de imprimación con una protección mediante la extensión de una capa de árido de cobertura. Dicha protección se barrerá antes de ejecutar otra unidad de obra sobre las zahorras.

Control de calidad

El objeto será comprobar que el material cumple lo previsto en el Pliego, tanto en origen como el lugar de empleo, y se estará a todo lo dispuesto en cuanto a control de calidad de las zahorras para el firme de los caminos en el PG-3.

En el lugar de procedencia se realizarán las siguientes pruebas:

- Comprobación de la explotación racional del lugar de retirada del material
- 1 proctor modificado cada 2.000 m³ (UNE 103.501:1994).
- 1 granulométrico cada 2.000 m³ (UNE-EN 933-1:2012).
- 1 equivalente de arena cada 2.000 m³ (UNE-EN 933-8).

- 1 determinación de límites de Atterberg cada 2.000 m³ (UNE-EN 103.103:1994 y UNE-EN 103.104:1993)
- 1 ensayo de desgaste los Ángeles cada 2.000 m³ (UNE-EN 1097-2:2010)
- 1 ensayo de índice de lajas y agujas de los áridos cada 2.000 m³ (UNE-EN 933-3:2012)
- 1 porcentaje de elementos con 2 o más caras fracturadas de la fracción retenida por el tamiz 5 UNE cada 2.000 m³ (UNE-EN 933-5:1999).
- 1 placa de carga según NLT-357

En el lugar de empleo, se realizarán los siguientes controles cuyo objeto será comprobar que la extensión del material se ha realizado según las condiciones establecidas en el Pliego.

- Se comprobará visualmente el efecto de los camiones al pasar por la superficie.
- Se comprobará visualmente la geometría de la superficie.
- Se comprobará el espesor de las caras y la ausencia de segregaciones.
- Ensayo de densidad en 5 puntos mínimo por cada 2.000 m² de material colocado.
- 1 ensayo de capacidad soporte mediante carga con placa cada 2.000 m².
- Determinación de humedad en 5 puntos mínimo por cada 2.000 m² de material colocado.
- 1 comprobación de cotas en eje y laterales cada 50,00 m.
- 1 comprobación de regularidad superficial mediante (I.R.) por cada 2000 m², a 24 h de su colocación.

Medición y abono

La zavorra se abonará por metros cúbicos (m³) medidos sobre los planos de Proyecto. No serán de abono las creces laterales, ni las consecuentes de aplicación de la compensación de una merma de espesores en las capas subyacentes.

Los sobre-rellenos que se generen en las capas superiores al no haber alcanzado la cota de Proyecto, a pesar de estar comprendida dentro de las tolerancias, no dará lugar a la medición y abono de dicho exceso.

Normativa de referencia

Pliego de prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3, Parte 5 Capítulo 1, Artículo 510.

5.2 PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

5.2.1 Definición

Se define como pavimento de hormigón el constituido por una losa continua de hormigón, eventualmente dotada de juntas longitudinales. El hormigón se pone en obra con una consistencia tal, que requiere el empleo de vibradores internos para su compactación y maquinaria específica para su extensión y acabado superficial.

La ejecución del pavimento de hormigón incluye las siguientes operaciones:

- Estudio y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie de asiento.
- Fabricación del hormigón.
- Transporte del hormigón.
- Colocación de elementos de guía y acondicionamiento de los caminos de rodadura para la pavimentadora y los equipos de acabado superficial.
- Colocación de los elementos de las juntas.
- Puesta en obra del hormigón y colocación de armaduras en pavimento continuo de hormigón armado.
- Ejecución de juntas en fresco.
- Terminación.
- Numeración y marcado de las losas.
- Protección y curado del hormigón fresco.
- Ejecución de juntas serradas.
- Sellado de las juntas.

5.2.2 Materiales

Se seguirá lo dispuesto en el artículo 550.2 del PG-3, además de las siguientes prescripciones:

El tipo y la clase resistente del cemento a emplear, será CEM-II/A-P/32,5 N. El cemento cumplirá las prescripciones del artículo 202 de este Pliego y las adicionales que establezca el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

No se emplearán cementos de aluminato de calcio, ni mezclas de cemento con adiciones que no hayan sido realizadas en fábrica.

El principio de fraguado, según la UNE-EN 196-3:2005, no podrá tener lugar antes de las dos horas (2h).

5.2.3 Tipo y composición del hormigón

La resistencia característica a flexotracción a veintiocho días (28 d), referida a probetas prismáticas de sección cuadrada, de quince centímetros (15 cm) de lado y sesenta centímetros (60 cm) de longitud, fabricadas y conservadas en obra según la UNE 83301, admitiéndose su compactación con mesa vibrante, ensayadas según la UNE-EN 12390-5:2009, será de 4,0 MPa, siendo el hormigón a utilizar un HF-4/B/20/Ila.

La resistencia característica a flexotracción del hormigón a veintiocho días (28 d) se define como el valor de la resistencia asociado a un nivel de confianza del noventa y cinco por ciento (95%).

El Director de las Obras especificará el ensayo para la determinación de la consistencia del hormigón, así como los límites admisibles en sus resultados. Si se mide la consistencia según la UNE-EN 12350-2:2009, donde se especifica el asiento en centímetros.

La masa unitaria del total de partículas cernidas por el tamiz 0,125 mm de la UNE EN 933-2, incluyendo el cemento, no será mayor de cuatrocientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (450 kg/m³) de hormigón fresco.

La dosificación de cemento CEM –I/A-P 42.5 R será de trescientos ochenta y cinco kilogramos por metro cúbico (385 kg/m³) de hormigón fresco y la relación ponderal agua/cemento (a/c) no será superior a cuarenta y seis centésimas (0,46).

La proporción de aire ocluido en el hormigón fresco vertido en obra, se establece en la UNE-EN 12350-7:2010. En zonas sometidas a nevadas o heladas será obligatoria la utilización de un incluso de aire. En este caso, la proporción de aire ocluido en el hormigón fresco no será inferior al cuatro y medio por ciento (4,5%) en volumen.

5.2.4 Equipo necesario para la ejecución de las obras

Se seguirá lo dispuesto en el artículo 550.4 del PG-3.

5.2.5 Ejecución de las obras

Se seguirá lo dispuesto en el artículo 550.5 del PG-3.

5.2.6 Tramo de prueba

Adoptada una fórmula de trabajo, se procederá a la realización de un tramo de prueba con el mismo equipo, velocidad de hormigonado y espesor que se vayan a utilizar en la obra.

La longitud del tramo de prueba deberá ser, como mínimo, de doscientos metros (200 m). El Director de las Obras determinará si fuera aceptable su realización como parte integrante de la obra de construcción.

En el tramo de prueba se comprobará que:

Los medios de vibración serán capaces de compactar adecuadamente el hormigón en todo el espesor del pavimento.

Se podrán cumplir las prescripciones de textura y regularidad superficial.

El proceso de protección y curado del hormigón fresco será adecuado.

Las juntas se realizarán correctamente.

Si la ejecución no fuese satisfactoria, se procederá a la realización de sucesivos tramos de prueba, introduciendo las oportunas variaciones en los equipos o métodos de puesta en obra. No se podrá proceder a la construcción del pavimento en tanto que un tramo de prueba no haya sido aprobado por el Director de las Obras.

A los cincuenta y cuatro días (54 d) de puesta en obra y curado del tramo de prueba, se extraerán de él seis (6) testigos cilíndricos, según la UNE-EN 12504-1:2009, situados en emplazamientos aleatorios que disten entre sí un mínimo de siete metros (7 m) en sentido longitudinal, y separados más de cincuenta centímetros (50 cm) de cualquier junta o borde. Estos testigos se ensayarán a tracción indirecta, según la UNE-EN 12390-6:2010, a cincuenta y seis días (56 d), después de haber sido conservados durante las cuarenta y ocho horas (48 h) anteriores al ensayo en las condiciones previstas en la UNE 83302. El valor medio de los resultados de estos ensayos servirá de base para su comparación con los resultados de los ensayos de información, a los que se refiere el apartado 550.10.1.2 del PG-3.

5.2.7 Especificaciones de la unidad terminada

Se seguirá lo dispuesto en el artículo 550.7 del PG-3.

5.2.8 Limitaciones de la ejecución

Se seguirá lo dispuesto en el artículo 550.8 del PG-3.

5.2.9 Control de calidad

Se seguirá lo dispuesto en el artículo 550.9 del PG-3.

5.2.10 Criterios de aceptación o rechazo

Se seguirá lo dispuesto en el artículo 550.10 del PG-3, teniendo en cuenta las siguientes prescripciones:

Las diferencias de cota en rasante entre la superficie obtenida y la teórica establecida en los Planos del Proyecto no excederán de las tolerancias especificadas, ni se aceptarán zonas que retengan agua.

5.2.11 Medición y abono

Las mediciones se realizarán sobre Planos, e incluirán el tramo de prueba satisfactorio. El pavimento de hormigón completamente terminado, incluso la preparación de la superficie de apoyo, se abonará por metros cúbicos (m³), medidos sobre Planos. Se descontarán las sanciones impuestas por resistencia insuficiente del hormigón o por falta de espesor del pavimento. Se considerarán incluidos el abono de juntas, armaduras y todo tipo de aditivos.

No se abonarán las reparaciones de juntas defectuosas, ni de losas que acusen irregularidades superiores a las tolerables o que presenten textura o aspecto defectuosos.

6. ESTRUCTURAS

6.1 COMPONENTES

6.1.1 Armaduras a emplear en hormigón armado

Definición

Se definen como armaduras a emplear en hormigón armado al conjunto de barras de acero que se colocan en el interior de la masa de hormigón para ayudar a éste a resistir los esfuerzos a que está sometido.

Materiales

Se seguirá lo dispuesto en los artículos del PG-3:

- Artículo 240, "Barras corrugadas para hormigón armado".
- Artículo 241, "Mallas electrosoldadas".

Las barras corrugadas a utilizar serán de acero B-500S y 12 mm de diámetro.

Forma y dimensiones

La forma y dimensiones de las armaduras serán las señaladas en los Planos.

No se aceptarán las barras que presenten grietas, sopladuras o mermas de sección superiores al cinco por Ciento (5 %).

Doblado

Se seguirá lo dispuesto en el artículo 600.4 del PG-3.

Colocación

Se seguirá lo dispuesto en el artículo 600.5 del PG-3.

Control de calidad

El control de calidad se realizará de acuerdo con lo prescrito en la instrucción EHE-08. Los niveles de control de calidad, de acuerdo con lo previsto en la citada Instrucción, serán los indicados en los Planos de Proyecto.

Medición y abono

Las armaduras de acero empleadas en hormigón armado se abonarán según se indique en la unidad de que formen parte.

El abono de las mermas y despuntes se considerará incluido en el metro cuadrado (m²) de armadura.

Asimismo se considera incluido en el precio el doblado y cortado de barras necesario para su colocación.

6.1.2 Hormigón

Definición

Se define como hormigón la mezcla en proporciones adecuadas de cemento, árido grueso, árido fino y agua, con o sin la incorporación de aditivos o adiciones, que desarrolla sus propiedades por endurecimiento de la pasta de cemento (cemento y agua).

Los hormigones que aquí se definen cumplirán las especificaciones indicadas en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)", así como las especificaciones adicionales contenidas en este artículo.

A efectos de aplicación de este artículo, se contemplan todo tipo de hormigones. Además para aquellos que formen parte de otras unidades de obra, se considerará lo dispuesto en los correspondientes artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

Materiales

Los materiales componentes del hormigón cumplirán las prescripciones recogidas en los siguientes artículos del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto del PG-3:

- Artículo 202: Cementos.

- Artículo 280: Agua a emplear en morteros y hormigones.
- Artículo 281: Aditivos a emplear en morteros y hormigones.
- Artículo 283: Adiciones a emplear en hormigones.

Los áridos, cuya definición será la que figura en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)" o normativa que la sustituya, cumplirán todas las especificaciones recogidas en la citada Instrucción.

El Director de las Obras, fijará la frecuencia y el tamaño de los lotes para la realización de los ensayos previstos en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)" o normativa que la sustituya, para los casos en que varíen las condiciones de suministro, y si no se dispone de un certificado de idoneidad de los mismos emitido, con una antigüedad inferior a un año, por un laboratorio oficial u oficialmente acreditado. No se podrán utilizar áridos que no hayan sido aprobados previa y expresamente por el Director de las Obras.

El Contratista adjudicatario de las obras será responsable de la calidad de los materiales utilizados y del cumplimiento de todas las especificaciones establecidas para los mismos en este artículo.

a) Agua a emplear en morteros y hormigones

Se denomina agua para emplear en el amasado o en el curado de morteros y hormigones, tanto a la natural como a la depurada, sea o no potable, que cumpla los requisitos que se señalan en el apartado 280.3 del PG-3.

Con la maquinaria y equipos utilizados en el amasado deberá conseguirse una mezcla adecuada de todos los componentes con el agua.

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

En los casos dudosos o cuando no se posean antecedentes de su utilización, las aguas deberán ser analizadas. En ese caso, se rechazarán las aguas que no cumplan alguno de los requisitos indicados en el artículo 27 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)" o normativa que la sustituya, salvo justificación especial de que su empleo no

altera de forma apreciable las propiedades exigibles a los morteros y hormigones con ellas fabricados.

Según artículo 27:

El agua utilizada, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, no debe contener ningún ingrediente dañino en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión. En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

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

- Exponente de hidrógeno pH (UNE 83952:2008) ≥ 5
- Sustancias disueltas (UNE 83957:2008) ≤ 15 gramos por litro (15.000 p.p.m)
- Sulfatos, expresados en SO_4^{2-} (UNE 83956:2008), excepto para el cemento SR en que se eleva este límite a 5 gramos por litro (5.000 p.p.m) ≤ 1 gramo por litro (1.000 p.p.m).
- IÓN cloruro, Cl^- (UNE 83958:2014):
- Hidratos de carbono (UNE 83959:2014)
- Sustancias orgánicas solubles en éter (UNE 7235:71) ≤ 15 gramos por litro (15.000 p.p.m)
- Realizándose la toma de muestras según la UNE 83951:2008 y los análisis por los métodos de las normas indicadas.

Podrán, sin embargo, emplearse aguas de mar o aguas salinas análogas para el amasado o curado de hormigones que no tengan armadura alguna. Salvo estudios especiales, se prohíbe expresamente el empleo de estas aguas para el amasado o curado de hormigón armado.

Con respecto al contenido de ión cloruro, se tendrá en cuenta lo previsto en el artículo 31.1. de la EHE-08.

b) Cemento

Cumplirá las prescripciones del vigente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos (RC-08), así como los del Artículo 202 del PG-3, y tendrán marcado CE.

Se aplicarán así mismo las recomendaciones y prescripciones contenidas en la vigente “Instrucción de hormigón estructural” (E.H.E-08).

Se utilizarán cemento CEM-II/A-P 32.5 R debiéndose aprobar por el Director de Obra cualquier otro tipo de cemento a utilizar.

En el momento de su empleo en la mezcla hidráulica, el cemento debe cumplir las condiciones exigidas por la citada instrucción y las recomendaciones y prescripciones contenidas en la Instrucción de Hormigón Estructural (E.H.E-8).

Teniendo en cuenta la calidad de protección dada al cemento en cuanto a intemperie, humedad, etc., en su almacenamiento, se comprobará dentro de un periodo razonable, y , en ningún caso más de 1 mes antes de su empleo, que las distintas partidas cumplan los requisitos exigidos por la Instrucción señalada.

Se recibirán en obra en los mismos envases cerrados en que fueron expedidos de fábrica y se almacenarán en sitio ventilado, defendido de la intemperie y de la humedad del suelo y de las paredes.

Para la realización de ensayos se tomarán tres (3) muestras de ocho (8) kg de cada 200 tn, o cada mes si el consumo fuese inferior.

Se destinará una muestra a los ensayos de recepción, otra se guardará para los de contraste y la tercera estará a disposición del suministrador. Podrá hacerse la recepción sobre certificado del fabricante que garantice el cumplimiento de lo exigido en este pliego.

Además de los criterios de conformidad estadísticos, el cumplimiento de los resultados con los requisitos de la Instrucción RC-08, exige que se verifique que cada resultado de ensayo permanezca dentro de los valores límite especificados en el Anejo 1 para las siguientes propiedades:

- Resistencias iniciales (Mpa) según tabla A.5.5.1.3a de RC-08.
- Resistencia normal (Mpa) según tabla A.5.5.1.3a de RC-08.

- Principio de fraguado (min) según tabla A.5.5.1.3a de RC-08.
- Estabilidad (mm) según tabla A.5.5.1.3a de RC-08.
- Pérdidas por calcinación (% de la masa de cemento final) según tabla A.5.5.1.3a de RC-08.
- Contenido de sulfato (% de SO₃) según tabla A.5.5.1.3a de RC-08.
- Contenido en cloruros (%) según tabla A.5.5.1.3a de RC-08.
- Puzolanicidad según tabla A.5.5.1.3a de RC-08.
- Componentes según tabla A.5.5.1.3a de RC-08.
- Calor de hidratación (J/g) según tabla A.5.5.1.3a de RC-08.

El Director de Obra podrá exigir el empleo de cementos resistentes a los sulfatos (tipo SR-MR) en los elementos que considere que vayan a estar en contacto con agentes agresivos. Para su recepción exigirá la Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-08).

Para los morteros se utilizarán los materiales adecuados a los diferentes usos, teniendo en cuenta la compatibilidad de los aglomerantes.

Se realizarán los mismos ensayos que los establecidos para antes de comenzar el hormigonado, con una frecuencia mínima de una vez cada tres meses.

Serán exigibles además los certificados de ensayos enviados por el fabricante y correspondientes a la partida que se vaya a utilizar.

Además de los que se prescriben en el apartado anterior en el caso de que el periodo de almacenamiento haya sido superior a un mes, cada una de las partidas de cemento que se reciban en obra se someterá a los ensayos de recepción indicados en el citado "Pliego de Prescripciones Técnicas generales para la Recepción de Cementos" RC-08. Podrá hacerse la recepción sobre certificado del fabricante que garantice el cumplimiento de lo exigido en dicho Pliego.

c) Aditivos

El contratista podrá proporcionar el uso de todo tipo de aditivos cuando lo considere oportuno para obtener las características exigidas a los hormigones, justificando en su propuesta mediante los oportunos ensayos, que la sustancia agregada en las proporciones

previstas y en las condiciones particulares de tipo de hormigón, dosificaciones, naturaleza de los áridos, de la obra, producen el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes cualidades del hormigón ni representar un peligro para las armaduras.

Los aditivos del hormigón cumplirán la UNE-EN 934-2:2010 + A1:2012.

Cualquier tipo de aditivo a emplear, deberá ser aprobado por el Director de las Obras, que podrá exigir las pruebas que considere necesarias para el empleo del aditivo propuesto.

Serán exigibles además los certificados de garantía y ensayos enviados por el fabricante y correspondiente a la partida que se vaya a utilizar.

d) Áridos

Los áridos se ajustarán a lo prescrito en la Instrucción E.H.E-08, y tendrán marcado CE.

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

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio. En cualquier caso, el suministrador de áridos garantizará documentalmente el cumplimiento de las especificaciones que se indican en el artículo 28 de la E.H.E.-08 hasta la recepción de éstos.

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

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

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

Por su parte, el fabricante de hormigón, que está obligado a emplear áridos que cumplan las especificaciones señaladas en el artículo 28 de la E.H.E.-08, deberá en caso de duda, realizar los correspondientes ensayos.

Ensayos a realizar en control de calidad para áridos:

- La granulometría de los áridos, determinada de conformidad con la norma UNE-EN 933-1:2012, debe cumplir los requisitos correspondientes a su tamaño de árido d/D.
- La forma del árido grueso se expresará mediante su índice de lajas, entendido como el porcentaje en peso de áridos considerados como lajas según UNE EN 933-3:2012, y su valor debe ser inferior a 35.
- Resistencia a la fragmentación del árido grueso determinada con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE EN 1097-2:2010 (ensayo de Los Ángeles) ≤ 40
- Absorción de agua por los áridos, determinada con arreglo al método de ensayo indicado en la UNE EN 1097-6:2014.
- El contenido en ión cloruro (Cl^-) soluble en agua de los áridos grueso y fino para hormigón, determinado de conformidad con el artículo 7 de la UNE-EN 1744-1:2010, no podrá exceder del 0,05% en masa del árido, cuando se utilice en hormigón armado u hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la figuración.
- El contenido en sulfatos solubles en ácido, expresados en SO_3 de los áridos grueso y fino, determinado de conformidad con el artículo 12 de la Norma UNE-EN 1744-1:2010, no podrá exceder de 0,8% en masa del árido.
- Los compuestos totales de azufre de los áridos grueso y fino, determinados de conformidad con el artículo 11 de la norma UNE-EN 1744-1:2010, no podrá exceder del 1% en masa del peso total de la muestra.
- La pérdida de peso con 5 ciclos de sulfato magnésico según UNE 1367-2:2010, será $\leq 18\%$ para el árido grueso y $\leq 15\%$ para el árido fino, y la reactividad árido-álcali según punto 28.7.6 de la EHE 08.
- Equivalente de arena para el árido fino según UNE-EN-933-8:12 > 75 .

- Friabilidad para el árido fino según UNE 83115 EX será ≤ 40 .
- Terrones de arcilla según UNE 7133 será $\leq 1\%$ para el árido fino y $\leq 0,25\%$ para el grueso.
- Partículas blandas para el árido grueso según UNE 7134 será $\leq 5\%$.
- No se emplearán aquellos áridos finos que presenten una proporción de materia orgánica tal que, ensayados con arreglo al método de ensayo indicado en el apartado 15.1 de la UNE-EN 1744-1:2010, produzcan un color más oscuro que el de la sustancia patrón. Asimismo, el contenido de partículas orgánicas ligeras que flotan en un líquido de peso específico 2 determinadas según el apartado 14.2 de la norma UNE-EN 1744-1:2010 no será superior al valor de 0,5% para áridos finos y 1% para áridos gruesos. En el caso de áridos gruesos, antes de proceder a su ensayo, se procederá a reducir su tamaño mediante machaqueo hasta tamaños inferiores a 4 mm.

e) Desencofrantes

Se definen como tales a los productos que, aplicados en forma de pintura a los encofrados, disminuyen la adherencia entre éstos y el hormigón, facilitando la labor de desmolde. El desencofrante que se empleará en la obra deberá ser de tipo líquido. El empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado sin cuyo requisito no se podrá utilizar.

Los productos desencofrantes no provocarán pérdidas de las características resistentes del hormigón, ni cambios de color o manchas en la superficie del mismo.

Tipos de hormigón y distintivos de calidad

Los hormigones no fabricados en central sólo se podrán utilizar cuando así lo autorice el Director de las Obras, estando en cualquier caso limitada su utilización a hormigones de limpieza o unidades de obra no estructurales.

Los principales tipos de hormigón a utilizar en el presente proyecto son:

- HM-20: en limpieza y nivelación en fondo de excavaciones, en masa para recrecidos.

La consistencia será plástica cuando las tongadas sean menores de 25 cm.

La consistencia será seca cuando las tongadas sean menores de 15 cm.

Tamaño máximo del árido 20 mm.

Ambiente IIa+Qc

- HA-25: para armar en soleras, cimentaciones, alzados de muros, y elementos prefabricados.

Tamaño máximo del árido 20 mm.

Ambiente IIa+Qc

- HM-20/P/20/I: en firme de camino perimetral y en cunetas revestidas.

La resistencia característica, según se define en la Instrucción de Hormigón Estructural (E.H.E. 08), será como mínimo:

- HM-20: 200 kg/cm².
- HA-25: 250 kg/cm².

Dosificación del hormigón

Se seguirá lo establecido en el artículo 610.4 del PG-3.

Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

Se seguirá lo establecido en el artículo 610.5 del PG-3.

Ejecución

Se seguirá lo establecido en el artículo 610.6 del PG-3.

Especificaciones de la unidad terminada

a) Tolerancias

El Director de las Obras podrá fijar los límites admisibles correspondientes.

b) Reparación de defectos

Los defectos que hayan podido producirse al hormigonar deberán ser comunicados al Director de las Obras, junto con el método propuesto para su reparación. Una vez aprobado éste, se procederá a efectuar la reparación en el menor tiempo posible.

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

Recepción

No se procederá a la recepción de la unidad de obra terminada hasta que se satisfaga el cumplimiento de las tolerancias exigidas, el resultado de los ensayos de control sea favorable y se haya efectuado, en su caso, la reparación adecuada de los defectos existentes.

Medición y abono

El hormigón se abonará por metros cúbicos (m3) medidos sobre los Planos del proyecto, de las unidades de obra realmente ejecutadas o bien de acuerdo con lo establecido para la unidad de obra de la que formen parte.

El cemento, áridos, agua, aditivos y adiciones, así como la fabricación y transporte y vertido del hormigón, quedan incluidos en el precio unitario del hormigón, así como su compactación, ejecución de juntas, curado y acabado.

Únicamente se abonará aparte el suplemento por ambiente Qc (incluyendo en esta unidad el aporte de cemento sulforresistente, SR), abonándose por metros cúbicos (m3) de hormigón que lo incluyen.

No se abonarán las operaciones que sea preciso efectuar para la reparación de defectos.

Especificaciones técnicas y distintivos de calidad

A efectos del reconocimiento de marcas, sellos o distintivos de calidad, se estará a lo dispuesto en la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)" o normativa que la sustituya.

Normativa de referencia general del hormigón

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES PARA OBRAS DE CARRETERAS Y PUENTES
PG-3, PARTE 6 CAPITULO 1, ARTÍCULO 610

6.2 OBRAS DE HORMIGÓN

6.2.1 Obras de hormigón en masa o armado

Definición

Se definen como obras de hormigón en masa o armado, aquellas en las cuales se utiliza como material fundamental el hormigón, reforzado en su caso con armaduras de acero que colaboran con el hormigón para resistir los esfuerzos.

Materiales

Se seguirá lo dispuesto en los apartados de “Hormigones” y “Armaduras a emplear en hormigón armado” del presente Pliego.

Ejecución

La ejecución de las obras de hormigón en masa o armado incluye las operaciones siguientes:

- Colocación de apeos y cimbras.
- Colocación de encofrados.
- Colocación de armaduras.
- Dosificación y fabricación del hormigón.
- Transporte del hormigón.
- Vertido del hormigón.
- Compactación del hormigón.
- Hormigonado en condiciones especiales.
- Juntas.
- Curado.
- Desencofrado.
- Descimbrado.
- Reparación de defectos.

Control de ejecución

El control de calidad se realizará de acuerdo con lo prescrito en la Instrucción EHE-08.

Medición y abono

Los niveles de control, de acuerdo con lo previsto en la citada Instrucción, serán los indicados los Planos. Para el control de la ejecución se tendrán en cuenta las tolerancias prescritas en los Artículos correspondientes de este Pliego.

6.3 ELEMENTOS AUXILIARES

6.3.1 Encofrados y moldes

Definición

Se define como encofrado el elemento destinado al moldeo in situ de hormigones y morteros. Puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por esto último el que queda englobado dentro del hormigón.

Se entiende por molde el elemento, generalmente metálico, fijo o desplegable, destinado al moldeo de un elemento estructural en lugar distinto al que ha de ocupar en servicio, bien se haga el hormigonado a pie de obra, o bien en una planta o taller de prefabricación.

Los encofrados pertenecientes a este artículo a emplear en la obra objeto del presente proyecto serán encofrados ocultos mediante paneles metálicos modulares.

Ejecución

La ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Construcción y montaje.
- Desencofrado.

a) Construcción y montaje

Se autorizará el empleo de tipos y técnicas especiales de encofrado, cuya utilización y resultados estén sancionados por la práctica; debiendo justificarse la eficacia de aquellas otras que se propongan y que, por su novedad, carezcan de dicha sanción, a juicio del Director de las obras.

Tanto las uniones como las piezas que constituyen los encofrados deberán poseer la resistencia y la rigidez necesarias para que, con la marcha prevista del hormigonado y, especialmente, bajo los efectos dinámicos producidos por el sistema de compactación exigido o adoptado, no se originen esfuerzos anormales en el hormigón, ni durante su puesta en obra, ni durante su período de endurecimiento; así como tampoco movimientos locales en los encofrados superiores a cinco milímetros (5 mm).

Los enlaces de los distintos elementos o paños de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje y desmontaje se verifiquen con facilidad.

Los encofrados de fondo de los elementos rectos o planos de más de seis metros (6 m) de luz libre, se dispondrán con la contraflecha necesaria para que, una vez desencofrado y cargado el elemento, éste conserve una ligera concavidad en el intradós.

Los moldes ya usados y que hayan de servir para unidades repetidas, serán cuidadosamente rectificadas y limpiados.

El Contratista adoptará las medidas necesarias para que las aristas vivas del hormigón resulten bien acabadas; colocando, si es preciso, angulares metálicos en las aristas exteriores del encofrado, o utilizando otro procedimiento similar en su eficacia. El Director podrá autorizar, sin embargo, la utilización de berenjenos para achaflanar dichas aristas. No se tolerarán imperfecciones mayores de cinco milímetros (5 mm) en las líneas de las aristas.

Las superficies interiores de los encofrados deberán ser lo suficientemente uniformes y lisas para lograr que los paramentos de las piezas de hormigón moldeadas en aquéllos no presenten defectos, bombeos, resaltos, ni rebabas de más de cinco milímetros (5 mm) de altura.

Tanto las superficies de los encofrados, como los productos que a ellas se pueden aplicar, no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón; y se limpiarán, especialmente los fondos, dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas entre las diversas tablas deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego y del hormigón; sin que, sin embargo, dejen escapar la pasta durante el hormigonado; para lo cual se podrá autorizar el empleo de una selladura adecuada.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener del Director la aprobación escrita del encofrado realizado.

En el caso de obras de hormigón pretensado, se pondrá especial cuidado en la rigidez de los encofrados junto a las zonas de anclaje, para que los ejes de los tendones sean exactamente normales a los anclajes. Se comprobará que los encofrados y moldes las deformaciones de las piezas en ellos hormigonadas, y resisten adecuadamente la redistribución de cargas, que se origina durante el tesado de las armaduras y la transmisión del esfuerzo de pretensado al hormigón. Especialmente, los encofrados y moldes deben permitir, sin coartarlos, los acortamientos de los elementos que en ellos se construyan.

Cuando se encofren elementos de gran altura y pequeño espesor a hormigonar de una vez, se deberán prever en las paredes laterales de los encofrados ventanas de control, de suficiente dimensión para permitir desde ellas la compactación del hormigón. Estas aberturas se dispondrán con un espaciamiento vertical y horizontal no mayor de un metro (1 m), y se cerrarán cuando el hormigón llegue a su altura.

Los encofrados perdidos deberán tener la suficiente hermeticidad para que no penetre en su interior lechada de cemento. Habrán de sujetarse adecuadamente a los encofrados exteriores para que no se muevan durante el vertido y compactación del hormigón. Se pondrá especial cuidado en evitar su flotación en el interior de la masa de hormigón fresco.

En el caso de prefabricación de piezas en serie, cuando los moldes que forman cada bancada sean independientes, deberán estar perfectamente sujetos y arriostrados entre si para impedir movimientos relativos durante la fabricación, que pudiesen modificar los recubrimientos de las armaduras activas, y consiguientemente las características resistentes de las piezas en ellos fabricadas.

Los moldes deberán permitir la evacuación del aire interior al hormigonar, por lo que en algunos casos será necesario prever respiraderos.

Cuando un dintel lleva una junta vertical de construcción, como es el caso de un tablero continuo construido por etapas o por voladizos sucesivos con carro de avance, el cierre frontal de la misma se hará mediante un encofrado provisto de todos los taladros necesarios para el paso de las armaduras pasivas y de las vainas de pretensado.

En el caso de que los moldes hayan sufrido desperfectos, deformaciones, alabeos, etc, a consecuencia de los cuales sus características geométricas hayan variado respecto a las primitivas, no podrán forzarse para hacerles recuperar su forma correcta.

Los productos utilizados para facilitar el desencofrado o desmoldeo deberán estar aprobados por el Director. Como norma general, se emplearán barnices antiadherentes compuestos de siliconas, o preparados a base de aceites solubles en agua, o grasa diluida, evitando el uso de gas-oil, grasa corriente, o cualquier otro producto análogo. En su aplicación deberá evitarse que escurran por las superficies verticales o inclinadas de los moldes o encofrados. No deberán impedir la ulterior aplicación de revestimiento ni la posible ejecución de juntas de hormigonado, en especial cuando se trate de elementos que posteriormente hayan de unirse entre si para trabajar solidariamente.

b) Desencofrado

El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto, podrá efectuarse a los tres días (3 d) de hormigonada la pieza; a menos que durante dicho intervalo se hayan producido bajas temperaturas, u otras causas, capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón. Los costeros verticales de elementos de gran canto, o los costeros horizontales, no deberán retirarse antes de los siete días (7 d), con las mismas salvedades apuntadas anteriormente.

El Director podrá reducir los plazos anteriores, respectivamente a dos días (2 d) o a cuatro días (4 d), cuando el tipo de cemento empleado proporcione un endurecimiento suficientemente rápido.

El desencofrado deberá realizarse tan pronto sea posible, sin peligro para el hormigón, con objeto de iniciar cuanto antes las operaciones de curado.

Medición y abono

Los encofrados y moldes se medirán por metros cuadrados (m²) de superficie de hormigón realmente encofrados medidos sobre Planos o bien según se indique en la unidad de la que formen parte.

6.4 OBRAS DE FÁBRICA

6.4.1 Escollera de piedras sueltas

Definición

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

La ejecución de las obras de escollera se regirá por el artículo 658 del PG-3.

Su ejecución comprende normalmente las siguientes operaciones:

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

Materiales para escollera

Los materiales pétreos a emplear procederán de cantera. En cualquier caso, las piedras a utilizar deberán tener la superficie rugosa. No se admitirán piedras o bloques redondeados, salvo cuando la misión de la escollera sea la protección del talud frente a la meteorización.

Las zonas concretas a excavar para la obtención de materiales serán las indicadas por el Director de las Obras.

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

Se consideran rocas estables aquellas que según NLT 255 sumergidas en agua durante veinticuatro horas (24 h), con tamaños representativos de los de puesta en obra, no muestran fisuración alguna, y la pérdida de peso que sufren es igual o inferior al dos por ciento (2%). También podrán utilizarse ensayos de ciclos de humedad-sequedad según NLT 260 para calificar la estabilidad de estas rocas, si así lo autoriza el Director de las Obras.

La densidad aparente seca mínima de la piedra será de 2.500 kg/m³.

El peso de cada una de las piedras que forman la escollera, ya colocadas, podrá variar entre 500 y 2.500 kg.

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

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

El coeficiente de desgaste de los Ángeles, determinado según UNE EN 1097-2, será inferior a 50.

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

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

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

Donde:

L (longitud)= Separación máxima entre dos (2) planos paralelos tangentes al bloque

G(grosor)= Diámetro del agujero circular mínimo por el que puede atravesar el bloque

E(espesor)= Separación mínima entre dos (2) planos paralelos tangentes al bloque

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

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

Materiales para capa filtro

El filtro estará constituido por relleno de material filtrante en el trasdós.

Ejecución de las obras

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

La protección de los taludes por medio de escollera se realizará de la manera indicada a continuación.

Se excavará una zanja de cimentación a lo largo de todo el pie del talud, conforme a lo indicado en los planos. Las rocas deberán ser dispuestas procurando que dejen el mínimo de huecos. Las más grandes irán en la capa de cimentación y en la superficie exterior de la protección del talud. La roca puede ser colocada mediante vertido directo y desparramada por medio del equipo adecuado. Las irregularidades de la superficie de protección del talud no deberán variar respecto al teórico proyectado en más de 0,25 m., medidos en perpendicular al propio talud.

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

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

En caso de disponer un filtro geotextil, éste deberá desenrollarse directamente sobre la superficie preparada. Los solapes serán de al menos treinta centímetros (30 cm). Los geotextiles se solaparán de forma que el situado aguas arriba se apoye sobre el de aguas abajo. En aplicaciones bajo el agua, el geotextil y el material de relleno, se situarán el mismo

día. El relleno se iniciará en el pie, progresando hacia la zona alta del talud. El geotextil se anclará al terreno mediante dispositivos aprobados por el Director de las Obras. En todo caso el tipo de geotextil será el especificado por el Proyecto o, en su defecto, por el Director de las Obras.

La piedra se colocará de forma que se obtengan las secciones transversales indicadas en el Proyecto.

No se admitirán procedimientos de puesta en obra que provoquen segregaciones en la escollera, ni daño al talud, capa de filtro o geotextil. La escollera no se verterá sobre los geotextiles desde una altura

Medición y abono 6.4.1.5

La escollera de piedras sueltas se abonará por metros cúbicos (m³) realmente colocados en obra, medidos sobre plano de obra ejecutada.

6.5 MALLA ACERO TRIPLE TORSIÓN ADOSADA AL TALUD

6.5.1 Descripción

Sistema de estabilización formado por Malla de Triple Torsión Adosada, constituida por alambre galvanizado de 2,7 mm y apertura hexagonal de 80/100 mm, incluyendo su colocación y su anclaje al terreno cada 10 metros.

6.5.2 Ejecución de las obras

Sistema de estabilización formado por Malla de Triple Torsión Adosada, constituida por alambre galvanizado de 2,7 mm y apertura hexagonal de 80/100 mm, incluyendo su colocación y su anclaje al terreno cada 10 metros.

La malla se extenderá convenientemente, desenrollando los rollos de suministro de forma tal que no se produzcan desgarros, pliegues y/o cualesquiera otros deterioros de la misma y en especial de aquellos que conlleven a hacer saltar el recubrimiento galvánico de los alambres.

Previo al tendido de la malla se construirán los elementos de anclaje en la coronación, de la forma indicada en los planos o según oriente el Director de las obras. En general la coronación se soportará con un cable de acero de alma metálica de 16 mm de diámetro, fijado en ambos extremos con anclaje de cable del tipo GA7001 (14.5mm) de la longitud indicada en cada caso según el tipo de terreno de anclaje y en tramos no mayores de 40-50 m.

La malla de triple torsión se volteará sobre el cable y se coserá en forma continua con un alambre o cable de acero de 4 mm de diámetro.

La unión vertical entre los paños contiguos de red se realizará mediante el solape de los bordes como mínimo 10 cm, trenzando una contra otra en ambos bordes cada metro y pasando un cable de acero de 4 mm a lo largo de la zona de empalme.

El adosado interior se realizará de la forma indicada en los planos, cuidando de densificar más la colocación de los anclajes en los puntos deprimidos para lograr una mejor adaptación de la malla a la superficie del terreno.

6.5.3 Medición y abono

Se medirá y abonará los metros cuadrados de malla de la definida realmente colocados en obra.

El precio se compondrá de dos partes, una primera parte incluye el propio de los materiales componentes y todas las labores necesarias para su colocación de la superficie de reparto que se medirá y abonará en m² de sistema totalmente colocado, y una segunda parte correspondiente al precio del bulonado, el cual se medirá en ml/m² de superficie y se abonará como metro lineal de anclaje, realmente colocado.

6.6 BULONADO

6.6.1 Generalidades

Se utilizarán como elementos aislados o formando parte de otros sistemas de estabilización (mallas y redes de cable de acero). Los bulones de sostenimiento que se utilicen serán de anclaje repartido a lo largo de toda su longitud, conseguido por procedimientos químicos como resina o lechada de cemento, y se adaptarán a las especificaciones de los apartados siguientes. Los bulones y elementos auxiliares utilizados en el refuerzo de taludes con carácter permanente expuestas a la intemperie, así como los específicamente indicados en los planos, deberán estar protegidos convenientemente contra la corrosión. Una vez instalados el Director de Obra dará las instrucciones precisas para ejecutar esta protección de forma correcta, limpieza con cepillo de alambre, aplicación de pintura de minio de plomo o similar y capa de acabado. La Dirección de Obra se reserva la facultad de cambiar a un anclaje de otro tipo, en función de los resultados de los ensayos efectuados en obra y de las necesidades del terreno atravesado.

6.6.2 Materiales

Barras

Salvo indicación contraria de la Dirección de Obra, se utilizarán bulones del tipo, longitud y diámetro indicado en cada tipo de sistema de sostenimiento y terreno atravesado; especificado en los planos y cuadros de precios del proyecto. Las barras serán corrugadas de alta adherencia. La extremidad del bulón se cortará a bisel. Los bulones serán autoroscables y se emplearán las tuercas recomendadas por el fabricante.

La utilización de diámetros superiores en sustitución del diámetro proyectado, aún autorizada, no producirá derecho alguno de abono complementario o modificación del precio previsto para estas unidades en el Cuadro de Precios.

Placas

La unión entre el bulón y el terreno o sistema de sostenimiento se efectuará por medio de una placa. Las placas estarán provistas de una rótula semiesférica que permita orientar el bulón oblicuamente

en relación con la normal de la pared . En cualquier caso la placa se apoyará en la totalidad de su superficie sobre la roca o el hormigón proyectado, disponiéndose, si no es así, una peana de hormigón con mortero de fraguado rápido, de dimensiones no inferiores en planta a las de la placa y tomando precauciones para evitar la interferencia entre el mortero y el bulón colocado.

Resinas o lechada de cemento

El tipo de resina y cartucho a utilizar tendrá que ser aprobado previamente por la Dirección de Obra. La resina deberá alcanzar su resistencia en una hora desde su colocación.

Las cargas de resina de los anclajes deberán ser almacenadas en obra un período máximo de un mes y no serán nunca utilizadas una vez sobrepasada la fecha de caducidad.

En los bulones inclinados más de 45º con la horizontal, el uso de anclaje por cemento estará supeditado a otro medio de anclaje puntual compatible con el mortero, que asegure la fijación del perno durante el período de fraguado.

6.6.3 Puesta en obra

Perforación

La maquinaria de perforación deberá permitir la fácil ejecución de los taladros en cualquier posición y ángulo de ataque.

El diámetro de la barrena excederá en 8 a 14 mm el diámetro de la barra a colocar.

Salvo indicación contraria de la Dirección de Obra, la orientación de los taladros será la definida en los planos constructivos, excepto cuando con los bulones se pretendan coser juntas o superficies con direcciones preferentes determinadas, en cuyo caso se orientarán de forma que se consiga la máxima eficacia.

Colocación de los bulones

Una vez terminada la perforación, se limpiarán los agujeros con cuidado, realizándose esta operación con aire comprimido si se apreciase riesgo de obturación del taladro.

Anclajes fijados con resina

El volumen total de las cargas de anclaje introducidas será superior en un 10% al volumen del espacio anular. En terrenos que permitan una perforación muy regular, este valor se podrá reducir al 5%. La longitud total de las cargas no será inferior al 90% de la longitud del taladro.

En la colocación de los bulones las reglas esenciales a respetar son las siguientes:

- El tiempo transcurrido entre la perforación y la introducción de las cargas y del bulón será mínimo.
- Después de haber limpiado el taladro y haberse asegurado de que éste no presenta irregularidades y/u obturaciones (mediante la introducción de una barra metálica o de madera de igual diámetro y longitud que el bulón a colocar), se introducirán las cargas de anclaje hasta el fondo del taladro.
- Una vez desengrasada y limpiada la barra con un cepillo metálico, se introducirá en el taladro. Para ello se utilizará un martillo con potencia suficiente para introducir el bulón en un minuto aproximadamente. La unión entre el martillo y el bulón se hará mediante un adaptador, que no se deberá desadaptar hasta que hayan transcurrido 20 min. de la colocación del bulón.
- Para introducir el bulón en el agujero y conseguir una buena mezcla de los componentes de la carga de anclaje se procederá con empuje y rotación simultáneamente (más de 100 revoluciones por minuto). Una vez alcanzado el fondo del agujero se deberá continuar la rotación durante 15 segundos, cuando las características de la carga de anclaje así lo requieran.
- Se pondrá especial cuidado en mantener el martillo alineado con el eje del taladro.
- La placa no deberá ser apretada hasta que hayan transcurrido 20 minutos desde la colocación del bulón.

Anclajes fijados con mortero

En el caso de utilizarse relleno de mortero mediante inyección, una vez ejecutado y limpio el taladro se rellenará de mortero mediante la colocación de un manguito en la boca de este, impulsado el mortero mediante una bomba. Una vez relleno el taladro se introducirá el bulón mediante un martillo con potencia suficiente, y se procederá con empuje y rotación simultáneamente (más de 100 revoluciones por minuto).

- El tiempo transcurrido entre la perforación y la introducción de la lechada de cemento será mínimo.
- Después de haber limpiado el taladro y haberse asegurado de que éste no presenta irregularidades y/u obturaciones (mediante la introducción de una barra metálica o de madera de igual diámetro y longitud que el bulón a colocar), se introducirán la lechada de cemento hasta el fondo del taladro.
- Una vez desengrasada y limpiada la barra con un cepillo metálico, se introducirá en el taladro. Para ello se utilizará un martillo con potencia suficiente para introducir el bulón en un minuto aproximadamente.
- Se pondrá especial cuidado en mantener el martillo alineado con el eje del taladro.

6.6.4 Medición y abono

La medición se efectuará en unidades de bulón de de la longitud definida para cada sistema de sostenimiento realmente colocado y autorizado por la Dirección de Obra. El abono por unidades será el que se establece en el Cuadro de Precios de cada sistema definido.

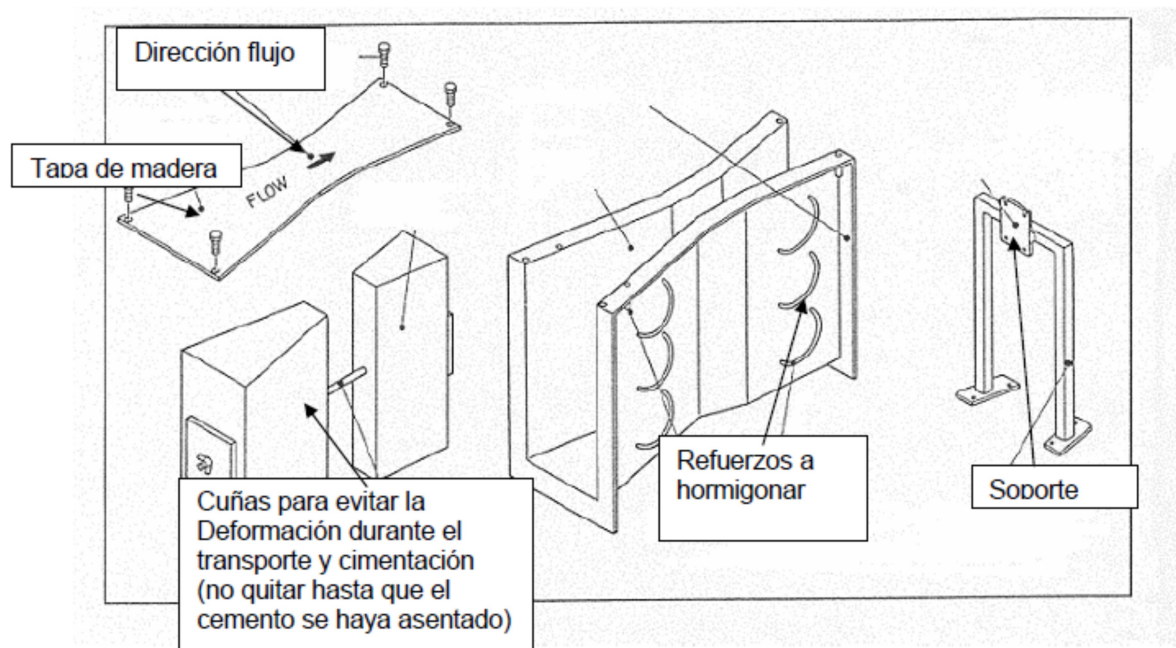
El precio de abono incluye todos los elementos y materiales necesarios para la colocación completa del bulón, que comprende la perforación previa, barra, elementos de anclaje, roscado, placas, tuercas, y todos los medios auxiliares, coste de maquinaria y personal necesarios para su correcta puesta en obra.

7. CAUDALÍMETRO (CANAL PARSHALL)

7.1 INSTALACIÓN DEL CAUDALÍMETRO

La instalación del caudalímetro (canal Parshall) tendrá la finalidad de cuantificar los caudales de aguas pluviales del subdrenaje de fondo de vaso.

Para poder determinar con exactitud los volúmenes de agua detectados, se procederá a la instalación de un Parshall en la tubería de evacuación del subdrenaje de cada línea.



Partes de un canal Parshall

El canal aforador está diseñado para ser instalado en hormigón (HM-25).

Está provisto de cuñas de protección fabricadas en poliuretano y de una cubierta de madera contrachapada para mantener sus dimensiones durante el vertido del hormigón, por consiguiente las cuñas y la cubierta no deben retirarse mientras el hormigón no se ha endurecido.

Se recomienda utilizar un hormigón con bajo contenido de agua y es posible añadir plastificante.

Vertido del hormigón:

- Fijar el canal de modo que esté dispuesto horizontalmente, tanto en el sentido longitudinal como en el sentido lateral, utilizando la cubierta de madera contrachapada del canal.
- Asegurarse de que el canal está dispuesto correctamente con respecto a la dirección de la circulación en el canal (indicada por una flecha en el canal).
- Verter hormigón en el encofrado hasta que su nivel sea un poco superior al del fondo del canal.
- Llenar ambos lados del canal simultáneamente con hormigón (el hormigón situado en los lados no debe ser compactado).
- Debe existir un relleno elástico de aproximadamente 20 mm. de ancho, en la entrada y en la salida, de tal manera que el canal sea capaz de funcionar, para evitar los ángulos bruscos que puedan producir remolinos.
- Se recomienda situar un relleno elástico de 10 mm. de ancho a lo largo de ambos lados del canal, esto impedirá la penetración de humedad y por tanto reducirá el riesgo de rotura debida al hielo.
- Cuando el hormigón se ha endurecido, adaptar el soporte del transductor en los agujeros formados en la entrada del canal (utilizar tornillos de la cubierta de madera contrachapada).

7.2 REQUISITOS GENERALES

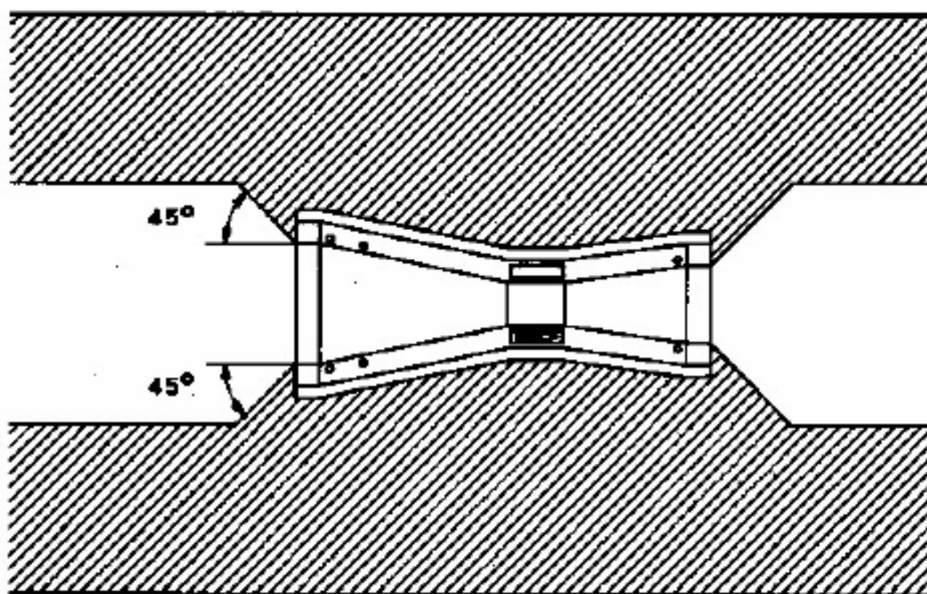
Para asegurar mayor precisión posible durante la utilización de un canal aforador Parshall, es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones.

De acuerdo con DIN 19559 y BS 3680, la entrada del canal debe estar limpia, lisa y en ángulos rectos. Debe presentar antes del canal aforador una sección recta igual por lo menos a 10 veces el ancho del canal. (B2)

De acuerdo con ISO 1438, la velocidad de circulación (v) a la entrada no debe ser superior a la raíz cuadrada de la aceleración de la gravedad (g) multiplicada por el nivel de agua (h_1):

$$(v < \sqrt{g \cdot h_1})$$

Para la salida el único requisito consiste en que el agua debe ser capaz de circular libremente a partir del canal, esto se consigue cuando $h_2/h_1 < 0.6$



Consideraciones de colocación del Parshall

7.3 TAMAÑO DEL PARSHALL

El tamaño de cada Parshall a instalar en cada tubería de evacuación será de 2'' teniendo en cuenta los datos de caudales mínimo y máximo:

TAMAÑO	Hmín (mm)	Qmín (m ³ /h)	Hmáx (mm)	Qmín (m ³ /h)
2"	20,0	1	393	100
3"	31,9	3	591	275

Tabla 8. Tamaño de los Parshall

Es preciso tener un flujo laminar (caudal horizontal, agua estancada sin remolinos) y no debe haber obstrucciones ni en la boca de entrada ni en la salida del canal.

Según la ISO 1438, antes del punto de medición el canal tiene que extenderse por lo menos diez veces la anchura de la sección de entrada al canal. En la parte de la salida la única exigencia es que el flujo discorra libremente.

8. IMPERMEABILIZACION DEL VERTEDERO. GEOSINTETICOS.

8.1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este apartado tiene por objeto definir las condiciones y exigencias para realizar el Control de Calidad de la instalación de geosintéticos en la impermeabilización de las Fases IV y V del vertedero.

La interpretación del presente apartado corresponde al responsable del control de calidad, pero debe cumplirse por todas las partes involucradas en la obra. Así mismo el presente documento deberá ser aceptado por la propiedad.

Al hablar de Garantía de Calidad nos referiremos a los medios y procedimientos empleados por la Propiedad para garantizar la conformidad de los trabajos de instalación con las especificaciones previstas sobre la ejecución según normas de buena práctica constructiva y contractuales.

Entenderemos como Control de Calidad aquellas acciones para asegurar que los medios humanos y materiales cumplen con las especificaciones del proyecto y del plan de control.

El control de Calidad deberá ser realizado (además del controlador independiente de calidad) por productores, instaladores y distribuidores de los distintos materiales que componen el sistema de sellado.

8.2 NORMATIVA EMPLEADA

La normativa empleada para el control de calidad de geosintéticos es la siguiente:

- UNE 104427:2010 Para sistemas de impermeabilización de embalses para riego o reserva de agua con geomembranas impermeabilizantes formadas por láminas de polietileno de alta densidad (PEAD) o láminas de polietileno de alta densidad construido con otros grados de polietileno.
- PNE UNE 104425:2001 En sistemas de impermeabilización de vertederos de residuos con láminas de polietileno de alta densidad.

- UNE 104481-3-2:2010 Para ensayos en obra de membranas impermeabilizantes.

A. Geotextiles y productos derivados:

- Masa por unidad de superficie UNE-EN ISO 9864:2005.
- Espesor Norma UNE EN ISO 9863-1:2017.
- Resistencia a tracción y alargamiento UNE-EN ISO 10319:2015.
- Resistencia al desgarro UNE-EN ISO 10319:2015.
- Resistencia al punzonamiento UNE-EN ISO 12236:2007.
- Resistencia a la perforación por caída libre de cono UNE-EN ISO 13433:2007.
- Resistencia a la perforación CBR UNE-EN ISO 12236:2007.

B. Plásticos y cauchos:

- Pelado UNE EN 12316-1:2000.
- Espesor UNE-ISO 4591:2010.
- Resistencia a tracción (L y T) UNE-EN ISO 527-3:1996.
- Alargamiento (L y T) UNE-EN ISO 527-3:1996.
- Módulo de elasticidad UNE-EN ISO 527.
- Resistencia a la percusión por impacto UNE EN 13956:2013.
- Resistencia al desgarro (L y T) UNE ISO 34-1:2011//UNE EN ISO 4674-1:2017.
- Resistencia a la perforación UNE EN 13361:2013.
- Doblado a bajas Temperaturas UNE EN 13361:2013 - UNE EN 13956:2013.
- Resistencia a la penetración por raíces UNE CEN /TS 14416:2012 IN.
- Dureza Shore UNE-EN ISO UNE CEN /TS 14416:2012 IN.
- Índice de fluidez UNE EN ISO 1133-1:2012.
- Densidad UNE EN ISO 1183-1:2013.
- Estabilidad dimensional UNE EN 13956:2013.
- Envejecimiento térmico UNE EN 13361:2013- UNE EN 13956:2013.
- Absorción de agua 24h UNE-EN 62:2008.
- Absorción de agua 6h UNE-EN 62:2008.
- Envejecimiento artificial acelerado (UV) UNE 53104:1986.
- NCTI (Notched Constant Tensile load) D 5397-95 - UNE 53218:2016.

- Métodos de ensayo para la determinación de los efectos de inmersión en productos químicos líquidos UNE EN ISO 175:2011.

8.3 PARTES INVOLUCRADAS

Definimos como tales a aquellas personas que están relacionadas con la propiedad, el proyecto, producción, suministro y transporte de materiales, instalación y control de calidad del sistema de impermeabilización/sellado.

Consideramos como:

Productor/Fabricante: Es la firma que fabrica uno o varios de los geosintéticos en el sistema de impermeabilización/sellado. En el caso de que se instale un geocompuesto, será la firma que combina los diferentes materiales para obtener el producto final. El productor será el responsable de los geosintéticos hasta su recepción en obra y aceptación por parte del Director de Obra. Cada productor deberá suministrar la información relativa a la garantía de calidad de fabricación que se le exija así como de las especificaciones mínimas y medias del producto cuyo cumplimiento garantice.

La documentación que se exija al productor será revisada previamente a la instalación por el consultor de control de calidad.

Instalador de geosintéticos: Es la empresa responsable de la instalación de los materiales geosintéticos. Sus responsabilidades en relación con estos materiales serán: descarga a su llegada (cuando así se contrate), manipulación en obra, transporte, almacenamiento, despliegue de rollos, lastrado provisional, soldadura, ejecución de anclajes, entronques E/S (entrada/salida), etc.

El instalador del geosintético estará representado en obra por un supervisor o encargado que será el responsable de la instalación, asistirá a las reuniones de obra y mantendrá las relaciones del instalador con las distintas partes.

El instalador estará precualificado y aprobado por la Dirección de Obra. Deberá completar la instalación según las especificaciones, asignando para ello un equipo de trabajo experto y estable.

El supervisor o encargado deberá demostrar su cualificación en base a experiencia anterior demostrable la cualificación del resto del personal será especialmente importante en el caso de instalaciones de geomembranas.

Previamente al inicio de la instalación, el instalador deberá entregar al Director de Obra la siguiente documentación:

- Experiencia profesional del supervisor o encargado.
- Experiencia del resto de personal asignado por la obra.
- Plano borrador sobre la disposición de paneles de los diferentes geosintéticos a instalar.
- Planning de la obra.
- Certificados de control de calidad relativos a materiales cuando su suministro corra por su cuenta.
- Compromiso por escrito de que la resina a emplear en las extrusiones será del mismo tipo de resina de la geomembrana a instalar.

Durante la instalación y a petición de la propiedad o el Director de Obra, el instalador deberá proporcionar información relativa a:

- Documentación del control de calidad recopilada durante la instalación.
- Certificados de aceptación de la sub-base correspondiente a diferentes sectores de la instalación y firmados por el representante de la instalación.
- Control Independiente de Calidad de Geosintéticos: Es la firma o compañía que supervisa y documenta la instalación de Geosintéticos en representación de la propiedad.
- El Control de Calidad estará encargado de observar y documentar todas las actividades relacionadas con la garantía de calidad de producción e instalación de los Geosintéticos que se incluyan en un sistema de impermeabilización/sellado.
- Adicionalmente mantendrá las relaciones con el laboratorio de control de calidad y será el responsable de elaborar y editar el informe final de certificación.

Las obligaciones específicas del personal de Control de Calidad y su labor en obra deberán consistir:

- Revisar el proyecto para ver sus características, en particular revisar las modificaciones realizadas por el Director de Obra.
- Revisión de la documentación adicional tal como propuesta de instalación de paneles y la aportada por fabricantes de materiales e instaladores.
- Si fuera necesario y en coordinación con el Director de Obra, desarrollar documentación específica necesaria para la instalación de Geosintéticos utilizable por todas las partes interesadas.
- Asistir a todas las reuniones relacionadas con el plan de control de calidad.
- Verificar la cualificación del personal de instalación y su adecuación con la previamente exigida por la Propiedad y Director de Obra como necesaria.
- Revisar los certificados de calibración de los equipos de ensayo “in-situ”, así como la comprobación del estado de dichos equipos cada cierto número de medidas realizadas.
- Revisar diariamente la información recogida: Informes, fotografías, libro de anotaciones diarias.
- Advertir e informar de todas las prácticas que puedan dañar los geosintéticos previamente o tras su instalación.
- Informar diariamente al Director de Obra de todas las incidencias de Control de Calidad importantes e inmediatamente de todas aquellas desviaciones del plan del Control de Calidad que se consideren no aceptables.
- Supervisar la codificación y envío de muestras al laboratorio.
- Análisis y revisión de los ensayos del laboratorio
- Proponer todo el personal que realiza el Control de Calidad incluyendo quien le sustituya en el caso de ausencia temporal en obra.
- Preparar el informe final de certificación y propuesta de aceptación de obra.
- En lo que concierne a la obra directamente, el personal de control de calidad deberá:
- Realizar una supervisión general de la obra, toma de datos y documentación de todas las operaciones de instalación y anclaje de geosintéticos. Se tomarán fotografías diarias de las operaciones y áreas que se consideren críticas.
- Controlar para todos los geosintéticos las siguientes operaciones:

- Muestreo para pruebas de conformidad.
- Operaciones de despliegue-desenrollado.
- Unión y/o soldadura entre paneles.
- Inspección y aprobación del emplazamiento de paneles.
- Inspección visual de paneles: Aprobación/Propuesta de reparaciones.
- Recopilar información sobre las operaciones de soldadura de geomembranas incluyendo:
 - Pruebas de soldadura.
 - Preparación de paneles.
 - Parámetros de soldadura.
 - Parámetros meteorológicos. Ensayos de campo no destructivos (continuidad y estanqueidad).
 - Ensayos de campo destructivos (resistencia al pelado y corte).
 - Muestreo para ensayos en el laboratorio (resistencia).
 - Codificación, custodia y envío de las muestras al laboratorio.
 - Supervisión de las reparaciones.
 - Documentar todas las incidencias de la obra que pudiera dañar los geosintéticos dejando constancia de su identificación y resolución.
 - El Control de Calidad deberá asesorar al instalador en el caso de diferencias en la interpretación de las especificaciones de proyecto. Si como consecuencia de diferencias de interpretación se detectara un error de instalación, se le indicará al instalador o su representante el error cometido y las medidas a adoptar.

El Control de Calidad acreditará suficiente cualificación en Garantía de Calidad de Geosintéticos, especialmente en geomembranas de polietileno y en la preparación de la documentación de Garantía de Calidad, incluyendo tablas para toma de datos, informes, certificaciones y manuales.

Antes de la aprobación definitiva la Dirección de Obra podrá solicitar al Control de Garantía de Calidad:

- Nivel académico, estudios y formación complementaria y experiencia profesional del personal propio que forme parte de la obra. Pudiendo pedir la documentación correspondiente para demostrarlo.
- Ejemplos de la documentación para gestionar la información que se emplee durante el transcurso del proyecto.
- Laboratorio de Garantía de Calidad de Geosintéticos (QAL): Es la firma o compañía encargada de realizar ensayos de laboratorio, sobre las muestras tomadas en obra.
- Los ensayos se realizarán de acuerdo con las normas o métodos estándar que se especifiquen en el Proyecto o en el plan de Control de Calidad, aunque preferiblemente bajo normas UNE, EN o ISO.

El QAL estará aprobado por el Director de Obra, deberá demostrar su cualificación para el ensayo de geosintéticos así como garantizar que los ensayos se llevan a cabo por personal formado específicamente en geosintéticos, está familiarizado con las normas ó métodos estándar que vayan a emplearse y la calibración correcta de todos los equipos de ensayo.

En el caso de que el QAL acondicione instalaciones de ensayo “in situ”, estas deberán estar aprobadas por el Director de Obra.

Salvo indicación expresa del Director de Obra, el laboratorio deberá estar capacitado para proporcionar los resultados de los ensayos destructivos que se encarguen dentro de las 48 horas posteriores a la recepción de la muestra y por escrito. Los ensayos realizados sobre las muestras de soldadura de geomembrana deberán proporcionarse 24 horas después de su recepción como máximo.

Toda la información que envíe el QAL deberá incluir referencias a métodos estándar y normas utilizadas así como las unidades en que se expresan los resultados.

8.4 REUNIONES DE GARANTÍA DE CALIDAD

Las diferentes reuniones que deben mantenerse entre las partes involucradas en un proyecto para garantizar la consecución de los objetivos de calidad prefijados pueden dividirse en tres grupos:

8.4.1 Reuniones de Resolución

Su objeto es establecer las vías de comunicación, revisar los planos y especificaciones del proyecto, revisar el plan de obra y coordinar, si fuera, necesario la interrelación entre diferentes tajos, anticiparse a posibles problemas que pudieran traer retrasos y contemplar el plan de Control de Calidad.

Estas reuniones deben realizarse inmediatamente después de finalizar el Proyecto y conseguir la licencia de obra.

8.4.2 Reunión Preconstructiva

Se celebra justa antes de empezar la construcción En estas reuniones participa el Director del Proyecto/Obra, Projectista, Instalador, Control de Calidad y Propiedad.

En esta reunión se presenta y revisa el plan de Control de Calidad para definir las responsabilidades de cada una de las partes y la sistemática de trabajo.

8.4.3 Reuniones de ejecución

En estas reuniones se analiza el desarrollo de la obra, problemas resueltos y pendientes de resolver y previsión de las fases inmediatamente posteriores. Asimismo se plantearán las decisiones de obra que hayan dado lugar a modificaciones así como el origen y justificación de la decisión adoptada.

La resolución de los temas que se planteen en estas reuniones tendrá que aprobarse siempre por el Director de Obra.

8.5 DOCUMENTACIÓN

Un Plan de Autocontrol de Calidad efectivo depende en gran medida de la identificación de las actividades que requieren control. El control aumenta su efectividad si queda documentalmente registrado, responsabilidad que recae en la empresa responsable de ejecutar el Control de Calidad.

La documentación que se genera al realizar el Control de Calidad debe proporcionar a la Dirección de Obra información sobre los procedimientos aplicados, no sólo tras terminar la obra, sino también durante su transcurso.

Informes diarios: Deben recoger las actividades, áreas de trabajo, materiales empleados, soldaduras realizadas, reparaciones, ensayos, muestras tomadas, cantidades instaladas y aprobadas, incidencias en obra, condiciones de trabajo, del Control de Calidad cada día.

El Control de Calidad debe completar estos informes breves y entregárselos diariamente a la propiedad o al Director de Obra.

Informes de ensayo: Estos informes son elaborados por el Control de Calidad y, llevando toda la información necesaria para poder interpretar los ensayos que se hayan realizado, ya sean destructivos o no destructivos. En ellos se incluye el resultado final del ensayo.

Informes parciales de ejecución: Dependiendo del plazo total de la obra a ejecutar estos informes pueden elaborarse con una periodicidad semanal, quincenal, etc. Su objetivo será dar una visión global del progreso de las obras, deben ser elaborados por el Control de Calidad a solicitud del Director de Obra y contendrá la siguiente información:

- Materiales aprobados e instalados desde el informe anterior
- Desviaciones de lo previsto
- Modificaciones del proyecto y su justificación
- Previsiones para fases siguientes
- Varios

Planos y detalles: Deben ser elaborados por el Control de Calidad interpretando en planta la disposición de paneles y uniones para cada geosintético instalado. Adicionalmente pueden completarse con detalles las secciones donde se muestre la frecuencia de geosintéticos instalados y zonas de complejidad como sumideros, botas y penetraciones, pasos de tubería, etc.

Los materiales a representar en el plano serán definidos previamente a cada obra por el Director de Obra y por el Control de Calidad.

Será obligatoria la realización de planos de disposición de paneles de geomembrana, que contengan al menos la siguiente información:

- Identificación de paneles y soldaduras (fusión y extrusión)
- Dimensión de paneles
- Identificación y localización reparación y parches
- Localización de todos los puntos de muestreo para ensayos de laboratorio

Estos planos se elaborarán sobre una base topográfica que represente la superficie de apoyo de geosintéticos.

Informe final de certificación: Se emitirá al final del trabajo a modo de certificado final de ejecución conforme de todo el plan de Control de Calidad y se denominará "Certificado de finalización de Obras", conteniendo la siguiente información:

- Partes de trabajo y personal involucrado en el proyecto
- Resumen general del proyecto
- Objetivos de Control de calidad y personal involucrado en el mismo
- Métodos de Control de Calidad. Definición de ensayos, normas.
- Resultados de ensayos de conformidad, de obra o laboratorio
- Planos de disposición definitiva de paneles de geosintéticos
- Sumario de problemas detectados y descripción de la solución dada
- Certificados de ejecución parciales y certificación final de la ejecución aceptado y firmado por todas las partes
- Fotografías, datos diarios, muestreos, tablas de identificación de paneles
- Anexos (normas, bibliografía,...)

En cualquier caso, la estructura del informe se podrá adaptar a las necesidades o exigencias de la Dirección de Obra.

8.6 ACEPTACIÓN DEL SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN

En lo correspondiente a los geosintéticos instalados, el Director de Obra aceptará los materiales instalados en el sistema de impermeabilización, previo informe por escrito del Control de Calidad.

El Director de Obra podrá exigir al instalador que garantice la buena entrada en servicio y funcionamiento del sistema instalado durante un periodo determinado, durante el cual mantendrá su responsabilidad. El Director de Obra podrá definir asimismo si se realiza una aceptación por sectores.

- Los geosintéticos instalados serán aceptados por el Director de Obra cuando se cumplan los siguientes requisitos:
- La instalación de todos los geosintéticos haya finalizado.
- Se verifique la idoneidad de todas las soldaduras y uniones así como aceptación de todos los ensayos y reparaciones.
- Se haya contemplado toda la documentación necesaria según las especificaciones del plan de Control de Calidad.
- Se apruebe la instalación de sistemas auxiliares tales como zanjas de anclaje, anclajes móviles, sistemas de drenaje.
- El Control de Calidad apruebe la instalación y recomiende su aceptación.

8.7 ESPECIFICACIONES SOBRE ACEPTACIÓN/INSTALACIÓN DE GEOMEMBRANAS

Antes de instalar los geosintéticos la superficie de instalación debe cumplir unas determinadas especificaciones. Estos requisitos variarán en función de la superficie, ya que puede tratarse de un suelo natural con un acondicionamiento básico, una base de arcilla compacta, un medio granular (drenaje), una capa de arcilla, etc.

Las especificaciones sobre aceptación de estos materiales y los sistemas que constituyen pueden consultarse en:

- UNE 104425:2001 "Materiales sintéticos. Puesta en obra. Sistema de impermeabilización de vertederos de residuos con láminas de polietileno de alta densidad".
- UNE 104427:2010: "Materiales sintéticos. Puesta en obra. "Sistemas de impermeabilización de embalses para riego o reserva de agua con geomembranas impermeabilizantes formadas por láminas de polietileno de alta densidad (PEAD) o láminas de polietileno de alta densidad coextruido con otros grados de polietileno".
- En tubos de polietileno para conducciones de agua a presión se emplea: UNE EN 12201-2:2012 + A1:2014.
- Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas plásticas y de caucho para impermeabilización de cubiertas: UNE 13956:2013.
- Para láminas de polietileno de alta densidad en obra civil UNE EN 13361:2013.
- Para otro tipo de obra o materiales se consultará la normativa correspondiente, añadiendo un anexo a este manual que haga referencia a la norma y/o legislación que lo contemple.

8.7.1 Geomembranas de polietileno de alta densidad (GBR-P)

Descripción y características de la geomembrana

Las geomembranas son láminas plásticas de grosor variable (entre 1,00 y 2,50 mm, habitualmente) que se utilizan en construcción en contacto con suelos u otros materiales con finalidad impermeabilizante.

Aunque existen comercialmente geomembranas impermeabilizantes de otros plásticos tales como PVC o el polietileno de baja densidad (PE), en el presente documento sólo consideraremos la aplicación del polietileno de alta densidad (PEAD o HDPE).

Documentación de control de calidad

Previamente al inicio de la instalación, el productor/fabricante o instalador debe entregar al Director de Obra la siguiente información:

- Identificación u origen de la resina utilizada en la geomembrana.

- Copias de los certificados correspondientes a cada lote de fabricación, emitida por el suministrador de la resina, indicando fecha de fabricación.
- Certificación por escrito, del fabricante, de la composición de la geomembrana (porcentaje de polietileno, negro de humo, aditivos,..) indicando si son valores mínimos o promedios.
- Certificación por escrito del fabricante garantizando los valores mínimos aportados.
- Certificados de Control de Calidad del fabricante, firmados por su responsable de Control de Calidad, incluyendo número de identificación de cada rollo, métodos de ensayo y resultados de al menos las siguientes características:
 - Densidad.
 - Índice de fluidez.
 - Contenido en negro de carbón y cenizas.
 - Dispersión en negro de humo.
 - Espesor.
 - Propiedades tensodeformacionales (esfuerzo/deformación/alargamiento en rotura y fluencia, etc.).
 - Resistencia al punzonamiento.
 - Coeficiente de fricción (solo para membranas texturizadas).
 - Resultado del ensayo SCR (Environmental Stress Crack Resistance) garantizado por el fabricante de la resina.

El fabricante deberá identificar los rollos que se suministran según norma UNE EN ISO 10.320:1999, conteniendo como mínima la siguiente información:

- Nombre del fabricante.
- Identificación del producto.
- Espesor.
- Número de rollo.
- Dimensiones del rollo (ancho y longitud).
- Peso del rollo.

El Control de Calidad deberá revisar toda la documentación aportada informando al Director de Obra y verificando que:

- Los valores garantizados por el fabricante entran dentro de las especificaciones.
- La información aportada por el fabricante sobre ensayos de Control de Calidad, los métodos utilizados y su frecuencia de aplicación son conformes.
- Los rollos están convenientemente identificados.
- Se entreguen al instalador una copia con las especificaciones del proyecto y plan de Control de Calidad.
- En coordinación con el Director de Obra y, en su caso, el Proyectista se han chequeado la totalidad de detalles constructivos de conexión con la geomembrana, confirmándose la validez del diseño y los materiales auxiliares a utilizar.

Conformidades de materiales

a) Procedimiento de muestreo

Tras la recepción de los rollos de geomembrana en obra, el Control de Calidad deberá seleccionar los rollos a muestrear. Las muestras deberán tomarse a lo ancho de cada rollo muestreado y con una longitud de 1 m, salvo especificación contraria. Si el inicio del rollo está dañado, se desechará para muestreo toda la zona dañada.

Como norma general se desecharán los 0,5 primeros metros para el muestreo. Sobre la muestra se marcará con una flecha la dirección de la máquina y el número de rollo. Se define lote como un grupo de rollos consecutivamente numerados y procedentes de la misma línea de fabricación. La información precisa sobre el lote de procedencia de cada rollo debe ser proporcionada por el fabricante o instalador.

A petición del Director de Obra, el muestreo para conformidad puede realizarse en la propia planta de producción junto con el personal de Control de Calidad del fabricante. Esta medida puede ser ventajosa en proyectos de gran escala.

b) Ensayo de conformidad

Salvo indicación en contra en las especificaciones del proyecto, se realizarán al menos los siguientes ensayos de conformidad:

- Densidad.
- Índice de Fluidéz.
- Contenido en negro de carbono y cenizas.
- Dispersión en negro de humo.
- Espesor.
- Propiedades tensodeformacionales.

Interpretación de los resultados

Los resultados sobre conformidad de materiales deberán ser revisados y aceptados o rechazados por el Control de Calidad, previamente al inicio de la instalación, emitiéndose un informe al Director de Obra.

En caso de ensayos fallidos, y si el fabricante tuviera dudas razonables de que los resultados no superasen los valores mínimos por causas imputables al muestreo, procedimiento de ensayo o interpretación de resultados, podrá solicitar la realización de ensayos de contraste en el laboratorio de Control de Calidad y en presencia de uno de sus representantes. Asimismo, también podrá solicitar el ensayo alternativo en otro laboratorio aprobado por la Dirección de Obra.

En caso de envío a dos laboratorios diferentes, se considerará que los resultados son válidos cuando coincidan, con las tolerancias admisibles, los resultados de ambos laboratorios. En caso de discrepancia, se deberán aceptar los resultados del Laboratorio de Control de Calidad.

En caso de fallo de un ensayo, todo el material correspondiente al lote debe ser rechazado. Cuando los rollos correspondientes a un mismo lote sean de numeración consecutiva, puede intentar aislarse los rollos que realmente no cumplen. Para ello se muestrearán los rollos inmediatamente anteriores y posteriores al fallido. Si tienen lugar dos fallos consecutivos, ya sean en los rollos anteriores como en los posteriores al inicialmente fallido, se rechazará todo el lote.

Preparación de la base

a) Preparación de la superficie

La preparación de la superficie de apoyo de los geosintéticos será responsabilidad del Contratista.

Previamente a la instalación de los geosintéticos, el Director de Obra deberá coordinar los movimientos de tierra, para asegurarse que se cumplan las especificaciones del Proyecto.

El Control de Calidad verificará además:

- Existencia de un acceso adecuado a la obra.
- Comprobación topográfica de cotas y alineaciones en puntas de control.
- El material de apoyo cumple el grado de compactación adecuado, Ausencia de obstáculos e irregularidades, raíces, gravas o rocas. Cualquier cavidad deberá estar rellena de suelo y a nivel con el resto.
- El refinado de las superficies es el exigido en el proyecto. En condiciones normales una cama de arena de 10 cm es el mejor refino.
- Existencia de un drenaje adecuado de la plataforma de trabajo, con ausencia de blandones, áreas inestables o zonas de subsidencia potencial.
- Que no existan áreas con grietas de desecación.

El instalador certificará entonces por escrito que la base es aceptable para la instalación. Este certificado deberá ser firmado, previamente al inicio de la instalación, también por el Control de Calidad.

Una vez aceptada la base, el instalador deberá destacar cualquier cambio que tenga lugar en la misma y que requieran reparación. Las medidas de reparación a adoptar se determinarán entre el Control de Calidad y el Director de Obra y su ejecución será supervisada entre el Control de Calidad y el instalador.

Zanjas de anclaje

El Control de Calidad deberá verificar:

- Las zanjas de anclaje se hayan construido de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

- Si las zanjas se excavan en materiales arcillosos susceptibles de desecación, la longitud de la zanja abierta ha de ser la menor posible. Si se detectasen signos de desecación se deberá informar de ello al Director de Obra.
- Las aristas y bordes de la zanja deberán estar redondeadas para evitar dañar la geomembrana.
- Que no se sujete la geomembrana con pilas de suelo flojo.
- Que la zanja presente un drenaje adecuado si son de esperar fuertes lluvias, para evitar encharcamientos en su interior así como que el material del interior de la zanja no sea de naturaleza hidrófila o expansiva.
- Que la zanja se rellene y compacte adecuadamente, según las especificaciones del Proyecto.
- El relleno de la zanja es una operación cuidadosa durante la cual debe extremarse el cuidado para que no se dañen los geosintéticos. El relleno deberá ser comprobado por el Control de Calidad documentándose en los informes diarios.

Despliegue de las geomembranas

a) Identificación de los paneles

Un panel se define como una porción de un rollo de geomembrana, soldada en obra. El Control de Calidad será el responsable de identificar los paneles, tanto en su emplazamiento como en su emplazamiento como en planos, con códigos lógicos y sencillos.

No se recomienda identificar los paneles solo con el número de rollo sino más bien añadir algún criterio de localización en campo. Por ejemplo si el rollo es N los paños serían N1, N2, N3,... Y las soldaduras N2-N7, N3-N4,..... Los códigos de paneles deberán utilizarse en todos los partes e informes y se deben correlacionar en tablas de paneles por rollos.

b) Controles de despliegue

El desarrollo de las labores de despliegue será supervisado por el Control de Calidad cuidando que se cumplan las especificaciones del Proyecto, restricciones meteorológicas, estado de la base, existencia de irregularidades, etc. Asimismo, se deberá cuidar que las operaciones de despliegue no deterioren los propios paneles o el estado de la superficie de apoyo.

Según progrese la instalación, el Control de Calidad anotará como se despliegan los paneles anotando fecha y hora, localización en el plano e incidencias tales como identificación de daños.

El criterio de despliegue será el de minimizar el tamaño de la soldadura a la vez que se favorece la máxima rapidez de la ejecución.

c) Restricciones meteorológicas

Como norma general, el despliegue y colocación de paneles solo se realizará si inmediatamente después puede realizarse la soldadura. No se permitirán salvo en situaciones excepcionales, el despliegue de paneles para proceder a su soldadura en otra jornada de trabajo y siempre previo a un lastrado provisional intensivo.

Las condiciones meteorológicas normales para el despliegue serán:

- Temperatura ambiente entre 0 y 40 °C.
- Ausencia de lluvia y/o escarcha ó hielo sobre la geomembrana.
- Para el caso de niebla se decidirá conjuntamente con el Director de Obra.
- Viento en calma o moderado no racheado.

El control de estas condiciones será responsabilidad del Control de Calidad, quien pondrá los medios necesarios para su seguimiento tales como termómetros, higrómetros, anemómetro, etc.

Se tendrán en cuenta las condiciones del material a instalar en las restricciones meteorológicas. Así, la incidencia del viento o altas temperaturas influye mucho más en geomembranas de 1 mm que en las de 2,5 mm.

Se deja a Criterio del Control de Calidad tener en cuenta estas circunstancias para modificar las condiciones iniciales

d) Métodos de despliegue

En primer lugar deberá verificarse el sistema de transporte de rollos en obra así como la idoneidad de la máquina auxiliar para su despliegue.

El Control de Calidad deberá verificar y controlar las siguientes cuestiones:

- La geomembrana se acopia adecuadamente. En general no son aceptables más de 3 filas de rollos, porque de lo contrario podrían colapsarse los núcleos, e impedir un despliegue en buenas condiciones.
- El tipo de núcleo debe ser lo más rígido posible para permitir suspenderlo con ejes por su interior y evitar que durante el despliegue se generen efectos "banana".
- El área de desplegado y corte de paneles debe tener un tratamiento cuidadoso, estará exenta de piedras e irregularidades y convenientemente compactada.
- La maquinaria auxiliar no debe dañar la geomembrana. Los rollos o paneles se suspenderán mediante eslingas.
- El personal debe evitar dañar la geomembrana durante el despliegue por el uso de calzado inadecuado, caídas de herramientas, etc.

En ningún caso se deberá soltar por gravedad rollos enteros por el talud. Los rollos deberán previamente cortarse a la longitud necesaria. Solo en taludes de longitud menor a 35 m se permitirán con excepciones el despliegue en caída libre.

Para taludes de más de 35 m deberán soltarse los paneles por gravedad de manera que no se generen pliegues, dobleces, rasgaduras, etc., o se dañe la base.

En el caso de que no exista buen acceso a la coronación del talud, los paneles se despegarán con equipo tractél o similar en contrapendiente.

La secuencia normal de instalación cuando se ha de prever lluvias durante la instalación, es la de comenzar por las área topográficamente más bajas, progresando contra el gradiente. De este modo las áreas donde se acumule el agua estarán impermeabilizadas y no producirán demoras en el ritmo de la obra.

En suelos impermeables y con un efectivo drenaje es preferible comenzar por las áreas más elevadas.

Con vientos predominantes se procurará operar a sotavento del área por donde soplan. Es fundamental en estos casos que se procure la continuidad del área instalada en todo momento, sin dejar uniones sin unir.

En balsas de agua es corriente comenzar por la totalidad del perímetro en taludes, para finalmente, ir progresando por el fondo, aprovechando muchas veces los paneles sobrantes

de los rollos, y finalmente cerrar el perímetro inferior una madrugada en la que la geomembrana esté sin dilatar.

El método de despliegue y colocación de paneles minimizará siempre la generación de arrugas, especialmente en las uniones entre paneles.

El instalador lastrará temporalmente los paneles emplazados, evitando que el viento los mueva. En los taludes, se asegurará su fijación temporal o lastrado parcial en zanjas eliminando cualquier riesgo de desplazamiento de la geomembrana por descalce de la zanja. Los lastres provisionales no deberán dañar la geomembrana.

Debe evitarse el tráfico excesivo, de personal o de maquinaria sobre geomembrana ya instalada, protegiéndola si fuera necesario ó vertiendo tierras sobre ella cuando sea posible.

Atención prioritaria a la seguridad de personal, en lo relativo a asegurar que no estén en la trayectoria del desplegado, evitar resbalamientos o circulación sobre la geomembrana con fuerte viento aunque esta esté lastrada.

e) Daños ocasionales y defectos

Antes de la instalación el Control de Calidad deberá comprobar si los rollos están dañados, decidiendo si estos son reparables o si hay que suprimir las vueltas dañadas.

En caso de defectos, se decidirá, si estos son objeto de rechazo del material por ser generalizado en el rollo, o si por el contrario, pueden ser recuperables por ser puntuales.

Tras el emplazamiento de cada panel se deberá revisar la existencia de posibles reparaciones según los métodos que se indican en los próximos capítulos.

La inspección de los daños y defectos correrá a cargo del Control de Calidad que informará al respecto al Director de Obra.

Soldaduras de paneles

a) Disposición de las soldaduras

Previo al inicio de la instalación, el instalador proporcionará al Director de Obra, y este aprobará un plano de disposición teórica de paneles prevista.

Como criterio general las soldaduras deberían seguir la línea de máxima pendiente como talud. En esquinas y cambios de talud se permitirán soldaduras diagonales para conformar una disposición en "espina de pez", o si la curvatura lo permite se buscará una disposición en "gajos de naranja" que no tenga menos de 0,5 m de anchura en su pie, siempre bajo la aprobación del Director de Obra y del Control de Calidad.

Salvo en casos muy excepcionales y siempre bajo la aceptación del Director de Obra, no se permitirá la realización de soldaduras horizontales en los taludes, ni de termofusión ni especialmente de extrusión.

Las soldaduras horizontales deberán situarse como mínimo a 1,5 m del pie del talud.

Las soldaduras deberán ser identificadas por el Control de Calidad siguiendo una nomenclatura sencilla, compatible con la utilizada para la disposición de paneles, de acuerdo con los mismos criterios utilizados para los paneles.

Previamente a la realización de una soldadura debe fijarse cuidadosamente el solape de un panel sobre otro, cuidando que se cumplan las especificaciones. Para evitar los desplazamientos relativos a solapes, en soldadura por termofusión se permite el uso de separadores o distanciadores. En soldadura por extrusión, se procede realizando previamente una unión puntual por calor no permanente a lo largo del trazado de la soldadura y que no interfiera a la hora de soldar. Este procedimiento se conoce como "spotting" y puede realizarse por ejemplo mediante aplicación de soplante de aire caliente a intervalos de 2, 3 ó 5 m. Se trata de un procedimiento muy útil para soldadura con viento fuerte.

b) Métodos de soldaduras aceptados

Los métodos de soldadura aceptados serán termofusión por cuña o aire caliente y extrusión por aportación del mismo material. No se permiten uniones químicas (químicas o químicas y solidarias) ni adhesivas (adhesivas químicas y de contacto). Asimismo no se permiten soldaduras de termofusión sin canal de comprobación.

La maquinaria de soldadura deberá dejar un solape interior desde el borde interior de la soldadura hasta el borde de la geomembrana de 5 cm como mínimo. La anchura de solape será siempre mayor de 10 cm.

Previamente al inicio de los trabajos el Control de Calidad deberá aprobar la máquina de soldadura prevista, pudiéndola rechazar en el caso de no-conformidad.

c) Procedimientos comunes de soldaduras

Durante la realización de la soldadura deben cumplirse las siguientes especificaciones generales:

- En el caso de que se generen arrugas en solapes, estas deberán ser cortadas por su eje hasta que se elimine la arruga. El parche que se coloque sobre la arruga cortada deberá exceder al menos 150 mm de los bordes de la zona a reparar.
- Las operaciones de soldadura nocturna deberán realizarse con luz artificial de una luminosidad equivalente de la mitad de la luz durante el día.
- En las zanjas de anclaje, las soldaduras deberán realizarse hasta al menos la mitad de la pared interior de la zanja. Se ejecutarán pequeños cortes longitudinales en la geomembrana a esta altura, de 15 cm y cada 3 m, con el fin de facilitar la salida de aire ocluido cuando se rellena la zanja
- Todas las uniones en T (sin salida en curva de la máquina de soldadura), deberán reforzarse con un cordón de extrusión de al menos 100 mm de longitud de brazo.
- La presoldadura de dos paneles en fábrica y su despliegue posterior en obra sólo se aprobará bajo la aprobación y supervisión del Control de Calidad.
- Las uniones irregulares podrán mejorarse mediante la colocación de placas rígidas y móviles según avance la soldadura.
- Si el encargado del instalador no está presente en obra, el Control de Calidad podrá paralizar todos los trabajos de soldadura de geomembranas.

d) Soldaduras por termofusión

Las soldaduras de termofusión permitidas serán las dobles con canal de comprobación en ancho mínima de 45 mm.

La máquina soldadora deberá tener registro de temperatura de precalentamiento y trabajo así como velocidad de avance.

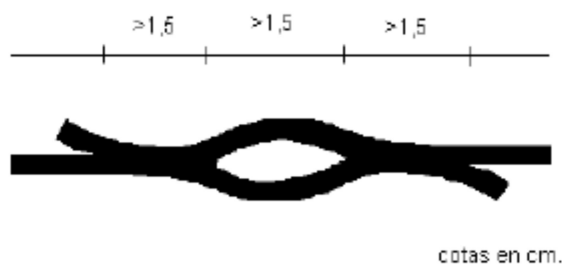
Durante la realización de las soldaduras el Control de Calidad registrará la fecha y hora de ejecución, velocidad y temperatura de trabajo, condiciones meteorológicas reinante e identificación de la máquina de la soldadura, máquina y operario.

Se cuidará que se cumplen los siguientes requisitos:

- El instalador debe mantener en obra maquinaria y operarios fijos y suficientes para realizar el trabajo según las condiciones de calidad exigidas.
- Ni la máquina soldadora ni sus accesorios (generadores, alargadores, etc., deben dañar la geomembrana.
- Por debajo de cada solape deberá deslizarse una placa o pieza móvil que evite la entrada de humedad desde la base según avance la máquina.
- El solape mínimo permitido será de 100 mm. Este solape será suficiente para permitir la toma de muestra para la realización de ensayos destructivos de pelado y desgarro, tanto en soldadura interna como externa.
- Los solapes deberán estar secos y limpios, libres de polvo y suciedad, así como exentos de desgarros y arrugas, tomándose las medidas necesarias para el cumplimiento de estas condiciones, incluyendo secado y limpieza con trapos o esponjas, reperfilados, etc.

Estas especificaciones son válidas para geomembranas de HDPE, VLDPE Y otros polietilenos.

En caso de que estas especificaciones sean contradictorias con las contenidas en los documentos del Proyecto, el Director de Obra y el Control de Calidad establecerán la metodología a seguir.



Soldadura de doble acanaladura

e) Soldaduras por extrusión

La maquinaria admisible será una extrusora de aporte de material con alimentación por hilo de soldar o granza, con control continuo de temperatura de proceso y precalentamiento, y que genere una soldadura como mínimo de 35 mm de ancho.

No se admitirá ninguna máquina que no disponga de identificación visible.

El Control de Calidad registrará la fecha y hora de realización de las soldaduras, condiciones ambientales, temperatura de proceso e identificación de las soldaduras.

Las especificaciones para la soldadura de extrusión son las siguientes:

- El instalador tendrá que tener disponible desde el inicio de los trabajos de instalación al menos una máquina de extrusión, para la realización de soldaduras y reparaciones. La máquina no podrá retirarse de la obra salvo para reparación sin consentimiento del Director de Obra.
- Previamente a realizar la extrusión, la máquina debe ser purgada para eliminar restos de soldaduras anteriores. Cuando sea necesario se indicará con termómetro de contacto el momento de salida de extrusado adecuado.
- La zona donde se aplicará la extrusión deberá lijarse en una franja a ambos lados de máximo 50 mm, para aumentar la rugosidad y por lo tanto la adherencia de la extrusión. La pérdida de espesor por lijado no será superior a un 5% del espesor de la lámina.
- Previamente al pulido y extrusión de una soldadura, el solape deberá pegarse térmicamente de forma continua.
- El canto generado por el solape de un parche o panel sobre otro panel quedará biselado.
- La limpieza, pulido y biselado de la zona a aplicar la extrusión se preparará como mucho una hora antes de realizar la extrusión.
- Se deberán tomar todas las medidas necesarias para que el apoyo temporal de la extrusora y su maquinaria auxiliar no dañen la geomembrana.
- El ancho de la banda pulida deberá minimizarlo y en ningún caso deberá exceder de 6 mm del límite exterior de la soldadura de extrusión.

- El solape mínimo admisible será de 75 mm y en cualquier caso, será suficiente para que permita tomar muestras para la realización de ensayos destructivos de desgarro y pelado.
- Los solapes deberán estar secos y limpios, libres de polvo y suciedad, así como libres de arrugas y desgarros, debiéndose tomar las medidas necesarias para el cumplimiento de estas condiciones, incluyendo el secado y limpieza con trapos, esponjas, reperfilado, etc.
- La extrusión solo se utilizará para reparaciones, soldadura en zonas de difícil geometría o acceso, unión entre geomembranas de distinto espesor, uniones no definitivas o casos aprobados por el Director de Obra.
- La resina utilizada para la extrusión será del mismo tipo que la constitutiva de la geomembrana. Si no existe esa información de origen al respecto, el Control de Calidad podrá enviar muestras para su caracterización, cuyo coste deberá ser asumido por el instalador y/o suministrador de materiales

SOLDADURA TIPO EXTRUSIÓN



Soldadura por extrusión

f) Pruebas de soldaduras y tiras de ensayo

Son pruebas cualitativas, cuya función es la experimentación de todos los aspectos relacionados con la soldadura en la obra.

Las pruebas de soldadura se realizarán diariamente para fijar las condiciones de temperatura, presión de los rodillos y velocidad de avance de todas las máquinas soldadoras de cualquier clase y particularmente de las de termofusión.

Estos ensayos se repetirán cuantas veces fueran necesarias hasta la obtención de las condiciones óptimas de la soldadura en cada jornada. Como criterio general se ejecutarán al principio de cada trabajo, cada 300 m de soldadura, cada 4-5 h de trabajo ininterrumpido o

cuando cambien drásticamente las condiciones meteorológicas, siempre con dos ensayos como mínimo al día.

De manera resumida, la metodología de realización de las pruebas de soldadura consta de los siguientes pasos:

-  Soldadura de dos piezas de geomembrana de al menos 1,5 m de longitud y 0,30 m de anchura.
- Una vez realizada la soldadura, el instalador corta 5 especímenes de soldadura con un ancho de 25 mm., sometiéndolos a un pelado con un tensiómetro de campo.
- Si el ensayo muestra que los especímenes sufren una rotura NFTB (en la soldadura o en la geomembrana), se modifican las condiciones y se realiza una nueva soldadura de prueba. Si las roturas son de tipo FTB (en el borde de la soldadura), el Control de Calidad toma una muestra de 45 cm de longitud y 0,30 cm de ancho con pelado mediante un tensiómetro que garantice una separación constante de pinzas de 2 pulgadas/min (50,8 mm), anotando la tensión de pelado.
- Si no se superan las tensiones mínimas de pelado exigidas en el proyecto (generalmente 50 al 60% de la resistencia de rotura de la geomembrana) y las roturas no son del tipo FTB en los 3 especímenes ensayados), se ordena repetir el proceso. Si el resultado del ensayo es correcto, se anotarán los valores de tensión obtenidos, las condiciones de ensayo y se dará por válida la prueba de soldadura.

g) Restricciones meteorológicas para las soldaduras

Soldaduras con bajas temperaturas

Con carácter general no se permitirán soldaduras por debajo de 0 °C. Si el Director de Obra autoriza el trabajo por debajo de esa temperatura, deberán cumplirse las siguientes condiciones:

- El Control de Calidad deberá realizar cada 25 m una medición de temperatura de la superficie de la geomembrana con un termómetro de contacto, si esta es inferior a 0 °C ordenará el precalentamiento de ésta con aire caliente.
- El precalentamiento puede evitarse si el instalador demuestra mediante una prueba de soldadura que a pesar de la baja temperatura la soldadura es de buena calidad.

- Si se realiza precalentamiento, se cuidará de que no queden zonas sobrecalentadas.
- En caso de operación a baja temperatura, con precalentamiento, el espaciado de muestreo para ensayos destructivos, se reducirá a 75-100 m.
- En parches y soldaduras donde deba pulirse la zona de solape, el precalentamiento se hará después del pulido.
- Las pruebas de soldadura se harán exactamente con las mismas condiciones de temperatura ambiente y precalentamiento en las que se vaya a soldar. Se realizará una nueva prueba de soldadura si la temperatura sufre cualquier variación sea positiva o negativa superior a 5 °C.

Soldaduras en condiciones normales

Con temperaturas entre 0 y 40 °C se trabajará con normalidad. Por encima de esa temperatura no puede trabajarse, a menos que el instalador demuestre que puede controlar las dilataciones y compresiones sin generar arrugas o sobretensiones y que las soldaduras son de buena calidad pese al sobrecalentamiento de la geomembrana.

A temperaturas inferiores pero si la geomembrana ha sufrido una dilatación excesiva o se generan sobrecalentamientos de manera muy frecuente, se paralizarán todas las operaciones de soldadura.

Si la lámina está excesivamente dilatada, el Control de Calidad deberá prohibir totalmente la realización de soldaduras horizontales de cualquier tipo, ya que no es posible calcular la retracción exacta a baja temperatura generándose dos tipos de problemas: Roturas de soldaduras por tensión excesiva (retracción mayor a la prevista), generación de arrugas y pliegues retracción menor a la prevista).

Ensayos no destructivos

Estos ensayos proporcionan información sobre la continuidad de las soldaduras y deben realizarse simultáneamente al progreso de las labores de instalación.

Como norma, estos ensayos deben realizarse sobre el 100% de la longitud soldada, salvo pacto en contrario, deben ser ejecutados por el instalador y supervisados por el Control de Calidad, que recopilará la información correspondiente a la fecha y hora de realización, condiciones de ensayo y del operario que lo realiza, así como resultados. Esta información se

incluirá en los partes correspondientes y deberá ser remitida al Director de Obra. En caso de fallo, el Control de Calidad indicará al instalador las reparaciones a realizar.

Los métodos recomendados para ensayos no destructivos en soldaduras se describen a continuación.

a) Ensayos de aire a presión

Este ensayo debe realizarse según norma UNE 104481-3-2:2010, realizándose sobre el 100% de las soldaduras de fusión con canal de comprobación (salvo acuerdo sobre porcentaje inferior), y por tramos si fuera necesario.

El procedimiento de ensayo es el de obturar el extremo del canal e inyectar aire por el otro extremo hasta obtener la siguiente presión:

TEMPERATURA DE LA LÁMINA	PRESIÓN (BAR)
$T < 30^{\circ}$	4
$30^{\circ} < T < 40^{\circ}$	3
$T > 40^{\circ}$	2

Tabla 9. Ensayo de aire a presión

Dicha presión se mantiene durante 5 minutos, si permanece constante se da el ensayo por válido, si no, se espera hasta 10 minutos, admitiéndose un 10% como máximo de caída de presión justificada por escapes alrededor del punzón del manómetro.

b) Spark test (Potenciómetro de campo o chipómetro)

El ensayo spark se debe realizar sobre el 100% de las soldaduras de extrusión incluyendo las soldaduras de refuerzo en uniones T, sobre perfiles de embutición en hormigón y parches

Las únicas soldaduras de extrusión no ensayables son las de fijación "rain flaps" aireadores ó las de paneles temporales sobre la impermeabilización primaria.

El procedimiento para la realización de spark es el siguiente:

Tras el pulido de la superficie, se fija por calor un hilo de cobre en continuo a lo largo de toda la zona a extruir. Para ello la boquilla del soplante tiene un adaptador que aporta el hilo.

- Aplicar el cordón de extrusión y dejar que se enfríe.
- Ajustar el equipo de ensayo de manera que proporcione un voltaje aproximado de 10 kV por milímetro de espesor de la geomembrana a ensayar.
- Pasar el aparato sobre la soldadura de extrusión, despacio y sobre el centro y a ambos extremos de la misma. El tipo de cabezal será preferiblemente de "haz de pelos".

En caso de que al paso del dispositivo se detecte una chispa, se señala el punto donde se considera que existe un defecto por falta de recubrimiento suficiente de hilo de cobre ó falla de adherencia de la soldadura, que deberá remediarse puliendo y volviendo a soldar la zona defectuosa.

c) Ensayo con campana de vacío o Vacuum

Es un ensayo aplicable con carácter general a las soldaduras de extrusión, sin embargo, se recomienda su aplicación sólo para geomembranas lisas, ya que las texturizadas provocan el desgaste de la junta de neopreno que sella el contacto entre la geomembrana y la campana de ensayo, ralentizando y encareciéndolo. Es un ensayo más lento pero de mayor precisión que el spark puesto que supone una prueba directa sobre la soldadura.

El equipo necesario para realizar el ensayo es el siguiente:

- Campana de vacío, preferiblemente transparente o en su caso con ventana de inspección, dotada de burlete de neopreno y válvula de vacío. La geometría de la

campana puede ser diversa: rectangular, elíptica, redonda, para esquinas en depósitos, etc.

- Bomba de vacío con conexiones, manguera de presión y accesorios.
- Solución jabonosa y útil para su aplicación.

Los pasos para realizar el ensayo son:

- Limpiar el área de geomembrana a ensayar, recortar las solapas de lámina y aplicar generosamente la solución jabonosa.
- Emplazar la campana sobre la zona a ensayar, cerrando la válvula de purga y abriendo la de vacío.
- Presionar la campana contra la geomembrana con la fuerza necesaria para que el burlate de neopreno no se deforme, asegurándose de que la junta crea un sellado sin fugas y que la lámina parezca levantarse con los bordes pareciendo hundirse.
- Reducir la presión en el interior de la campana hasta aproximadamente 5 psi (35 kPa, 0,35 kg/cm²) manteniendo dicha presión durante 15 segundos, durante los cuales se observa si se forman burbujas.
- Si no se observan burbujas, cerrar la válvula de vacío, subir la presión y parar el ensayo. Si aparecen burbujas se marca la zona para su reparación.
- En caso de realizar el ensayo de manera continua deberá asegurarse un solape mínimo de 10 cm entre puertas contiguas.

Ensayos destructivos

El propósito de estos ensayos es proporcionar información directa sobre la resistencia y calidad de las soldaduras realizadas “in situ”. La toma, envío e interpretación de muestras para ensayos destructivos debe realizarse según progresa la instalación, nunca tras su finalización.

El propósito de los ensayos, número de especímenes ensayados, estrategias de muestreo, etc., pueden ser muy variables. La norma común de este tipo de ensayos es que existen dos tipos (resistencia al pelado y al desgarro) sobre cuya aplicación, interpretación y utilidad se dan a continuación una serie de especificaciones.

a) Selección de puntos de muestreo

La selección de los puntos de muestreo se hará según los siguientes criterios:

Se tomará una muestra de soldadura de geomembrana para su envío a laboratorio.

Se evitará tomar muestra en los primeros 1,5 m de una soldadura.

Se elegirán puntos de posible fallo o bajo sospecha del mismo para garantizar de esa manera el control de áreas de mayor riesgo potencial.

En caso de bajos rendimientos diarios de soldadura, se tomarán al menos una muestra diaria de soldadura de geomembrana para su envío al laboratorio.

La estrategia de muestreo será elaborada por el Control de Calidad y aprobada por el Director de Obra. El instalador será informado para su conocimiento.

b) Procedimiento de muestreo

Las muestras serán cortadas por el instalador en puntos elegidos por el Control de Calidad según progresa la instalación y antes de que se cubra la geomembrana por otro material.

El Control de Calidad supervisará la toma de muestra asignando a cada muestra un número identificativo, el punto de muestreo se situará en el plano de disposición de paneles y se indicará el motivo para la toma de muestra en caso de haberlo.

El número de muestras a tomar finalmente es un criterio que no es objetivo y debe quedar a consideración del Control de Calidad. Así, un número bajo de muestras tomadas puede hacer que los datos no sean muy significativos y un número excesivo de muestras origina un trabajo de control y reparación mayor del necesario.

Las pruebas y ensayos que se vayan a realizar según progresa la instalación deben utilizarse como criterio para reducir o aumentar el número de muestras destructivas.

Otro criterio de posible modificación del intervalo de muestreo es la recepción de los resultados que el laboratorio de Control de Calidad vaya obteniendo.

Asimismo, el ensayo de pelado, que proporciona menor información sobre la calidad de la soldadura, puede ser menos frecuente.

El criterio a seguir para la toma de muestras será la de una muestra tomada por intervalo fijado y no una muestra cíclica según el intervalo fijado. Es decir, con una frecuencia de

muestreo de 150 m, la primera muestra no se debe tomar a los 150 m, sino entre los 0 y 150 m de la soldadura.

Todas las decisiones de estrategia de muestreo deberán ser según las especificaciones de este documento, a criterio del Control de Calidad y con el visto bueno del Director de Obra.

c) Dimensión de muestra

En cada punto de muestreo deberá tomarse muestra suficiente para enviar una submuestra al laboratorio, un ensayo previo en campo y una submuestra en custodia para ensayo de contraste en caso necesario.

Por ello se tomará unas muestras con unas dimensiones mínimas de 80 cm de longitud por 30 cm de ancho con canal de soldadura centrado, dividiéndose de la siguiente manera:

- Submuestra de 50x30 quedará para el Control de Calidad para la realización de ensayo con tensiómetro de campo y envío de muestra al laboratorio.
- Submuestra de 30x30 que quedará en poder del Director de Obra.
- Las dos submuestras se identificarán de manera lógica de forma que se identifique claramente que pertenecen a la misma localización.

d) Ensayos destructivos de campo

Para la realización de estos ensayos debe utilizarse un tensiómetro con registro de tensión y separación continua de pinzas de 2 pulgadas (50,8 mm) por minuto.

De la submuestra de 50x30 indicada en el apartado anterior se tomarán 4 especímenes de 25 mm de ancho ensayando tres de ellos a pelado y otro a desgarro.

El resultado del ensayo quedará apuntado al igual que el día, la hora, las condiciones del mismo y las condiciones de realización de la soldadura.

Si el resultado del ensayo fuera correcto se enviará el resto de la muestra al laboratorio de Control de Calidad. Si resultase fallido, se procederá a localizar la posición de la soldadura incorrecta y a ordenar su reparación.

e) Ensayos destructivos de laboratorio

El laboratorio estará capacitado para transmitir los resultados de los ensayos anteriores dentro de las 24 horas siguientes a la recepción de las muestras.

Los criterios básicos para la aceptación de los resultados serán:

- El tipo de rotura para los especímenes ensayados deberá ser FTB (para al menos 4 de los 5 especímenes ensayados).
- El valor límite de rotura deberá superarse en al menos 4 de los 5 especímenes ensayados.
- El valor mínimo de pelado y desgarró será establecido por el Control de Calidad en función de las especificaciones del fabricante, espesor de la geomembrana, etc., fijando también las tolerancias admisibles, aunque suele ser del 50 al 60% de la resistencia a rotura para el pelado y 1,5 veces mayor para el desgarró.

f) Fallo de ensayos destructivos

Si un ensayo destructivo es no apto, ya sea realizado en el laboratorio o en el tensiómetro de campo, se deberá elegir entre dos opciones:

- Reparar toda la soldadura en el intervalo definido por dos puntos de muestreo aptos en el que se incluya la muestra no apta.
- Ensayar con el tensiómetro de campo muestras una en cada sentido desde el punto no apto y a intervalos de 3 metros, hasta localizar un punto en cada sentido que dé resultados correctos.
- Una vez localizados los dos puntos, se tomarán muestras para su envío al laboratorio, para validar la aptitud de los ensayos realizados en campo. Toda la zona situada en entre esos dos puntos deberá repararse.

Defectos y reparaciones

Toda la superficie instalada con geomembranas debe inspeccionarse para la localización de reparaciones y defectos. La inspección la realizará de forma continua. Además de punzonamientos, desgarró, soldaduras defectuosas, etc., se marcarán aquellos puntos potencialmente débiles tras la entrada en servicio del sellado, tales como grandes arrugas, abombamientos, etc. A estos últimos puntos se les aplicará medidas de reparación y/o refuerzo preventivos.

a) Evaluaciones de áreas incorrectas

Las zonas de soldadura aparentemente no correctas deberán ensayarse según los métodos de campo (destrutivos y no destructivos). Si los resultados son incorrectos se marcarán las áreas no conformes para su reparación.

La reparación consistirá en realizar una soldadura por extrusión sobre las soldaduras defectuosas, retirar el área dañada y reponer la lámina soplando un mínimo de 100 mm ó instalar el correspondiente parche, a criterio del Control de Calidad.

Las arrugas se repararán en momentos de baja Tª. La dimensión máxima permitida para una arruga será de 30 cm de altura de su eje sobre la base de apoyo.

Las soldaduras de reparación de arrugas deben ensayarse no destructivamente.

Todas las uniones dobles y triples entre paneles serán supervisadas por el Control de Calidad para decidir la conveniencia de su refuerzo o reparación.

b) Métodos de reparación

Los métodos de reparación aceptados incluyen:

- Parches de reparación de punzonamientos, cortes, desgarros, arrugas y perforaciones de gran tamaño.
- Aportes por extrusión para reparación de pequeños punzonamientos y poros.
- Aporte de material por extrusión, para reparación de zonas de adelgazamiento o debilitamiento de la geomembrana por aplicación de exceso de calor o por la acción de rodillos de la soldadura de doble cuña.
- Cordón de extrusión: Refuerzo de solapes de soldadura de termofusión por debilitamiento de los mismos, solape insuficiente o riesgo de pelado. También se colocan para refuerzo de soldaduras bien ejecutadas pero sometidas a esfuerzos extremos (el cordón será menor de 15 m).

Saneamiento y repetición de soldaduras fallidas

Independientemente del método de reparación elegido en cada caso, en todos ellos se tienen que cumplir las siguientes condiciones:

- Todas las superficies de áreas a reparar deben lavarse y secarse previamente.
- Las áreas a reparar por extrusión deben lijarse no más de una hora antes del aporte.
- Los parches colocados deberán tener todos los bordes redondeados y previamente a su fijación por extrusión, las uniones con la geomembrana inferior deben biselarse para conseguir una unión perfecta del material aportado (de la misma naturaleza que la geomembrana).
- Previamente a su fijación definitiva por extrusión por aporte de material en cable, todos los parches deben ser temporalmente fijados por termosoldados con tolva de aire caliente.
- Todas las reparaciones deberán quedar registradas para lo cual el Control de Calidad las marcará y ubicará en plano anotando sus dimensiones.
- Todas las reparaciones deberán verificarse por ensayos no destructivos. Las reparaciones de más de 50 m deberán verificarse por ensayos destructivos.
- Las reparaciones cuyos ensayos sean no aptos deberán ser reparadas de nuevo y reensayadas por el método que juzgue oportuno el Control de Calidad.

Se prohíbe terminantemente el uso de bandas adhesivas de cualquier naturaleza para su uso como parches estanco o reparación sobre las geomembranas.

Protección de geomembranas

La geomembrana una vez instalada y aceptada por el Control de Calidad a menudo queda recubierta por otro geosintético o por un relleno a base de terreno natural.

La cubrición de geomembranas con otros geosintéticos se realiza generalmente con georedes, geocompuestos y geotextiles, mientras que los materiales naturales que se emplazan por encima son fundamentalmente materiales drenantes, tales como gravas o arenas.

El proceso de cubrición de una geomembrana es un proceso delicado por su vulnerabilidad al punzonamiento mecánico, sobre todo cuando se cubren con materiales granulares de gran tamaño de árido, alta angulosidad o procedentes de machaqueo.

Cubrición de geomembranas con suelos y/o materiales granulares

El Control de Calidad verificará que las especificaciones del proyecto recojan las recomendaciones sobre la cubrición de la geomembrana con productos naturales.

Las principales consideraciones deben estar relacionadas con el material a utilizar y de la maquinaria para su extensión y compactación.

Como norma general deberá exigirse que la geomembrana esté cubierta por un geotextil antipunzonamiento, aunque deberán cumplirse las siguientes especificaciones:

- La extensión y compactación de materiales naturales sobre la geomembrana no se realizará fuera del rango de temperaturas de 0 a 40 °C. Se aprovechará la parte más fría del día para el paso de la maquinaria sobre las arrugas de la geomembrana.
- El material a extender no se verterá directamente sobre la geomembrana sino que se hará sobre una zona protegida para extenderlo suavemente desde allí.
- La maquinaria para extensión y compactación nunca deberá pasar directamente sobre la geomembrana. Sólo se permitirá el paso esporádico de maquinaria muy ligera sobre neumáticos u orugas de goma.
- La primera tongada deberá compactarse por medio de una máquina ligera (a poder ser con una carga axial nominal menor de 35 KPa).
- En zonas de tráfico denso de maquinaria, el espesor mínimo de capa sobre geomembrana será mínimo de 1 m para paso de vehículo de cadenas y de 0,6 m para el paso de vehículos de ruedas. En caso contrario se deberá proteger.
- El cumplimiento de estas condiciones será supervisado por el Control de Calidad, que deberá informar al Director de Obra al respecto.

Cobertura con otros geosintéticos

En este caso, el mayor problema reside en la maquinaria auxiliar a utilizar para el despliegue e instalación de dichos geosintéticos. Hay que tener en cuenta asimismo el método a utilizar para unión de estos paneles, ya sea por cosido, conexión con bridas plásticas termofusión o punteo por calor, bandas adhesivas, etc.

Conexiones y pasos

Las conexiones y pasos a través de geomembranas, generalmente para drenajes, tomas y sumideros, aliviaderos y arquetas, etc., serán también puntos a controlar. El Control de Calidad verificará las siguientes especificaciones:

- Las conexiones de geomembranas con botas, penetraciones y pasos de tuberías deberán realizarse de acuerdo con las prescripciones del Proyecto.
- Las soldaduras en dicho punto deberán realizarse con extremo cuidado ya que frecuentemente no pueden realizarse ningún ensayo de comprobación de continuidad ni de estanqueidad, ya sean destructivos o no destructivos.
- Los trabajos de soldadura deberán ser supervisados en continuo por el Control de Calidad.
- Finalmente se realizará una inspección visual.

Cobertura con hormigón

La geomembrana no se ve afectada en absoluto por el hormigón. Su adherencia una vez fraguado es muy pequeña.

En aquellos casos donde esta vaya a estar cubierta por hormigón es imprescindible extremar las precauciones, principalmente en los siguientes extremos:

- El vertido del hormigón será desde baja altura, no más de 1 m. El árido será redondeado.
- Las operaciones de ferrallado suponen un tránsito continuo de elementos y herramientas.
- Resultan imprescindibles los separadores.
- Conviene tener en cuenta que una vez extendido y fraguado cualquier fuga es prácticamente imposible de detectar y reparar.

Características mínimas que deben cumplir

Las láminas de PEAD deben cumplir las características mínimas indicadas en la UNE 104427:2010:

- Material: Polietileno de alta densidad estructurada
- Superficie: Rugosa por las dos caras

- Espesor: 2 mm. Método de ensayo según Norma UNE-EN 1849-2:2010.
- Densidad de la geomembrana: > 0,940 g/cm³. Método de ensayo según Norma UNE-EN ISO 1183-1:2013.
- Contenido en Negro de Carbono: 2,25 ± 0,25 %. Método de ensayo según Norma UNE 53375
- Envejecimiento térmico (Variación de alargamiento en rotura): ≤15%. Método de ensayo según Norma UNE EN 14575:2007
- Permeabilidad al Agua (orientativo): Menor de 1 x 10⁻⁶ m³/m² día. Método de ensayo según Norma UNE EN 14150:2007
- Coeficiente de dilatación lineal: 2,15 x 10⁻⁴ 1/°K. Norma ASTM D 696.
- Resistencia a límite elástico: 16 N/mm². Método de ensayo según Norma UNE-EN ISO 527.
- Alargamiento en el límite elástico: ≥ 8 %. Método de ensayo según Norma UNE-EN ISO 527.
- Resistencia en rotura: ≥26 N/mm². Método de ensayo según Norma UNE-EN ISO 527.
- Elongación en rotura: ≥ 700 %. Método de ensayo según Norma UNE-EN ISO 527.
- Resistencia al desgarro: ≥ 135 N/mm. Método de ensayo según Norma ISO 34-1.
- Resistencia al punzonado estático (CBR): ≥3,5 KN. Método de ensayo según Norma UNE-EN ISO 12236:2007
- Plegabilidad a bajas temperaturas: Sin grietas
- Comportamiento al calor: ≤ 1,5 %. Método de ensayo según Norma UNE-EN ISO 14632:1999
- Absorción de agua:
 - A las 24 h: ≤ 0,2 %. Método de ensayo según Norma UNE-EN ISO 62.
 - A los 6 días: ≤ 1 %. Método de ensayo según Norma UNE-EN ISO 62.
- Contenido en cenizas: ≤0,1 %. Método de ensayo según Norma UNE 53375.
- Dispersión del pigmento: ≤ 3 . Método de ensayo según Norma ISO 18553.

Geomembrana de proyecto

En las obras objeto del presente Proyecto se utilizarán geomembranas de polietileno de alta densidad (PEAD) 2 mm de espesor, rugosas en los taludes del vaso y lisas en el fondo del vaso.

Medición y abono

El suministro, extendido e instalación de geomembranas se abonará por aplicación del precio unitario a la superficie cubierta medida en obra. Se incluirá como medición la cantidad de GBR-P instalado en zanjas de anclaje, pero no los recortes, pérdidas durante la instalación o los solapes.

El suministro de materiales, pérdidas por solapes, recortes, fines de rollo, soldaduras por extrusión en reparaciones, remates, cierre de canales de comprobación y refuerzos; hilo de cobre, lijado de paños de forma previa a la soldadura, medios auxiliares, anclaje en estructuras de hormigón mediante llanta, tira de neopreno y tornillos de alta resistencia y cuantos trabajos sean necesarios para la completa terminación de la unidad, quedan siempre incluidos en el precio unitario.

8.7.2 Geomembranas de polietileno de alta densidad (GBR-P) de espesor 1mm

Para acopiar temporalmente la excavación de residuos procedente de distintas zonas del vaso se utilizará geomembrana de PEAD de 1 mm, que cumplirá como mínimo las especificaciones de la UNE-EN 13361:2013:

PROPIEDADES GEOMEMBRANA PEAD	UNIDADES	NORMA	VALOR
Espesor nominal mínimo	mm	UNE- EN 1849-2:2010	1,00 ± 5%
Densidad con negro carbono	g/cm ³	UNE-EN ISO 1183- 1:2013	> 0,940
Índice de fluidez (190 °C, 2,16 kg) (190 °C, 5 kg)	g/10 min	UNE EN ISO 1133- 1:2012	≤ 1,0 ≤ 3,0
Resistencia a la tracción a la rotura	MPa	UNE-EN ISO 527- 3:1996	34
Alargamiento a la rotura	%	UNE-EN ISO 527- 3:1996	800
Esfuerzo de tracción en el límite elástico	MPa	UNE-EN ISO 527- 3:1996	19

PROPIEDADES GEOMEMBRANA PEAD	UNIDADES	NORMA	VALOR
Alargamiento en el límite elástico	%	UNE-EN ISO 527- 3:1996	10
Resistencia al punzonado estático	KN	EN ISO 12236	3,3
Doblado a bajas temperaturas (-77°C)	-	UNE EN 495-5:2013	SIN GRIETAS
Coefficiente de dilatación lineal	°C ⁻¹	ASTM D 696	2x10 ⁻⁴
Comportamiento al calor	%	UNE EN 14632	≤ 1,0

Tabla 10. Características Geomembrana de PEAD de 1 mm

8.7.3 Geocompuestos bentoníticos (GBR-C)

Descripción y características

Los geocompuestos bentoníticos (GBR-C) son productos compuestos por dos geotextiles que encapsulan una capa mineral de bentonita sódica.

El núcleo arcilloso está compuesto por bentonita sódica en polvo o en gránulos, con un masa por unidad de área que se sitúa comercialmente entre 4.000 y 5.500 g/m², aproximadamente. La bentonita (montmorillonita) es una arcilla con excelentes propiedades impermeabilizantes y fuertes características expansivas en contacto con la humedad, lo que se traduce en una capacidad autosellante en caso de poros o roturas en la geomembrana de PEAD.

Los forros de geotextil pueden ser tejidos y no tejidos, aceptándose los primeros en la superficie que se sitúa en contacto con el suelo y los no tejidos como geotextil en contacto con la geomembrana de PEAD, debido a su mayor ángulo de rozamiento entre capas. Tanto uno como los otros se realizan habitualmente en polipropileno (PP).

Etiquetado de producto (Marcado CE)

El fabricante proporcionará al Contratista las certificaciones de control de Calidad y marcado CE de fabricación para cada envío de GBR-C, según la Norma Europea EN ISO 10320. Las certificaciones serán firmadas por un responsable del fabricante de GBR-C, e incluirán:

- Los certificados de calidad del fabricante de GBR-C, en cuanto a masa de bentonita, límite de resistencia a la tracción, punzonamiento estático (CBR), coeficiente de hinchamiento y permeabilidad demostrando el cumplimiento con el índice de parámetros mostrados en la tabla anterior.
- Números de lote y de rollos suministrados para el Proyecto (con albarán de transporte).
- Longitud de rollo, anchura y peso.

Estas características serán garantizadas por el Contratista según especifica el PCC de la impermeabilización, a través del Test de Conformidad de los materiales de suministro, en el

caso de la GBR-C de bentonita de sodio, en cumplimiento de la Norma UNE-CEN TR 15019:2008 Geotextiles y productos relacionados, control de calidad in-situ.

Embalaje

El GBR-C será enrollado alrededor de un núcleo rígido cuyo diámetro sea suficiente para facilitar su manejo. El núcleo no está necesariamente destinado a soportar el levantamiento del rollo, pero será lo suficientemente fuerte como para prevenir su caída durante el transporte.

Todos los rollos serán etiquetados y empaquetados en un embalaje resistente a la fotodegradación por luz ultravioleta (UV).

Suministro e instalación

a) Transporte y manejo

El fabricante asume la responsabilidad de la carga inicial del GBR-C. El transporte será responsabilidad de la parte que paga la carga. Descarga, transporte local y el almacenaje del GBR-C es responsabilidad del Contratista, el Instalador u otro de la parte designada.

Se inspeccionará visualmente cada rollo durante la descarga para identificar si algún embalaje ha sido dañado. Los rollos con el embalaje dañado deberán ser marcados y apartados para una inspección posterior. El embalaje será reparado antes de su almacenamiento.

La parte responsable de descargar el GBR-C se deberá poner en contacto con el Fabricante antes del envío para informarse sobre el método y equipo adecuado de descarga. El suministrador debe informar al promotor, DO y CQA de este procedimiento de descarga, a fin de observar su cumplimiento.

Las características del geocompuesto bentonítico GBR-C serán controladas por la Entidad Independiente de Control (CQA) que exigirá al Instalador las referencias y etiquetado normalizado del material a instalar a su recepción en obra.

El fabricante, o en su representación el suministrador, están obligados a presentar la documentación que garantice el cumplimiento de todas las normas descritas.

b) Almacenaje

El almacenaje de los rollos de GBR-C será responsabilidad del contratista. El área dedicada al almacenaje será seleccionada en el lugar de trabajo, debiendo estar lejos de zonas de tráfico denso, ser un terreno llano, seco y con buen drenaje. Una forma de facilitar el drenaje es colocar los rollos de bentonita elevados sobre vigas o estructuras de madera.

Los rollos deberán ser almacenados de manera que se pueda prevenir deslizamientos de los montones mediante el empleo de cuñas. Los rollos deberán ser apilados hasta una altura no superior a la altura máxima de manejo de la maquinaria de levantamiento (no más alto de 5 alturas). Todos los materiales almacenados, tanto GBR-C como bentonita granular, deben ser cubiertos con un plástico o lona hasta su instalación.

Todos los geosintéticos que conforman el paquete de impermeabilización o sellado deben estar debidamente etiquetados y empaquetados basándose en la Norma UNE-EN ISO 10320:1999 Geotextiles y productos relacionados con geotextiles. Identificación in situ, chequeando que los productos suministrados sean idénticos a los solicitados en el pedido.

La integridad y la legibilidad de las etiquetas serán conservadas durante el almacenaje. Además, los geosintéticos dispondrán de medios para la identificación positiva del producto en el tiempo de la instalación, aunque no esté contenido ya en el embalaje original.

c) Superficie de trabajo

Cualquier superficie sobre la cual el GBR-C sea instalado, estará preparada y compactada conforme a los datos específicos de proyecto, planos y pliego. La superficie será lisa, firme y compacta.

d) Desenrollado del GBR-C

Los rollos de GBR-C deberán ser entregados en la zona de trabajo en su embalaje original. Inmediatamente antes de desenrollar, se quitará el embalaje con cuidado de no dañar el GBR-C.

Se define “panel” como la unidad de geocompuesto instalado en obra, es decir, un rollo o porción de rollo cortado en obra. La extensión y desenrollado de paneles de geocompuestos, se hará a una temperatura ambiente entre 0º C y 40º C. Quedará estrictamente prohibida la

extensión de paneles en días de lluvia, viento excesivo, elevada humedad (niebla o rocío) o sobre bases húmedas.

Los geocompuestos GBR-C, serán anclados y luego desenrollados talud abajo manteniéndose el material en continua tensión hasta el pie del talud, de forma que en todo momento se mantenga el control sobre el rollo. Queda expresamente prohibido el desenrollado libre y descontrolado, a favor de la pendiente del talud.

No se permitirá que la maquinaria circule directamente sobre el GBR-C, a menos que se acuerde esta circunstancia con el inspector de CQA. Si el equipo de instalación causa daños en la superficie de apoyo, esta debe ser restaurada a su estado original aprobado antes de continuar con la instalación.

La maquinaria y personal que intervenga en las labores de extendido de los paneles deberá extremar el cuidado para no dañar los mismos por efecto del tráfico peatonal, calor excesivo, caída de objetos, escape de aceites, uso de calzado inadecuado u otros factores que pudieran dañarlos. En zonas de elevado tráfico peatonal, el geocompuesto deberá protegerse provisionalmente con tiras de geotextil desechables.

e) Instalación del GBR-C

Antes de proceder a la instalación del geocompuesto, Contratista, Dirección de Obra e inspector de calidad (CQA) deberá certificar por escrito que la superficie de apoyo –incluida la zanja de anclaje- es aceptable, nivelada conforme a Proyecto y sin elementos extraños que provoquen riesgos de punzonamiento. Esta inspección se plasmará en un certificado de ejecución con el visto bueno la entidad independiente de control CQA.

El cuidado debe ser máximo para reducir el grado de arrastramiento del GBR-C a través de la superficie para evitar daños en la superficie inferior del mismo. Un geosintético temporal en la superficie de apoyo puede ser una solución sólida para reducir la fricción y los daños durante la colocación.

Los paños GBR-C serán colocados de forma cuasi paralela a la línea de máxima pendiente. Todos los paños GBR-C deberán extenderse sobre la superficie subyacente, sin arrugas o pliegues, sobre todo en los bordes expuestos de los paneles. En las operaciones de

desenrollado y extendido, habrá de minimizarse la generación de arrugas, ondulaciones y rasgaduras, especialmente en las zonas de solape entre paneles.

Durante el extendido, y sobre todo en días de viento, los paneles de geocompuesto se anclarán temporalmente por medio de sacos de arena o, en su defecto, neumáticos a modo de lastre, que se retirarán tras la instalación definitiva.

En el transcurso de la instalación del geocompuesto, el CQA podrá prevenir de la existencia de bases no aptas para la instalación de geosintéticos, indicando la reparación o modificación a realizar, o incluso paralizando la obra del Instalador hasta la subsanación de dichas deficiencias.

El GBR-C ha de ser cubierto cuanto antes después de la instalación, siguiendo escrupulosamente los plazos y recomendaciones del fabricante (se notificará de estas recomendaciones al CQA). Cada día de instalación preverá la cubrición de la capa bentonita con geomembrana de PEAD en la misma jornada de trabajo.

f) Zanja de anclaje

Tal y como se refleja en el plano de proyecto y en los datos específicos, el final de cada paño de GBR-C será fijado en una zanja de anclaje en lo alto del talud o anclado directamente a las estructuras de hormigón. Al inicio de la instalación de geosintéticos el CQA comprobará que la zanja de anclaje se ha construido de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas. El GBR-C deberá cubrir por completo el fondo de la zanja, ya que la clausura definitiva de este proyecto contempla la impermeabilización de la zanja.

Se evitará la existencia de bordes y materiales cortantes en la zanja que puedan dañar cualquiera de los geosintéticos anclados. Tendrá singular importancia el drenaje de la zanja mientras esté abierta, así como su relleno siguiendo las especificaciones del Proyecto. Cualquier error o negligencia observada por el CQA, obligará al Instalador a la revisión del estado en la zanja de anclaje.

Cualquier anclaje estará calculado para soportar la tracción máxima a la que pueda estar sometido, con un coeficiente de seguridad mínimo de 3 para la tensión de los geosintéticos (tensión máxima/tensión de trabajo) y de 2 para la capacidad de rozamiento del anclaje. Los 'valores resistentes' se determinarán teniendo en cuenta su evolución "in situ" a largo plazo

(fluencia, degradación) y su deformación. Los geosintéticos tendrán las protecciones precisas (otros geotextiles,...).

Se tendrán en cuenta de forma explícita los siguientes aspectos:

- Anclaje con zanjas: La distancia de la franja al borde será tal que la tracción no desestabilice dicho tramo, y nunca inferior a un metro. La profundidad y ancho de la zanja tampoco será nunca inferior a 0.5 m. No obstante, se seguirán las dimensiones y diseño establecidos en el Proyecto.
- Anclaje en bermas: El anclaje se puede efectuar de modo preferente por el peso propio de las tierras de cubrición. En el caso de ejecutar zanjas se cuidará de modo especial la calidad de las soldaduras transversales, en el caso de emplearlas para conexión de dos tramos su situación será siempre en la zona de pie del talud superior.
- Conexión con elementos singulares.

g) Unión

Las uniones del GBR-C se ejecutan solapando sus bordes adyacentes. Debe de asegurarse que la zona de solape se encuentra limpia de partículas del suelo u otros restos de materiales.

La dimensión mínima del solape longitudinal es de 15 cm. Las uniones de final de rollo deben ser solapadas de modo similar, pero el solape mínimo tendrá una medida de 30 cm. Si se ejecuta un solape en talud, el paño más largo se sujetará en la zanja y el solape será mayor de 100 cm. Cuando esto suceda, El geocompuesto debe ser además anclado con, al menos cuatro (4) U metálicas para asegurar su anclaje al terreno. Las especificaciones mínimas de estas piezas serán: Longitud mínima de 1 metro y redondo de $\varnothing$ 10 mm. La Longitud mínima de anclaje será de 0,40m en taludes que, por su composición, lo permitan.

Las uniones al final de los paños deberán ser ejecutadas de tal modo que los rollos sean dispuestos en la misma dirección de la pendiente para prevenir el potencial flujo de entrada dentro de la zona del solape.

Las uniones de GBR-C entre paneles adyacentes pueden ser mejoradas. Para ello, el borde subyacente del solape longitudinal se descubre, aplicando una cantidad continua de

bentonita de sodio granular o pasta de bentonita a lo largo de la zona definida entre el borde del panel subyacente y la línea de 150 mm. En el caso del solape de final de rollo, se repite la misma operación. La bentonita granular será aplicada en una cantidad mínima de 400 g por metro lineal. Este recebo no es necesario si los rollos poseen material extra de bentonita en la zona de solape.

h) Trabajo de detalle

La aplicación de GBR-C en el sellado de penetraciones y en posibles encajes en las diferentes estructuras se realizará de acuerdo a los planos de diseño y a las recomendaciones del fabricante GBR-C.

Los recortes de GBR-C deberán ser realizados usando un cuchillo bien afilado. Es recomendable un cambio frecuente de cuchillas durante el proceso de recorte para evitar posibles daños en los geotextiles que forman parte del GBR-C.

i) Reparación de daños

Si el GBR-C es dañado (rasgado, pinchado, perforado, etc.) durante la instalación, puede repararse mediante la aplicación de una pieza de GBR-C sobre el área dañada. El pedazo será obtenido de un rollo nuevo de GBR-C y será cortado con unas dimensiones tales que se pueda colocar quedando un solape mínimo de 30 cm alrededor de toda el área dañada. Debe aplicarse bentonita granular o masilla de bentonita alrededor del área dañada antes de la colocación del recorte.

Características mínimas que deben cumplir 9.7.3.5

Las especificaciones de la geobentonita serán las siguientes:

Tendrá un coeficiente de permeabilidad mínimo de $K=10^{-11}$ m/s.

Están formados por bentonita encapsulada entre dos geotextiles, uno tejido y otro no tejido.

Las características mínimas a exigir a estos productos serán las especificadas en la tabla 7 de la UNE 104.425:2001, que son los siguientes actualizando las normas:

PROPIEDADES DE LOS GEOTEXTILES	UNIDADES	NORMA	VALOR
Masa por unidad de área de geotextil tejido	g/m ²	UNE-EN ISO 9864:2005	≥130
Masa por unidad de área de geotextil no tejido	g/m ²	UNE EN ISO 9864:2005	≥200
PROPIEDADES DE LA BENTONITA	UNIDADES	NORMA	VALOR
Porcentaje de Montmorillonita	%		> 70
PROPIEDADES DEL GCL	UNIDADES	NORMA	VALOR
Masa de GCL por unidad de área	g/m ²	UNE EN ISO 14196:2005	5.330
Masa de bentonita por unidad de área	g/m ²	UNE EN ISO 14196:2005	5.000
Espesor	mm	UNE EN ISO 9863-1:2005	6,5
Resistencia a la tracción (MD/CD)	kN/m	UNE EN ISO 10319:2008	12
Permeabilidad, K	m/s	UNE 103403:1999	≤ 1x10 ⁻¹¹

Tabla 11. Características técnicas geocompuesto bentonítico

Además será estrictamente necesario que exista una masa de fibras en la bentonita que una ambos geotextiles impidiendo la pérdida y movimiento de bentonita.

La forma de unión entre los paños será mediante solape de al menos 25 cm, con pasta de bentonita o polvo de bentonita entre ambos paños. En uniones transversales este solape será de más de 30 cm.

Se recomienda el empleo de productos de anchos superiores o iguales de 5 m.

Medición y abono

El suministro, extendido y colocación de geocompuestos bentoníticos CBR-C se abonará por aplicación del precio unitario a la superficie cubierta medida en obra. Se incluirá como medición la cantidad de GBR-C instalado en zanjas de anclaje, pero no los recortes, pérdidas durante la instalación o los solapes.

El suministro de materiales, pérdidas en solapes, fines de rollo, medios auxiliares, y cuantos trabajos sean necesarios para la completa terminación de la unidad, quedan incluidos en el precio unitario.

8.7.4 Geotextiles

Definición y características

Los geotextiles son elementos de superficies permeables al agua y al aire, que conformados como filtros, tejidos, mallas o compuestos, se utilizan en construcción en contacto con suelos u otros materiales.

La materia prima utilizada para su fabricación son polímeros, tales como la poliamida (PA), el poliéster (PES), el polipropileno (PP) y el polietileno (PE).

La poliamida es un polímero textil de 1,14 g/cm³ de densidad y 218º a 256º de temperatura de fusión. Presenta una resistencia buena ante los ácidos diluidos, media ante los concentrados, buena ante lejías diluidas, media ante las concentradas, muy buena frente a los microorganismos y de muy buena a media ante la luz solar.

El poliéster es un polímero que posee una densidad de 1,36 a 1,38 g/cm³ y una temperatura de fusión de 130º C. Presenta una resistencia muy buena frente a ácidos diluidos, media a los concentrados, buena a las lejías diluidas, media a las concentradas, muy buena contra microorganismos y de muy buena a media a la luz solar.

El polipropileno es un polímero de 0,90 a 0,92 g/cm³ de densidad y temperatura de fusión de 165º C. Presenta una resistencia muy buena a los ácidos diluidos, media a los concentrados, muy buena a las lejías diluidas y media a las concentradas, muy buena a los microorganismos y mala a la luz solar.

Los geotextiles cumplen varias funciones que se detallan a continuación:

- Separación de capas con diferentes características para evitar su mezcla.
- Filtración y retención de finos presentes en una capa de drenaje o suelo.
- Drenaje y conducción de líquidos y gases.
- Refuerzo de un suelo aumentando su capacidad portante y estabilidad.
- Protección mecánica de geomembranas sintéticas frente a punzonamiento y desgaste.
- Soporte de elementos de impermeabilización mediante la impregnación del geotextil con algún impermeabilizante sintético o la adición de bentonita.

Documentación de control de calidad

Previamente al inicio de la instalación, el fabricante o instalador deberá proporcionar al Director de Obra la siguiente información:

- Ficha oficial de especificaciones del producto, con indicación expresa de si se trata de valores mínimos o promedios. En ella deberá venir reflejada la porometría y la permeabilidad transversal al plano.
- Descripción de la composición de las fibras utilizadas incluyendo polímero base, negro de humo, aditivos.

En su caso, declaración escrita del origen ó identificación del material de reciclaje utilizado para la fabricación del geotextil.

Certificados de Control de Calidad del fabricante para verificar el cumplimiento de especificaciones de producto, incluyendo número de rollos por lote ensayado, procedimientos de ensayo y resultado de como mínimo los siguientes parámetros:

- Masa unitaria.
- Espesor.
- Resistencia a la tracción y alargamiento.
- Resistencia a la perforación CBR.
- Resistencia al punzonamiento dinámico.
- Indicación del grado de estabilización contra la radiación UV que posee el producto, junto con una estimación del plazo máximo de exposición recomendado, antes de ser cubierto (ó valor del ensayo en el Test xenón ENV 12224 a 50 MJ/m²).

El etiquetado de cada rollo incluirá información sobre el nombre del fabricante, identificación del producto (denominación, gramaje y material base), peso y dimensión de cada rollo. La ausencia de información al respecto o incluso de información falsa podrá ser motivo para rechazo de una partida de material.

El producto se suministrará con envoltorio opaco de film de polietileno.

El Control de Calidad en obra quedará encargado de supervisar toda la información, comunicando al Director de Obra cualquier desviación o deficiencia no admisible.

Sus atribuciones serán:

- Verificar que los certificados cumplen las especificaciones del proyecto.
- Asegurarse que la documentación presentada por el fabricante es correcta y que los métodos de ensayo utilizados son aceptables.
- Revisar que los etiquetados de los rollos sean correctos.
- Informar al Director de Obra sobre la conformidad de toda la Documentación.

Conformidad de materiales

a) Procedimiento de muestreo

Las muestras deberán tomarse después de que se haya comprobado que todos los rollos del lote están presentes en la obra. Las muestras se tomarán de rollos que no presenten desperfecto alguno y, salvo indicación en contra, tendrán una longitud de 1 m por todo el ancho del rollo.

Siempre que sea posible, se procurará exigir el suministro de rollos pertenecientes a un único lote, definiéndose lote como un grupo de rollos fabricados consecutivamente y procedentes de la misma línea de producción.

Las muestras tomadas para conformidad de materiales serán codificadas por el control de calidad que se encargará de su envío al laboratorio de Control de Calidad.

b) Ensayos de conformidad

Como mínimo, sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:

- Masa unitaria.

- Resistencia a tracción y alargamiento
- Resistencia al punzonamiento dinámico.
- Resistencia al Desgarro Trapezoidal.
- Resistencia a la perforación CBR.
- La frecuencia de ensayo se mantendrá según criterios indicados en el capítulo anterior a menos que concurren una o varias de las siguientes circunstancias:
- Existencia de dudas razonables sobre la manipulación, almacenamiento, procedencia o descarga de los rollos.
- Ausencia de los certificados y/o etiquetado exigidos en el Plan del Control.
- Identificación de diferentes características entre rollos de distintos lotes.
- Fallo reiterado en las pruebas de conformidad.

c) Interpretación de resultados

El Control de Calidad será responsable de comprobar el cumplimiento de las especificaciones sobre conformidad de materiales al inicio de la instalación.

En caso de fallo, el fabricante podrá solicitar la realización de un ensayo de contraste. Para ello enviará muestras, tomadas por el Control de Calidad, a dos laboratorios de ensayo aprobados por la propiedad. Si los resultados son aptos para los dos laboratorios se consideran válidos. Si los resultados de uno de los dos laboratorios indican no conformidad se considerará que el resultado inicial era correcto. Los gastos ocasionados por ensayos de contraste serán asumidos en cualquier caso por el fabricante, suministrador o instalador.

Si el resultado de un ensayo es de no-conformidad, todos los rollos pertenecientes al lote ensayado deben ser rechazados. A criterio del Director de Obra podrán realizarse ensayos complementarios para acortar los rollos no conformes, procedimiento válido solamente en caso de que los rollos presentes en obra tengan numeración consecutiva.

Instalación de geotextiles

a) Despliegue de geotextiles

Durante el almacenamiento de los rollos se cuidará la integridad de su protección a base de envueltas opacas para aislar al material del polvo y la suciedad, así como de la lluvia,

humedad y resto de agentes atmosféricos. Las envueltas no deben retirarse hasta el momento de la instalación.

Los rollos que no hayan sido protegidos y que presenten deterioro significativo podrán ser retirados por el Control de Calidad.

Las operaciones de despliegue deberán realizarse de la siguiente manera:

- En taludes, previo anclaje de los rollos/paneles, se desplegarán pendiente abajo coincidiendo con el sentido longitudinal de los rollos (dirección de la maquina), de manera que se mantenga en tensión continuamente el material.
- En presencia de viento excesivo, según progrese la instalación el material será provisionalmente lastrado con sacos o neumáticos. Los lastres provisionales se retirarán cuando el material quede cubierto definitivamente.
- El corte de paneles y su unión entre si, se realizará con útiles apropiados que no dañen el material subyacente, especialmente si este es una geomembrana.
- Durante la instalación, se eliminará cualquier canto, grava u otro material que pueda quedar atrapado en la interfase entre el geotextil y el material subyacente, para evitar el punzonamiento de este último.
- Tras la instalación se realizará una inspección final para eliminar residuos, agujas, cantos, reparar desgarros y punzonamientos, etc., previa a la colocación del geotextil.

b) Procedimientos de soldaduras y unión

La unión entre paneles puede realizarse por cosido o punteo por calor. El empleo de calor es posible especialmente para geotextiles de fibras de polipropileno o polietileno, sean recicladas o no. Para fibras de poliéster los puntos de fusión del producto son más elevados y con algunos de ellos a menudo, no resulta sencillo obtener una adherencia suficiente, por lo que tendría que unirse por cosido.

En casos especiales y previa aprobación por el Director de Obra se podrá aceptar las uniones con bandas adhesivas o presillas plásticas.

El solape entre paneles de geotextil a unir debe ser como mínimo de 75 mm.

En general, no se admitirán soldaduras horizontales en taludes salvo aquellas que formen parte de un parche o en casos excepcionales previa aprobación del Director de Obra. En este caso se aumentará el solape al menos 200 mm.

En taludes superiores a 1H:1 V, las uniones entre paneles de geotextil deberán ser continuas, no permitiéndose la unión por punteo (ya sea por cosido o por calor). En zonas de bases o taludes de menor pendiente a la anterior podrá emplearse la unión por punteo previa aprobación por el Director de Obra.

En el caso de uniones por cosido deben utilizarse hilos poliméricos con aditivos frente a los rayos UV y resistencia igual o superior a la del geotextil. Asimismo el color del hilo deberá contrastar con el del geotextil.

La maquinaria de cosido deberá tener la aprobación del Director de Obra y su operatividad se demostrará mediante la realización de pruebas diarias de cosido.

Las pruebas de cosido serán vigiladas por el Control de Calidad y consistirá en la realización de una unión entre dos parches de geotextil con un ancho de al menos 50 cm y una longitud mínima de 2m.

Características mínimas que deben cumplir

a) Geotextil con función de filtro

El geotextil con función de filtro deberá cumplir los siguientes valores mínimos indicados en la tabla 4 de la UNE 104.425:2001, que son los siguientes actualizando las normas:

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR MÍNIMO	NORMA
Peso unitario	g/m ²	100≤P≤200	UNE-EN ISO 9864:2005
Resistencia a perforación CBR	N	1000	UNE-EN ISO 12236:2007
Resistencia a tracción *	KN/m	4,0	UNE-EN ISO 10319:2008
Permeabilidad	mm/s	1,5	UNE-EN ISO 11058:2010
Abertura de poros	Mm	≤0,13	UNE-EN ISO 12956:2010
Elongación a la rotura *	%	50	UNE-EN ISO 10319:2008
Espesor bajo carga de 2 KN/m ²	Mm	1,0	UNE-EN ISO 9863-1:2005
Perforación por cono	Mm	<33	UNE-EN ISO

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR MÍNIMO	NORMA
			13433:2007
* En el sentido de fabricación y en el sentido perpendicular a la fabricación			

Tabla 12. Valores mínimos a exigir a un geotextil de filtro

b) Geotextil con función de protección antipunzonamiento

El geotextil con función de protección deberá cumplir los siguientes valores mínimos indicados en la tabla 3 de la UNE 104.425:2001, que son los siguientes tomando como referencia el geotextil situado sobre la geomembrana:

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR MÍNIMO GTX sobre GMB	NORMA
Peso unitario	g/m ²	≥ 300	UNE-EN ISO 9864:2005
Resistencia a perforación CBR	N	≥ 2.000	UNE-EN ISO 12236:2007
Resistencia tracción	KN/m	≥ 8	UNE-EN ISO 10319:2008
Elongación a rotura	%	≥ 50	UNE-EN ISO 10319:2008
Espesor bajo carga 2 KN/m ²	Mm	≥ 3	UNE-EN ISO 9863- 1:2005
Perforación caída libre de cono	Mm	≤17	UNE-EN ISO 13433:2007
* En el sentido de fabricación y en el sentido perpendicular a la fabricación			

Tabla 13. Valores mínimos a exigir a un geotextil de protección antipunzonamiento

9.7.4.6 Geotextiles de proyecto

a) Geotextil con función de separación y filtro (GTX-NW)

En las obras objeto del presente Proyecto se utilizará lámina de geotextil filtro-separación (GTX-NW), con gramaje ≤ 200 g/m², y resistencia a perforación estática ≥ 1.000 N.

Medición y abono

El suministro, extendido y colocación de geotextiles se abonará por aplicación del precio unitario a la superficie realmente cubierta medida en obra.

Los materiales, soldaduras, solapes, recortes, pérdidas de fin de rollo, medios auxiliares, y cuantos trabajos sean necesarios para la completa terminación de la unidad, quedan incluidos en el precio unitario.

Geocompuestos de drenaje

Descripción y características

Los geodrenes o geocompuestos drenantes son sándwiches de geosintéticos contruidos en fábrica compuestos por un núcleo drenante y una capa externa de geotextil de separación y filtro que cubre uno o ambos lados.

El núcleo drenante puede estar constituido por un núcleo de filamentos tridimensionales o una georred de dos o tres hilos, con capacidad de transmisión de fluidos. Los materiales que conforman este núcleo pueden ser el polipropileno, polietileno o polietileno de alta densidad.

La materia prima más utilizada para los forros de geotextil filtro son los polímeros derivados del polipropileno (PP) o el polietilenos (PE).

Documentación de control de calidad

Previamente al inicio de la instalación el fabricante o instalador deberá proporcionar al Director de Obra información relativa a:

- Breve descripción del producto, enumerando y caracterizando los geosintéticos que formen parte del geocompuesto y el sistema de unión entre ellos.
- Copia de los ensayos de Control de Calidad, firmados por el responsable de Garantía de Calidad de fabricación, incluyendo el lote, métodos de ensayo y resultado de al menos las siguientes características:
 - o Masa unitaria.
 - Espesor.
 - Resistencia a tracción.
 - Transmisividad a 2,20 y 200 kPa.
 - Resistencia a la compresión.
 - Adhesión geotextil/núcleo.
 - Ficha oficial de especificaciones del producto indicando expresamente si los valores son promedios o se trata de mínimos.
 - Indicación del grado de estabilización contra la radiación UV que posee el producto, junto con una estimación del plazo máximo de exposición

recomendado antes de ser cubierto (o valor del ensayo Test Xenon ENV 12224 a 50 MJ/m²).

El fabricante o instalador aportará datos sobre el etiquetado e identificación de los rollos a suministrar conteniendo la siguiente información:

- Nombre del fabricante.
- Denominación y código del producto.
- Dimensiones y peso del rollo.

El Control de Calidad deberá revisar toda la documentación anterior informando al Director de Obra sobre posibles discrepancias y verificando lo siguiente:

Los valores garantizados por el fabricante están dentro de las especificaciones.

- La información aportada por el fabricante sobre los ensayos de Control de Calidad, métodos utilizados y su frecuencia de aplicación sean conformes.
- Los rollos están convenientemente identificados.
- Se entregue al instalador una copia con las especificaciones del proyecto y el Plan de Control de Calidad.

Conformidad de materiales

a) Procedimiento de muestreo

El primer paso de la conformidad será la recepción del material en obra, comprobando que tanto el tipo de material como la cantidad son correctos.

Las muestras deben tomarse de rollos que no estén dañados y salvo especificaciones diferentes, tendrán 0,5 m de longitud por todo lo ancho del rollo.

b) Ensayos de conformidad

Salvo especificaciones complementarias incluidas en los documentos del proyecto, se realizarán al menos los siguientes ensayos de conformidad:

- Masa unitaria
- Espesor
- Resistencia a tracción en rotura en ambas direcciones

- Transmisividad a 2 kPa.
- Adhesión geotextil-núcleo

c) Interpretación de resultados

El Control de Calidad será responsable de comprobar el cumplimiento de las especificaciones sobre conformidad de materiales al inicio de la instalación.

En caso de fallo, el fabricante podrá solicitar la realización de un ensayo de contraste. Para ello enviará muestras, tomadas por el Control de Calidad, a dos laboratorios de ensayo aprobados por la Propiedad. Si los resultados son aptos para los dos laboratorios se considerarán válidos. Si los resultados de uno de los dos laboratorios indican no-conformidad se considerará que el resultado inicial era correcto. Los gastos ocasionados por ensayos de contraste serán asumidos en cualquier caso por el fabricante, suministrador ó instalador.

Si el resultado de un ensayo es de no-conformidad, todos los rollos pertenecientes al lote ensayado deben ser rechazados. A criterio del Director de Obra podrán realizarse ensayos complementarios para acortar los rollos no conformes, procedimiento válido solamente en caso de que los rollos presentes en obra tengan numeración consecutiva.

Despliegue de rollos

Durante el transporte y almacenamiento, los rollos de geocompuesto deberán protegerse de la luz UV, la humedad, el polvo y barro, desgarros, cortes y otros daños de manipulación en obra. El almacenamiento se realizará protegiendo los rollos con envueltas plásticas resistentes a la humedad y opacas, aunque se debe exigir que los rollos se suministren previstos de ellas por el fabricante.

Las envueltas deben eliminarse justo antes de la instalación.

Para geocompuestos donde un núcleo drenante esté expuesto a la entrada de polvo y suciedad, por ejemplo geocompuestos con una sola capa de geotextil, el Control de Calidad revisará todos los rollos, previamente a su instalación, para identificar los que presentan excesiva suciedad. Estos rollos deberán lavarse previamente a su instalación, rechazándose su uso en el caso de que la limpieza no sea posible.

El transporte de los rollos desde el área de almacenamiento hasta el tajo deberá realizarse cuidando que no se dañen y de acuerdo a las siguientes especificaciones:

En taludes, los rollos deben asegurarse antes de su desenrollado, de manera que se mantengan siempre en tensión. Tras su extensión los paneles deberán ser recolocados a mano para eliminar arrugas y para asegurar el paralelismo en paneles adyacentes.

En presencia de fuertes vientos los paneles serán lastrados provisionalmente desde el momento de su despliegue, no eliminando los lastres hasta la cubrición definitiva del producto con otro material.

Salvo especificaciones contrarias las geocompuestos no deben soldarse o unirse solidariamente a geomembranas

Las operaciones de corte de paneles deben realizarse mediante cuchillas autorizadas, no permitiéndose el corte por aplicación del aire caliente.

El instalador será el responsable de los materiales subyacentes a la geored/geomalla durante su instalación, de manera que no se deterioren. En ese sentido, deberá reparar cualquier daño producido.

Cuando la aplicación del producto sea para drenaje, se deberá evitar la entrada de arena, polvo o grava que pueda perjudicar a la capacidad de evaluación del material, especialmente que los sacos de arena que se utilicen como lastre provisional no sufran pérdidas por rotura. Toda acumulación de materiales finos deberá eliminarse previamente a su cubrición por otro material.

Procedimiento de solape y unión

En general no deben permitirse la realización de soldaduras o uniones horizontales en taludes, excepto aquellas que formen parte de un parche.

La unión entre paneles adyacentes de geocompuesto deberá realizarse como mínimo cumpliendo las siguientes especificaciones:

El solape mínimo entre paneles adyacentes de geocompuesto será de 100 mm, salvo que el producto vaya provisto de una solapa de geotextil en cuyo caso los paneles pueden colocarse contiguos sin solape.

La unión de núcleos se recomienda sobre todo en taludes. Se realiza mediante bridas plásticas de color claro, espaciadas 1Ud/1,5 m en taludes, 1Ud/20 cm, en la zanja de anclaje y 1 Ud/30 cm uniones horizontales a medio talud. No se admiten las conexiones metálicas.

Una vez que el núcleo haya quedado unido, los geotextiles de cobertura de dos paneles adyacentes se unirán por cosido mecánico, o punteo térmico en taludes, permitiendo la unión puntual en zonas llanas.

En caso de realización de uniones por cosido, el hilo utilizado será polimérico y su resistencia a la degradación química y UV será al menos igual a la del geotextil. La maquinaria para cosido utilizada deberá ser aprobada por el Control de Calidad y por el Director de Obra.

Si se instala más de una capa de geocompuesto, las capas superpuestas tendrán sus uniones desplazadas escalonadamente.

Defectos, reparaciones y medidas correctoras

El Control de Calidad deberá localizar e identificar las áreas defectuosas ya sea por instalación deficiente, daños posteriores o tras la recepción de resultados no satisfactorios de ensayo.

Los defectos encontrados deberán comunicarse al instalador y al Director de Obra para ver las medidas correctoras a tomar.

a) Procedimiento de reparación

Las decisiones sobre reparación deberán tomarse entre el Instalador, Director de Obra y Control de Calidad.

Si el área a reparar tiene una extensión menor que 1x1 m² se considerará que el defecto es de tipo "menor", el geocompuesto se reparará de la siguiente manera:

- Si sólo está dañado un geotextil con el núcleo en buenas condiciones, se colocará un parche de geotextil térmicamente unido con un solape mínimo de 30 cm.
- Si el núcleo está dañado, se cortará la zona dañada, colocándose un parche de núcleo drenante con un solape mínimo de 100 mm en todas direcciones, unido por bridas plásticas con una separación mínima de 1 Ud/15 cm. El geotextil superior se reparará tal y como se indica en el punta anterior.

-
- Si el área a reparar tiene dimensiones mayores de 1x1 m², todo el panel deberá reemplazarse por ser un daño “mayor.”

Protección de geocompuesto de drenaje

La puesta en obra de suelos y materiales naturales de cobertura debe realizarse según las siguientes condiciones:

- El geocompuesto y materiales subyacentes no deben sufrir ningún daño.
- Se evitará el desplazamiento entre el geocompuesto y los materiales subyacentes.
- Se minimizarán las tensiones sobre el geocompuesto.
- Se comprobará con el fabricante del producto el tipo de vehículo o tráfico aceptable sobre el mismo.

Características mínimas que deben cumplir

Las características mínimas a exigir a estos productos serán las especificadas en la tabla que se adjunta a continuación, de la UNE 104.425:2001, que son los siguientes actualizando las normas:

PROPIEDADES	UNIDAD	VALOR	NORMA
Peso unitario	g/m ²	≥ 400	UNE-EN ISO 9864
Espesor	mm	≥ 4,0	UNE-EN 9863-1
Resistencia tracción (md)	KN/m	≥ 5	UNE-EN ISO 10319:2008
Resistencia tracción (cd)	KN/m	≥ 3,5	UNE-EN ISO 10319:2008
Elongación en rotura (md)	%	≥ 30	UNE-EN ISO 10319:2008
Elongación en rotura (cd)	%	≥ 30	UNE-EN ISO 10319:2008
Resistencia a compresión	kpa	≥ 700	UNE-EN-ISO-604
Abertura de poros del geotextil filtro	mm	≤ 0,20	UNE-EN ISO 12958
Capacidad de flujo en el plano (Transmisividad) md (i=1)	(a 20 Kpa) l/s·m	≥ 0,70 (R/R)	UNE-EN ISO 12958
	(a 20 Kpa) l/s·m	≥ 0,45 (R/F)	UNE-EN ISO 12958
	(a 200 Kpa) l/s·m	≥ 0,50 (R/R)	UNE-EN ISO 12958
	(a 200 Kpa) l/s·m	≥ 0,30 (R/F)	UNE-EN ISO 12958

PROPIEDADES	UNIDAD	VALOR	NORMA
md: es el sentido de fabricación cd: es el sentido perpendicular a la fabricación R/R: es el geocompuesto drenante entre dos superficies rígidas, que simularían dos geomembranas de PEAD R/F: es el geocompuesto drenante entre una superficie rígida, que simularía una geomembrana de PEAD y una superficie flexible que representa suelos y geocompuestos bentoníticos			

Tabla 14. Valores mínimos a exigir a un geocompuesto de drenaje

Geocompuesto de drenaje de proyecto (GNT)

En las obras objeto del presente Proyecto se utilizará lámina de geocompuesto drenante (GNT), con capacidad de drenaje dentro de su plano y en su línea de máxima pendiente de 0,95 l/m.s, con un gradiente de $i=1$ y bajo 20 kPa de presión normal.

Medición y abono

El suministro, extendido y colocación de geocompuestos de drenaje se abonará por aplicación del precio unitario a la superficie cubierta medida en obra.

Los materiales, bridas, solapes y cuantos trabajos sean necesarios para la completa terminación de la unidad, quedan incluidos en el precio unitario.

Geomalla de refuerzo

Definición y características

Las geomallas son estructuras poliméricas planas que consisten en una red abierta regular de elementos integralmente conectados que actúan por tracción, que pueden ensamblarse por fusión, ligado o entrelazado y cuyas aberturas son mayores que sus constituyentes.

Geomalla de refuerzo del proyecto

En las obras objeto del presente Proyecto se utilizará en el dique de cierre una geomalla de refuerzo de poliéster y su resistencia a tracción no será menor a 150 kN/m. La longitud de cada geomalla será de 13 metros.

Medición y abono

El suministro, extendido y colocación de la geomalla se abonará por aplicación del precio unitario a la superficie realmente cubierta medida en obra.

Los materiales, soldaduras, solapes, recortes, pérdidas de fin de rollo, medios auxiliares, y cuantos trabajos sean necesarios para la completa terminación de la unidad, quedan incluidos en el precio unitario.

9. LIMPIEZA Y TERMINACION DE LAS OBRAS

Una vez que las obras se hayan terminado, y antes de su recepción, todas las instalaciones, materiales sobrantes, escombros, depósitos y edificios, contruidos con carácter temporal para el servicio de la obra, y que no sean precisos para la conservación durante el plazo de garantía, deberán ser removidos y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

La limpieza se extenderá a las zonas de dominio, servidumbre y afección de las obras y también a los terrenos que hayan sido ocupados temporalmente.

De análoga manera deberán tratarse los caminos provisionales, incluso los accesos a préstamos y canteras, los cuales se abonarán tan pronto como deje de ser necesaria su utilización.

Todo ello se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas acordes con el paisaje circundante.

Todas estas actividades serán realizadas por el Contratista sin ningún tipo de abono al respecto