

## **DOCUMENTO N°3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**



# ÍNDICE

<b>1 OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS</b> .....	<b>3</b>
<b>3 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA</b> .....	<b>4</b>
<b>3.1 DESPEJE Y DESBROCE</b> .....	<b>4</b>
<b>3.2 DEMOLICIONES Y FRESADO</b> .....	<b>7</b>
<b>3.2.1 FRESADO DE PAVIMENTO</b> .....	<b>7</b>
<b>3.2.2 DEMOLICIONES</b> .....	<b>8</b>
<b>3.3 EXCAVACIONES</b> .....	<b>11</b>
<b>3.3.1 EXCAVACIÓN EN EXPLANACIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>3.3.2 EXCAVACIÓN EN ZANJAS O POZOS</b> .....	<b>19</b>
<b>3.4 TERRAPLENES, RELLENOS Y CAPAS GRANULARES</b> .....	<b>21</b>
<b>3.4.1 REPERFILADO DE TIERRAS</b> .....	<b>21</b>
<b>3.4.2 TERRAPLENES</b> .....	<b>22</b>
<b>3.4.3 RELLENO LOCALIZADO DE ZANJAS CON PRODUCTOS DE LA EXCAVACION</b> .....	<b>50</b>
<b>3.4.4 RELLENO DE ZANJAS CON ARENA</b> .....	<b>52</b>
<b>3.5 ZAHORRAS</b> .....	<b>53</b>
<b>3.6 HORMIGONES, ENCOFRADOS Y CIMBRAS</b> .....	<b>74</b>
<b>3.6.1 HORMIGONES</b> .....	<b>74</b>
<b>3.6.2 MORTEROS DE CEMENTO</b> .....	<b>84</b>
<b>3.6.3 ENCOFRADOS</b> .....	<b>85</b>
<b>3.6.4 CIMBRAS</b> .....	<b>86</b>
<b>3.7 JUNTAS DE ESTANQUEIDAD</b> .....	<b>87</b>
<b>3.7.1 JUNTAS DE ESTANQUEIDAD EXPANSIVA</b> .....	<b>87</b>
<b>3.8 ELEMENTOS METÁLICOS, ACEROS, FUNDICIONES</b> .....	<b>88</b>
<b>3.8.1 ACEROS EN ARMADURAS</b> .....	<b>88</b>
<b>3.8.2 ACERO LAMINADO EN ESTRUCTURAS</b> .....	<b>91</b>
<b>3.8.3 ACERO INOXIDABLE EN ESTRUCTURAS Y ELEMENTOS</b> .....	<b>113</b>

3.8.4 PROTECCIÓN DE SUPERFICIES CON PINTURA.....	114
3.8.5 PROTECCIÓN POR GALVANIZACIÓN .....	117
3.8.6 TAPAS DE REGISTRO Y TRAMPILLONES .....	118
<b>3.9 FIRMES.....</b>	<b>120</b>
3.9.1 RIEGOS DE IMPRIMACIÓN .....	120
3.9.2 RIEGOS DE ADHERENCIA.....	121
3.9.3 MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE.....	123
3.9.4 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES .....	140
<b>3.10 TUBERÍAS DE ABASTECIMIENTO .....</b>	<b>146</b>
3.10.1 TUBERIAS Y PIEZAS ESPECIALES DE POLIETILENO .....	146
3.10.2 MONTAJE Y PRUEBAS A REALIZAR EN LAS TUBERÍAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	150
<b>3.11 TUBERÍAS DE SANEAMIENTO.....</b>	<b>153</b>
3.11.1 TUBERÍAS DE HORMIGÓN VIBRADO Y CENTRIFUGADO .....	153
3.11.2 TUBERÍAS DE POLIPROPILENO .....	157
<b>3.12 CANALIZACIONES ELECTRICAS.....</b>	<b>159</b>
3.12.1 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS .....	159
3.12.2 ARQUETAS ELÉCTRICAS.....	163
<b>3.13 OTRAS UNIDADES.....</b>	<b>164</b>
<b>4 NORMATIVA GENERAL DE APLICACIÓN .....</b>	<b>165</b>

## **1 OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN**

Constituyen las especificaciones incluidas en este Pliego, el conjunto de normas que habrán de regir en las obras objeto del Proyecto y que serán de aplicación las Prescripciones Técnicas Generales vigentes del Ministerio de Fomento.

El presente Pliego de Condiciones será de aplicación en las obras del Proyecto de “EDAR de Berdún, T.M. de Canal de Berdún (Huesca)”.

## **2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

Las obras que se van a realizar consisten en la ejecución de una estación depuradora de aguas residuales para el municipio de Berdún, en el término municipal de Canal de Berdún.

## **3 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA**

### **3.1 DESPEJE Y DESBROCE**

#### **DEFINICIÓN**

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable 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, vertido y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo.
- ⊗ Acopio intermedio, dentro de los límites del sector, en los casos que sea necesario.

La tierra vegetal deberá ser siempre retirada, excepto cuando vaya a ser mantenida según lo indicado en el Proyecto o por el Director de las Obras.

#### **EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

##### 1) 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.

En zonas muy blandas o pantanosas la retirada de la capa de tierra vegetal puede ser inadecuada, por poder constituir una costra más resistente y menos deformable

que el terreno subyacente. En estos casos y en todos aquellos en que, según el Proyecto o el Director de las Obras, el mantenimiento de dicha capa sea beneficioso, ésta no se retirará.

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 este Pliego 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.

2) Retirada y disposición de los materiales objeto del 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.

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.

Las operaciones para el acopio intermedio, carga, transporte y extendido, se consideran incluidas en las unidades de excavación o terraplén y no serán objeto de abono.

Si se proyecta enterrar los materiales procedentes del desbroce, estos deben extenderse en capas dispuestas de forma que se reduzca al máximo la formación de huecos. Cada capa debe cubrirse o mezclarse con suelo para rellenar los posibles huecos, y sobre la capa superior deben extenderse al menos treinta centímetros (30 cm) de suelo compactado adecuadamente. Estos materiales no se extenderán en zonas donde se prevean afluencias apreciables de agua.

Si el vertido se efectúa fuera de la zona afectada por el Proyecto, el Contratista deberá conseguir, por sus medios, emplazamientos adecuados para este fin, que



deberán ser aprobados por el Director de las Obras, y deberá asimismo proporcionar al Director de las Obras copias de los contratos con los propietarios de los terrenos afectados.

### MEDICIÓN Y ABONO

En los casos en que el despeje y el desbroce sea objeto de abono independiente, se medirá de acuerdo con lo especificado en los planos y se abonará al precio que figura en el Cuadro de Precios N°1 para esta unidad de obra.

En estas unidades 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.

## **3.2 DEMOLICIONES Y FRESADO**

### **3.2.1 FRESADO DE PAVIMENTO**

#### DEFINICIÓN

Consiste en la disgregación del pavimento existente en la profundidad indicada por el Director de las obras, medida desde el nivel de la superficie entre rodadas.

#### EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La maquinaria empleada en la ejecución de esta unidad de obra, así como el plan de la misma, deberán ser previa y expresamente aprobados por el Director de las Obras.

Los materiales de desecho se llevarán a vertedero a al lugar indicado por el Director de las obras.

### MEDICIÓN Y ABONO

El fresado de firme de mezcla bituminosa en caliente se abonará por metros cuadrados por centímetro ( $m^2/cm$ ) realmente ejecutados medidos sobre el terreno, al precio que figura en el Cuadro de Precios Nº1 para esta unidad de obra.

Este precio incluye la carga y el transporte a vertedero del material de desecho.

## 3.2.2 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.
- ∞ Derribo, fragmentación o desmontaje de construcciones.
- ∞ Retirada de los materiales.

### CLASIFICACIÓN

Según el procedimiento de ejecución, las demoliciones pueden clasificarse del modo siguiente:

- Demolición con máquina excavadora.
- Demolición por fragmentación mecánica.
- Demolición con explosivos.
- Demolición por impacto de bola de gran masa.

- Desmontaje elemento a elemento.
- Demolición mixta.
- Demolición por otras técnicas.

### EJECUCION DE LAS OBRAS

#### 1) Derribo de 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 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.

## 2) Retirada de los materiales de derribo.

El Anejo de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, 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.

## MEDICION Y ABONO

Las demoliciones se abonarán por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente ejecutados al

precio correspondiente que para cada tipo de demolición figura en el Cuadro de Precios Nº1.

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.

### 3.3 EXCAVACIONES

#### 3.3.1 EXCAVACIÓN EN EXPLANACIÓN

##### DEFINICIÓN

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas objeto de proyecto, incluyendo las plataformas, taludes y cunetas, y el consiguiente transporte de los productos removidos al depósito o lugar de empleo.

Se incluyen en esta unidad la ampliación de las trincheras, la mejora de taludes en los desmontes, y la excavación adicional en suelos inadecuados, ordenadas por el Director de las Obras.

##### CLASIFICACIÓN DE LAS EXCAVACIONES

La excavación es "no clasificada", considerándose una única unidad de excavación en cualquier tipo de terreno.

Las excavaciones se consideran no clasificadas y están referidas a cualquier clase de terreno geológicamente natural o artificial, ya sea suelto, alterado con elementos extraños o compacto, como yesos, mallacán, areniscas e incluso roca dura, a cualquier profundidad, comprendiendo los medios y elementos necesarios para llevarlas a cabo, tales como entibaciones y acodalamientos o bien los agotamientos si se precisasen. Esta unidad incluye, además de las operaciones señaladas, el despeje y desbroce, el refino y la compactación de las superficies resultantes hasta el noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad del Próctor Modificado.

### EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

#### 1) 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 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.

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 geológicas y geotécnicas 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.

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.

## 2) Drenaje

Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje y las cunetas, bordillos, y demás elementos de desagüe, se dispondrán de modo que no se produzca erosión en los taludes.

## 3) Tierra vegetal

La tierra vegetal que se encuentre en las excavaciones, y que no se hubiera extraído en el desbroce, se removerá 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 y el lugar de acopio deberá ser aprobado por el Director de las Obras.

## 4) 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.

En el caso de excavación por voladura en roca, el procedimiento de ejecución,

deberá proporcionar un material adecuado al destino definitivo del mismo, no siendo de abono las operaciones de ajuste de la granulometría del material resultante, salvo que dichas operaciones se encuentren incluidas en otra unidad de obra.

No se desechará ningún material excavado sin la previa autorización del 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.

El material extraído en exceso podrá utilizarse en la ampliación de terraplenes, si así está definido en el Proyecto o lo autoriza el Director de las Obras, debiéndose cumplir las mismas condiciones de acabado superficial que el relleno sin ampliar.

Los materiales excavados no aprovechables se transportarán a vertedero autorizado, sin que ello dé derecho a abono independiente. Las áreas de vertedero de estos materiales serán las definidas en el Proyecto o, en su defecto, las autorizadas por el Director de las Obras a propuesta del Contratista, quien deberá obtener a su costa los oportunos permisos y facilitar copia de los mismos al Director de las Obras.

#### 5) Excavación en roca

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Se pondrá especial cuidado en evitar dañar los taludes del desmonte y la cimentación de las futuras explanadas de parcelas y viales. Cuando los taludes excavados tengan zonas inestables o la cimentación de la futura explanada presente cavidades, el Contratista adoptará las medidas de corrección necesarias, con



la aprobación del Director de las Obras.

Se cuidará especialmente la subrasante que se establezca en los desmontes en roca debiendo ésta presentar una superficie que permita un perfecto drenaje sin encharcamientos, y en los casos en que por efecto de la voladura se generen zonas sin desagüe se deberán eliminar éstas mediante la aplicación de hormigón de saneo que genere la superficie de la subrasante de acuerdo con los planos establecidos para las mismas y con las tolerancias previstas en el Proyecto, no siendo estas operaciones de abono.

Cuando se prevea el empleo de los productos de la excavación en roca, en la formación de pedraplenes, se seguirán además las prescripciones del artículo 331 "Pedraplenes", del PG3.

Cuando interese de manera especial que las superficies de los taludes excavados presenten una buena terminación y se requiera, por tanto, realizar las operaciones precisas para tal fin, se seguirán las prescripciones del artículo 322 "Excavación especial de taludes en roca" del PG3 o el artículo correspondiente del presente pliego.

El Director de las Obras podrá prohibir la utilización de métodos de voladura que considere peligrosos o dañinos, aunque la autorización no exime al Contratista de la responsabilidad por los daños ocasionados como consecuencia de tales trabajos.

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.

## 6) Taludes

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la decompresión prematura o excesiva de su pie e impedir

cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final. En el caso que la excavación del talud sea definitiva y se realice mediante perforación y voladura de roca, se cumplirá lo dispuesto en el artículo 322, "Excavación especial de taludes en roca" del PG3 o el artículo correspondiente del presente pliego.

Las zanjas que, de acuerdo con el Proyecto, deban ser ejecutadas en el pie del talud, se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda resistencia debido a la deformación de las paredes de la zanja o a un drenaje defectuoso de ésta. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable, y el material de relleno se compactará cuidadosamente. Asimismo se tendrá especial cuidado en limitar la longitud de la zanja abierta al mismo tiempo, a efectos de disminuir los efectos antes citados.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como bulones, gunitado, plantaciones superficiales, revestimiento, cunetas de guarda, etc., dichos trabajos deberán realizarse tan pronto como la excavación del talud lo permita.

Se procurará dar un aspecto a las superficies finales de los taludes, tanto si se recubren con tierra vegetal como si no, que armonice en lo posible con el paisaje natural existente. En el caso de emplear gunita, se le añadirán colorantes a efectos de que su acabado armonice con el terreno circundante.

La transición de desmonte a terraplén se realizará de forma gradual, ajustando y suavizando las pendientes, y adoptándose las medidas de drenaje necesarias para evitar aporte de agua a la base del terraplén.

En el caso de que los taludes presenten desperfectos antes de la recepción de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las reparaciones complementarias ordenadas por el Director de las Obras. Si dichos desperfectos son imputables a ejecución inadecuada o a incumplimiento de las instrucciones del Director de las Obras, el Contratista será responsable de los daños y sobrecostes ocasionados.

7) Contactos entre desmontes y terraplenes

Se cuidarán especialmente estas zonas de contacto en las que la excavación se ampliará hasta que la coronación del terraplén penetre en ella en toda su sección, no admitiéndose secciones en las que el apoyo de la coronación del terraplén y el fondo de excavación estén en planos distintos.

En estos contactos se estudiarán especialmente en el Proyecto el drenaje de estas zonas y se contemplarán las medidas necesarias para evitar su inundación o saturación de agua.

8) Tolerancia geométrica de terminación de las obras

En el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se definirán las tolerancias del acabado o, en su defecto, serán definidos por el Director de las Obras. Con la precisión que se considere admisible en función de los medios previstos para la ejecución de las obras y en base a los mismos serán fijados al menos las siguientes tolerancias:

Tolerancia máxima admisible, expresada en centímetros (cm), entre los planos o superficies de los taludes previstos en el Proyecto y los realmente construidos, quedando fijada la zona en la que el talud sería admisible y en la que sería rechazado debiendo volver el Contratista a reperfilear el mismo.

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.

Tolerancia máxima admisible en pendientes y fondos de cunetas, así como de su situación en planta, expresada en centímetros (cm), sobre los planos previstos en el

Proyecto y los realmente construidos, quedando definida la obra admisible y la que sería rechazada debiendo el Contratista proceder a su rectificación de acuerdo con lo que para ello ordene el Director de las Obras.

Tolerancia máxima en drenajes, tanto en cuanto a pendiente y fondos de los mismos como en planta, expresada en centímetros (cm), sobre los planos previstos en el Proyecto y lo realmente construido, quedando definida la obra admisible y la que sería rechazada debiendo el Contratista proceder a su rectificación de acuerdo con lo que para ello ordene el Director de las Obras.

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

#### MEDICIÓN Y ABONO

En el caso de explanaciones, la excavación se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) medidos sobre planos de perfiles transversales, una vez comprobado que dichos perfiles son correctos, al precio correspondiente que figura en el Cuadro de Precios Nº1.

En el precio se incluyen los procesos de formación de los posibles caballeros, el pago de cánones de ocupación, y todas las operaciones necesarias y costos asociados para la completa ejecución de la unidad.

Las medidas especiales para la protección superficial del talud se medirán y abonarán siguiendo el criterio establecido en el Proyecto para las unidades respectivas.

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 sobre excavaciones 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.

### 3.3.2 EXCAVACIÓN EN ZANJAS O POZOS

#### DEFINICIÓN

Estas excavaciones están referidas a cualquier clase de terreno geológicamente natural o artificial, ya sea suelto, alterado con elementos extraños o compacto, como yesos, mallacán, areniscas o similares, a cualquier profundidad, comprendiendo los medios y elementos necesarios para llevarlas a cabo, tales como entibaciones y acodalamientos o bien los agotamientos si se precisasen.

Esta unidad incluye, además de la propia excavación, el despeje y desbroce, el refinado y la compactación de las superficies resultantes hasta el noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad del Próctor Modificado.

Si fuera necesario efectuar escalones por encontrarse el terreno de asiento a diferentes profundidades, se realizarán en forma adecuada, a ser posible de mayor a menor profundidad, dejando el fondo perfectamente en cada tramo.

En el caso de zanjas para tuberías, su fondo deberá quedar nivelado cuidadosamente, siguiendo la pendiente de la tubería, para que ésta apoye en toda su longitud.

No deberán transcurrir más de cuatro (4) días entre la excavación de la zanja y la colocación de las tuberías.

Como norma general para profundidades superiores a un metro cincuenta centímetros (1,50 m) se adoptarán taludes de un quinto (1/5) en los paramentos laterales.

Los excesos de excavación se consideran como no justificados y, por lo tanto, no computables ni tampoco su posterior relleno, a efectos de medición y abono. La realización de los taludes anteriores no exime al Contratista de efectuar cuantas entibaciones sean precisas.

Deberán respetarse todos los servicios existentes, adoptando las medidas y medios complementarios necesarios. Igualmente se mantendrán las entradas y accesos a fincas o locales.

Los acopios de tierras excavadas realizarán los acopios a suficiente distancia de la excavación para evitar los desprendimientos y accidentes.

#### MEDICIÓN Y ABONO

La excavación en zanjas o pozos se abonará por metros cúbicos ( $m^3$ ) realmente ejecutados medidos sobre por diferencias de perfiles antes y después de la excavación, al precio que figura en el Cuadro de Precios Nº1 para esta unidad de obra.

En el precio de esta unidad de obra se consideran incluidas las demoliciones de aquellas obras de fábrica que tengan alguna dimensión inferior a treinta (30) centímetros, siendo su volumen total inferior a un (1) metro cúbico y la de aquellas cuya consistencia no sea lo suficientemente alta a juicio del Director de la Obra.

Como norma general se aplicará el precio de excavación con medios mecánicos a todas las excavaciones en zanjas o emplazamientos.

Únicamente se aplicarán otros precios cuando expresamente se contemple tal posibilidad en el presupuesto.

### **3.4 TERRAPLENES, RELLENOS Y CAPAS GRANULARES**

#### **3.4.1 REPERFILADO DE TIERRAS**

##### **DEFINICIÓN**

El reperfilado de las tierras es el conjunto de operaciones necesarias para conseguir el acabado geométrico de vaciados, zanjas, pozos, taludes, terraplenes y desmontes.

##### **EJECUCIÓN**

El refino de tierras se realizará siempre recortando y no recreciendo. Si por alguna circunstancia se produce un sobreebanco de la excavación, se rellenará con material compactado.

Si el terreno fuera rocoso, en el refino se eliminarán los salientes de las rocas que sobresalgan del perfil final de la excavación.

La operación de refino en roca se podrá realizar con barrenos cortos y poco cargados, picos mecánicos, barras de mano, cuñas hidráulicas o manuales y chorro de agua a presión, si no erosiona el terreno.

En los terrenos meteorizables o erosionables por viento o lluvias, el refino se realizará en un plazo comprendido entre tres (3) y treinta (30) días, según la naturaleza del terreno y las condiciones climatológicas de la zona.

##### **CONTROL**

Se comprobará que el grado de acabado del refino no tiene desviaciones de línea y pendiente superiores a quince centímetros (15 cm), comprobándolo con una regla de cuatro metros (4,00 m).

El refino de los taludes no podrá tener variaciones superiores a dos grados

sexagesimales ( $\pm 2^{\circ}$ ).

Una vez realizado el refino se comprobará que la cota del nivel del fondo sea la exacta ( $\pm 0,00$ ), y que las dimensiones del replanteo y distancias son las establecidas en Proyecto.

#### MEDICIÓN Y ABONO

El refino se abonará por metros cuadrados ( $m^2$ ) sobre los que realmente se han realizado las operaciones, al precio que figura en el Cuadro de Precios Nº1 para esta unidad de obra.

### 3.4.2 TERRAPLENES

#### DEFINICIÓN

Esta unidad consiste en la extensión y compactación, por tongadas, de los materiales cuyas características se definen en el apartado *Materiales* de este artículo, en zonas de tales dimensiones que permitan de forma sistemática la utilización de maquinaria pesada con destino a crear una plataforma sobre la que se asiente el firme del vial o una explanada de similares características en la zona de parcelas.

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 (2) tongadas y siempre mayor de cincuenta centímetros (50 cm).
- Núcleo: Es la parte del relleno tipo terraplén comprendida entre el cimientado 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.
- Cimientado: Es la parte inferior del terraplén en contacto con la superficie de apoyo. Su espesor será, como mínimo, de un metro (1 m).

### MATERIALES

#### 1) 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.

## 2) 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 70 por 100 por ciento ( $\# 20 > 70 \%$ ), según UNE 103101.
- ∞ Cernido o material que pasa, por el tamiz 0,080 UNE mayor o igual del treinta y cinco por ciento ( $\# 0,080 \geq 35 \%$ ), según UNE 103101.

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.

### 3) Clasificación de los materiales

Desde el punto de vista de sus características intrínsecas los materiales se clasificarán en los tipos siguientes (cualquier valor porcentual que se indique, salvo que se especifique lo contrario, se refiere a porcentaje en peso):

- 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 UNE 103205.
- ∞ Tamaño máximo no superior a cien milímetros ( $D_{max} \leq 100 \text{ mm}$ ).
- ∞ Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento ( $\# 0,40 \leq 15\%$ ) 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 UNE 103205.
- ∞ Tamaño máximo no superior a cien milímetros ( $D_{max} \leq 100 \text{ mm}$ ).
- ∞ 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 UNE 103206.

- ∞ Contenido en otras sales solubles distintas del yeso inferior al uno por ciento ( $SS < 1\%$ ), según UNE 103205.
  - ∞ 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 UNE 103406, para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500, y presión de ensayo de dos décimas de megapascal (0,2 MPa).
  - ∞ Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al tres por ciento (3%), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.
- Suelos marginales.

Se considerarán como tales los que no pudiendo ser clasificados como suelos seleccionados, ni adecuados, ni 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.

### EMPLEO

#### 1) Uso por zonas

Teniendo en cuenta las condiciones básicas indicadas en el apartado *Materiales* de este artículo, se utilizarán, en las diferentes zonas del relleno tipo terraplén, los suelos que en este apartado se indican.

- Coronación

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

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

No se usarán en esta zona suelos expansivos o colapsables.

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

complementarias.

- Cimiento

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

- Núcleo

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

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

- Espaldones

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

No se usarán en estas zonas suelos expansivos o colapsables.

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

mediante la adopción de medidas complementarias.

## 2) Grado de compactación

El Proyecto, o en su defecto el Director de las Obras, señalará, entre el Próctor normal según UNE 103500 o el Próctor modificado según UNE 103501, el ensayo a considerar como Próctor de referencia. En caso de omisión se considerará como ensayo de referencia el Próctor modificado; sin embargo en el caso de suelos expansivos se aconseja el uso del ensayo Próctor normal.

Los suelos clasificados como tolerables, adecuados y seleccionados podrán utilizarse según lo indicado en el punto anterior de forma que su densidad seca después de la compactación no sea inferior:

- ⌘ En la zona de coronación, a la máxima obtenida en el ensayo Próctor de referencia.
- ⌘ En las zonas de cimiento, núcleo y espaldones al noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima obtenida en dicho ensayo.

El Proyecto o, en su defecto, el Director de las Obras, podrán especificar justificadamente valores mínimos, superiores a los indicados, de las densidades después de la compactación en cada zona de terraplén en función de las características de los materiales a utilizar y de las propias de la obra.

## 3) Humedad de puesta en obra

La humedad de puesta en obra se establecerá teniendo en cuenta:

- ⌘ La necesidad de obtener la densidad y el grado de saturación exigidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en su defecto en este Pliego.
- ⌘ El comportamiento del material a largo plazo ante posibles cambios de



dicha humedad (por ejemplo expansividad o colapso).

- La humedad del material al excavarlo (en su yacimiento original) y su evolución durante la puesta en obra (condiciones climáticas y manipulación).

Salvo justificación especial o especificación en contra del Proyecto, la humedad, inmediatamente después de la compactación, será tal que el grado de saturación en ese instante se encuentre comprendido entre los valores del grado de saturación correspondientes, en el ensayo Próctor de referencia, a humedades de menos dos por ciento (-2%) y de más uno por ciento (+1%) de la óptima de dicho ensayo Próctor de referencia.

En el caso de suelos expansivos o colapsables, los límites de saturación indicados serán los correspondientes a humedades de menos uno por ciento (-1%) y de más tres por ciento (+3%) de la óptima del ensayo Próctor de referencia.

Para el mejor aprovechamiento de los materiales desde el punto de vista de su contenido de humedad, se usarán las técnicas de extracción, transporte, acopio, riego u oreo, y extensión adecuadas para mejorar las condiciones del material en su yacimiento original.

En el caso de humedades naturales muy bajas y suelos muy plásticos el cumplimiento de la condición anterior, relativa al grado de saturación, puede conseguirse tanto aumentando el contenido de agua como aumentando la energía de compactación.

#### 4) Precauciones especiales con distintos tipos de suelos

Los suelos marginales podrán utilizarse en algunas zonas de la obra siempre que su uso se justifique mediante estudio especial, aprobado por el Director de las Obras.

Este "*Estudio de usos de materiales marginales*" deberá contemplar explícitamente y con detalle al menos los siguientes aspectos:

- ∞ Determinación y valoración de las propiedades que confieren al suelo su carácter de marginal.
- ∞ Influencia de dichas características en los diferentes usos del suelo 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 resistentes del material y los asientos totales y diferenciales esperados, 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 suelo dentro de la obra.

A continuación se expresan algunas consideraciones sobre el uso de distintos tipos de suelos.

- Suelos colapsables

Se considerarán suelos colapsables aquellos en los que una muestra remoldeada y compactada con la densidad y humedad remoldeada del ensayo Próctor normal según UNE 103500, sufra un asiento superior al uno por ciento (1%) de la altura inicial de la muestra cuando se ensaye según UNE 103406 y presión de ensayo de dos décimas de megapascal (0,2 MPa).

Los suelos colapsables no se usarán en coronación ni espaldones. Su uso en núcleo y en cimiento estará sujeto a un estudio especial que teniendo en cuenta la funcionalidad del terraplén, el grado de colapsabilidad del suelo, las condiciones climáticas y de niveles freáticos, defina las disposiciones y cuidados a adoptar para su uso.

Estos suelos deberán compactarse del lado húmedo, con relación a la humedad óptima del ensayo Próctor de referencia.

- Suelos expansivos

Se consideran suelos expansivos aquellos en los que en una muestra remoldeada y compactada con la densidad y humedad óptimas del ensayo Próctor normal según UNE 103500, supere un hinchamiento libre del tres por ciento (3%), cuando se ensaye según UNE 103601.

Los suelos expansivos así definidos, no se utilizarán en coronación ni en los espaldones ya que en estas zonas se acusan especialmente las variaciones estacionales de humedad. Si resultara inevitable su empleo en el núcleo se realizará un estudio especial, que teniendo en cuenta la funcionalidad del relleno tipo terraplén, las características de permeabilidad de la coronación y espaldones, el hinchamiento libre y las condiciones climáticas, defina las disposiciones y cuidados a adoptar durante la construcción. Sin embargo no podrán usarse en ningún caso aquellos suelos cuyo hinchamiento libre, según UNE 103601 sea superior al cinco por ciento (5%).

Estos suelos deben compactarse ligeramente del lado húmedo, con relación a la humedad óptima del ensayo Próctor de referencia. A falta de otro criterio, convenientemente justificado, del Proyecto se estará a lo indicado en el apartado 3 de este artículo en lo relativo a los grados de saturación y se preferirá la elección del Próctor normal como Próctor de referencia.

- Suelos con yesos

La utilización, siempre justificada y autorizada por el Director de las Obras, de materiales con yesos será función del contenido de dicha sustancia determinado según UNE 103206, tal como se indica a continuación:

- Menor del cero con dos por ciento (0,2%): Utilización en cualquier zona

del terraplén.

- ⌘ Entre el cero con dos y el dos por ciento (0,2 y 2%): Utilización en el núcleo del terraplén. No se necesitará tomar ninguna precaución especial en la ejecución de la coronación y los espaldones.
- ⌘ Entre el dos y el cinco por ciento (2 y 5%): Utilización en el núcleo del terraplén con adopción de cuidados y materiales de características especiales en coronación y en los espaldones, que vendrán explícitamente indicados en el Proyecto.
- ⌘ Entre el cinco y el veinte por ciento (5 y 20%): Utilización limitada al núcleo del terraplén y siempre que se tomen, entre otras, las siguientes medidas para evitar la disolución con posible producción de asientos o pérdida de resistencia:
  - El núcleo deberá constituir una masa compacta e impermeable.
  - Disponer medidas de drenaje e impermeabilizaciones para impedir el acceso al relleno de las aguas tanto superficiales como profundas. Habrá de justificarse la eficacia de las medidas adoptadas a este respecto mediante estudio especial, aprobado por el Director de las Obras.
- ⌘ Mayor del veinte por ciento (20%): Este tipo de suelos no debe utilizarse en ninguna zona del relleno. Su uso se limitará a aquellos casos en que no existan otros suelos disponibles y siempre que el mismo venga contemplado y convenientemente justificado en el Proyecto.

Con frecuencia, los suelos con yeso van acompañados de suelos inadecuados o marginales por criterios de plasticidad, arcillas muy plásticas o limos colapsables. Por ello para porcentajes de yeso superiores al dos por ciento (yeso > 2%) se determinará el

posible carácter expansivo o colapsable del suelo.

También se tendrá en cuenta la posible agresividad de estas sales al hormigón y la posible contaminación que puedan originar en los terrenos colindantes.

- Suelos con otras sales solubles

La utilización de materiales con sales solubles en agua distintas del yeso, según sea su contenido, será la siguiente:

- ∞ Menor del cero con dos por ciento (0,2%): Utilización en cualquier zona del terraplén.
- ∞ Entre el cero con dos y el uno por ciento (0,2 y 1%): Utilización en el núcleo del terraplén, sin necesidad de tomar precauciones especiales en coronación y espaldones.
- ∞ Mayor del uno por ciento (1%): Se requiere un estudio especial, aprobado expresamente por el Director de las Obras.

- Suelos con materia orgánica

Cuando se sospeche que un suelo pueda contener materia orgánica, ésta se determinará según UNE 103204. Esta norma incluye como materia orgánica todas las sustancias oxidables existentes en la muestra ensayada, por tanto, cuando las sustancias oxidables no orgánicas puedan influir de forma importante sobre los resultados obtenidos, el Director de las Obras podrá autorizar que el contenido de materia orgánica se obtenga descontando los materiales oxidables no orgánicos, determinados según método explícitamente aprobado por él.

En rellenos tipo terraplén de hasta cinco metros (5 m) de altura, se podrán admitir en el núcleo materiales con hasta un cinco por ciento (5%) de materia orgánica, siempre que las deformaciones previsibles se hayan tenido en cuenta en el Proyecto.

Para terraplenes de más de cinco metros (5 m) de altura el uso de suelos con porcentaje de materia orgánica superior al dos por ciento ( $MO > 2\%$ ) habrá de justificarse con un estudio especial, aprobado por el Director de las Obras.

En coronación el contenido de materia orgánica será inferior al uno por ciento (1%).

#### EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Los equipos de extendido, humectación y compactación serán suficientes para garantizar la ejecución de la obra de acuerdo con las exigencias.

Previamente a la ejecución de los rellenos, el Contratista presentará un programa de trabajos en que se especificará, al menos: maquinaria prevista, sistemas de arranque y transporte, equipo de extendido y compactación, y procedimiento de compactación, para su aprobación por el Director 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.

##### 1) Preparación de la superficie de apoyo del relleno tipo 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 PG3 o los artículos correspondientes del presente pliego, 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 PG3 o el artículo correspondiente del presente pliego, 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 302 "Escarificación y compactación" del PG3 o el artículo correspondiente del presente pliego.

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 desmote 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 situados 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 deberán ser contempladas en la adopción de estas medidas de protección.

## 2) Extensión de las 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). 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.

### 3) Humectación o 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.

### 4) Compactación

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación

mecánica de la tongada.

Los valores de densidad y humedad a alcanzar serán los que se han indicado en los anteriores apartados, o los que, en su caso, fijen el Proyecto o el Director de las Obras.

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 PG3 o el artículo correspondiente del presente pliego.

#### 5) Control de la compactación

- Generalidades

El Control de la compactación tendrá por objeto comprobar por un lado que cada tongada cumple las condiciones de densidad seca y humedad y, por otro lado, que las características de deformabilidad sean las adecuadas para asegurar un comportamiento aceptable del relleno.

A este efecto, el control se efectuará por el método de "Control de producto terminado", a través de determinaciones "in situ" en el relleno compactado, comparándose los resultados obtenidos con los correspondientes valores de referencia. En circunstancias especiales, el Proyecto o el Director de las Obras podrán prescribir, además, la realización de ensayos complementarios para caracterizar las propiedades geotécnicas del relleno (resistencia al corte, expansividad, colapso, etc.).

Con este método de "Control de producto terminado" se considerará que la compactación de una tongada es aceptable siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

- La densidad seca "in situ" es superior al máximo valor mínimo establecido en este Pliego, en el Proyecto o por el Director de las Obras, y el grado de saturación se encuentra dentro de los límites establecidos en el Proyecto,

o en su defecto en este Pliego.

- ⊘ El módulo de deformación vertical en el segundo ciclo de carga del ensayo de carga con placa (Ev2) según UNE 103807 es como mínimo, según el tipo de material y en función de la zona de obra de que se disponga, el siguiente:
  - En cimiento, núcleo y espaldones, cincuenta megapascales ( $Ev2 \geq 50$  MPa) para los suelos seleccionados y treinta megapascales ( $Ev2 \geq 30$  MPa) para el resto.
  - En coronación, cien megapascales ( $Ev2 \geq 100$  MPa) para los suelos seleccionados y sesenta megapascales ( $Ev2 \geq 60$  MPa) para el resto.

En este ensayo de carga sobre placa ejecutado conforme a la UNE 103807, la relación, K, entre el módulo de deformación obtenido en el segundo ciclo de carga, Ev2 y el módulo de deformación obtenido en el primer ciclo de carga, Ev1, no puede ser superior a dos con dos ( $K \leq 2,2$ ).

Cuando lo indique el Proyecto o lo aconsejen las características del material o de la obra, y previa autorización del Director de las Obras, las determinaciones "in situ" de densidad, humedad, y módulo de deformación se complementarán por otras, como los ensayos de huella ejecutados según la UNE 103407 o el método de "Control de procedimiento" a partir de bandas de ensayo previas. En estas últimas deberán quedar definidas, para permitir su control posterior, las operaciones de ejecución, equipos de extendido y compactación, espesores de tongada, humedad del material y número de pasadas, debiendo comprobarse en esas bandas de ensayo que se cumplen las condiciones de densidad, saturación, módulo de deformación y relación de módulos que se acaban de establecer. En estas bandas o terraplenes de ensayo el número de tongadas a realizar será, al menos, de tres (3).

El Proyecto o el Director de las Obras podrán establecer la utilización de ensayos

complementarios para la comprobación del comportamiento del relleno o de determinadas características del mismo (como los ensayos de Cross-hole, ondas superficiales, ensayos penetrométricos, asentómetros, células de presión total o intersticial, etc.).

- Ensayos de referencia

a) Ensayo de compactación Próctor

El Proyecto, o en su defecto el Director de las Obras, señalará, entre el Próctor normal (UNE 103500) o el Próctor modificado (UNE 103501), el ensayo a considerar como Próctor de referencia. En caso de omisión se considerará como ensayo de referencia el Próctor modificado.

En este sistema de control, se clasificarán los materiales a utilizar en grupos cuyas características sean similares. A estos efectos se consideran similares aquellos materiales en los que se cumpla, en un mínimo de tres (3) muestras ensayadas, lo siguiente:

- ∞ Pertenencia al mismo tipo de clasificación definida en este artículo.
- ∞ Rangos de variación de la densidad seca máxima en el ensayo Próctor de referencia no superiores al tres por ciento (3%).
- ∞ Rangos de variación de la humedad óptima en el ensayo Próctor de referencia no superiores al dos por ciento (2%).

Dentro de cada grupo se establecerán los correspondientes valores medios de la densidad seca máxima y de la humedad óptima que servirán de referencia para efectuar el análisis de los resultados del control. Se determinará asimismo la zona de validez.

El volumen de cada uno de esos grupos será mayor de veinte mil metros cúbicos (20.000 m<sup>3</sup>). En caso contrario se recurrirá a otro procedimiento de control.

En el caso de que los materiales procedentes de una misma zona de extracción no puedan agruparse de la forma anteriormente descrita ni sea posible separarlos para su aprovechamiento, no será aplicable el método de control de producto terminado mediante ensayos Próctor, debiéndose recurrir al empleo intensivo del ensayo de carga con placa según UNE 103807, con alguno complementario como el de huella según UNE 103407 o el método de control de procedimiento, según determine el Director de las Obras.

b) Ensayo de carga con placa

Para determinar el módulo de deformación del relleno tipo terraplén se utilizará el ensayo de carga con placa. Las dimensiones de dicha placa serán tales que su diámetro o lado sea al menos cinco (5) veces superior al tamaño máximo del material utilizado. En ningún caso la superficie de la placa será inferior a setecientos centímetros cuadrados ( $700 \text{ cm}^2$ ). El ensayo se realizará según la metodología UNE 103807 aplicando la presión, por escalones, en dos ciclos consecutivos de carga.

En caso de necesidad, el Proyecto podrá fijar otras condiciones de ensayo que las de la norma indicada, en cuyo caso deberá establecer los valores correspondientes a exigir para el módulo de deformación del segundo ciclo de carga  $E_{v2}$ , y para la relación  $K$  entre módulos de segundo y primer ciclos de carga.

c) Ensayo de la huella

En el caso de realizar el ensayo de la huella se utilizará la norma NLT 256, en la que se indica el control de asientos, sobre diez (10) puntos separados un metro (1 m), antes y después del paso del camión normalizado.

El ensayo de huella se efectuará correlacionado con el ensayo de placa de carga UNE 103407 y por tanto los valores de huella admisibles serán aquellos que garanticen el resultado de la placa de carga. Los mismos serán establecidos por el Director de las

Obras a propuesta del Contratista apoyada por los correspondientes ensayos de contraste.

En todo caso los valores de huella admisible no serán superiores a los siguientes:

- ⌘ En cimiento, núcleo y espaldones: cinco milímetros (5 mm).
- ⌘ En coronación: tres milímetros (3 mm).
  
- Determinación "in situ".

a) Definición de lote:

Dentro del tajo a controlar se define como "lote", que se aceptará o rechazará en conjunto, al menor que resulte de aplicar a una sola tongada de terraplén los siguientes criterios:

- ⌘ Una longitud de carretera (una sola calzada en el caso de calzadas separadas) igual a quinientos metros (500 m).
- ⌘ En el caso de la coronación una superficie de tres mil quinientos metros cuadrados ( $3.500 \text{ m}^2$ ) y en el resto de las zonas, una superficie de cinco mil metros cuadrados ( $5.000 \text{ m}^2$ ) si el terraplén es de menos de cinco metros (5 m) de altura y de diez mil metros cuadrados ( $10.000 \text{ m}^2$ ) en caso contrario. Descontando siempre en el conjunto de estas superficies unas franjas de dos metros (2 m) de ancho en los bordes de la calzada y los rellenos localizados según lo definido en el artículo 332, "Rellenos localizados" del PG3 o el artículo correspondiente del presente pliego.
- ⌘ La fracción construida diariamente.
- ⌘ La fracción construida con el mismo material, del mismo préstamo y con el mismo equipo y procedimiento de compactación.

Nunca se escogerá un lote compuesto de fracciones correspondientes a días ni tongadas distintas, siendo por tanto entero el número de lotes escogido por cada

día y tongada.

b) Muestras y ensayos a realizar en cada lote:

Dentro de la zona definida por el lote se escogen las siguientes muestras independientes:

- ⌘ Muestra de superficie: Conjunto de cinco (5) puntos, tomados en forma aleatoria de la superficie definida como lote. En cada uno de estos puntos se determinará su humedad y densidad.
- ⌘ Muestra de borde: En cada una de las bandas de borde se fijará un (1) punto por cada cien metros (100 m) o fracción. Estas muestras son independientes de las anteriores e independientes entre sí. En cada uno de estos puntos se determinará su humedad y densidad.

Determinación de deformaciones: En coronación se hará un ensayo de carga con placa según UNE 103807 por cada uno de los lotes definidos con anterioridad. En el resto de las zonas el Director de las Obras podrá elegir entre hacer un ensayo de placa de carga por cada lote o bien hacer otro tipo de ensayo en cada lote, como puede ser el de huella, de forma que estando convenientemente correlacionadas se exijan unos valores que garanticen los resultados del ensayo de placa de carga, aspecto este que se comprobará, al menos, cada cinco (5) lotes.

La determinación de deformaciones habrá de realizarse siempre sobre material en las condiciones de densidad y grado de saturación exigidas, aspecto que en caso de duda, y en cualquier caso que el Director de las Obras así lo indique, habrá de comprobarse. Incluso se podrá obligar a eliminar la costra superior de material desecado antes de realizar el ensayo.

Para medir la densidad seca "in situ" podrán emplearse procedimientos de sustitución (método de la arena UNE 103503, método del densómetro, etcétera), o preferentemente métodos de alto rendimiento como los métodos nucleares con



isótopos radiactivos. En todo caso, antes de utilizar estos últimos, se calibrarán sus resultados con las determinaciones dadas por los procedimientos de sustitución. Esta calibración habrá de ser realizada para cada uno de los grupos de materiales definidos y se comprobará al menos una vez por cada diez (10) lotes ensayados. De forma análoga se procederá con los ensayos de humedad, por secado según UNE 103300 y nucleares.

Para espesores de tongada superiores a treinta centímetros (30 cm) habrá de garantizarse que la densidad y humedad medidas se corresponden con las del fondo de la tongada.

- Análisis de los resultados.

Las determinaciones de humedad y densidad "in situ" se compararán con los valores de referencia definidos en este artículo.

Para la aceptación de la compactación de una muestra el valor medio de la densidad de la muestra habrá de cumplir las condiciones mínimas impuestas en este artículo.

Además al menos el sesenta por ciento (60 %) de los puntos representativos de cada uno de los ensayos individuales en un diagrama humedad-densidad seca, han de encontrarse dentro de la zona de validez que a continuación se define, y el resto de los puntos no podrán tener una densidad inferior en más de treinta kilogramos por metro cúbico ( $30 \text{ kg/m}^3$ ) a las admisibles según lo indicado en este Pliego, en el Proyecto o por el Director de las Obras.

La zona de validez es la situada por encima de la curva Próctor de referencia, normal o modificado según el caso, y entre las líneas de isosaturación correspondientes a los límites impuestos al grado de saturación, en el Proyecto o en su defecto en este pliego.

Dichas líneas límite, y salvo indicación en contra del Proyecto, serán aquellas que pasen por los puntos de la curva Próctor de referencia correspondientes a humedades

de menos dos por ciento (-2 %) y más 1 por 100 (+1 %) de la óptima. En el caso de suelos expansivos o colapsables los puntos de la curva Próctor de referencia serán los correspondientes a humedades de menos uno por ciento (-1 %) y más 3 por 100 (+3 %) de la óptima de referencia.

Se recuerda que el grado de saturación viene dado por:

$$Sr = w \cdot (Ps/Pw) \cdot [Pd / (Ps - Pd)]$$

y que las líneas de igual saturación vienen definidas por la expresión:

$$Pd = Ps \cdot \{Sr / [w \cdot (Ps/Pw) + Sr]\}$$

donde Sr = Grado de saturación (%), w = Humedad del suelo (%), Pd = Densidad seca ( $\text{kg/m}^3$ ), Pw = Densidad del agua (puede tomarse igual a mil kilogramos por metro cúbico  $1.000 \text{ kg/m}^3$ ), Ps = Densidad de las partículas de suelo según UNE 103302 ( $\text{kg/m}^3$ ).

El incumplimiento de lo anterior dará lugar a la recompactación de la zona superficial o de borde de la cual la muestra sea representativa.

En casos dudosos puede ser aconsejable aumentar la intensidad del control para disminuir la frecuencia e incidencia de situaciones inaceptables o los tramos de lotes a rechazar.

En caso de no cumplirse los valores de placa de carga indicados en este artículo, o los valores aceptables indicados por el Director de las Obras para el ensayo alternativo de correlación con el de placa de carga, se procederá asimismo a recompactar el lote.

#### LIMITACIONES A LA EJECUCIÓN

Los rellenos tipo terraplén se ejecutarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a dos grados Celsius ( $2^{\circ}\text{C}$ ), 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.

### MEDICIÓN Y ABONO

Los rellenos tipo terraplén se abonarán por metros cúbicos ( $m^3$ ), realmente ejecutados, medidos sobre los planos de perfiles transversales, siempre que los asentamientos 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, al precio que figura en el Cuadro de Precios Nº1 para esta unidad de obra.

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 este Pliego, 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.

### NORMAS DE REFERENCIA EN EL ARTÍCULO

UNE 103101 Análisis granulométrico de suelos por tamizado.

UNE 103103 Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande.

UNE 103104 Determinación del límite plástico de un suelo.

UNE 103201 Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo.

UNE 103204 Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico.

UNE 103300 Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa.

UNE 103302 Determinación de la densidad relativa de las partículas de un suelo.

UNE 103500 Geotecnia. Ensayo de compactación Próctor normal.

UNE 103501 Geotecnia. Ensayo de compactación Próctor modificado.

UNE 103502 Método de ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo.

UNE 103503 Determinación "in situ" de la densidad de un suelo por el método de la arena.

UNE 103601 Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro.

UNE 103205 Determinación del contenido de sales solubles de los suelos.

UNE 103206 Contenido de yeso en suelos.

UNE 103406 Ensayo de colapso en suelos.

UNE 103407 Ensayo de huella en terrenos.

UNE 103807 Ensayo de carga con placa.

### 3.4.3 RELLENO LOCALIZADO DE ZANJAS CON PRODUCTOS DE

## LA EXCAVACION

### EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Antes de efectuar el relleno de zanjas se eliminará de ellas todo material flojo o suelto, así como las rocas desintegradas, procediendo a rellenar las grietas o hendiduras existentes en forma adecuada.

Los rellenos se realizarán con tierra seleccionada sin gruesos superiores a cinco (5) centímetros, hasta cubrir totalmente la tubería alojada, retocándola y compactándola manualmente. El resto del relleno se compactará mecánicamente por tongadas de espesor a determinar por la Dirección de obra con productos seleccionados sin gruesos superiores a quince (15) centímetros.

Si la Dirección de Obra, a la vista del terreno resultante de las excavaciones, lo considera imprescindible, el relleno se realizará con productos procedentes de préstamos.

Las densidades de compactación exigidas serán en el metro superior de las zanjas, del noventa y cinco (95) por ciento del Próctor Modificado, y en el resto de las zanjas del noventa (90) por ciento del Próctor Modificado, salvo que en las capas contiguas la compactación sea mayor, en cuyo caso se alcanzará la que éstas posean.

En los casos de zanjas para obras de fábrica, los rellenos se realizarán por ambos lados procurando una simetría de cargas y disponiendo los medios adecuados para el drenaje. La Dirección de obra podrá autorizar que se efectúen en forma disimétrica extendiendo y compactando los materiales por la parte más alta catorce (14) días después de construida la fábrica o cuando los ensayos de resistencia de ésta así lo aconsejen.

El drenaje de los terrenos contra obras de fábrica se realizará antes o simultáneamente al mismo relleno, para lo cual el material drenante se acopiará con la antelación necesaria.

Las características técnicas de los diferentes materiales empleados en estos

rellenos serán las que se especifican para los diversos tipos de terraplén en función de la altura.

### MEDICIÓN Y ABONO

El relleno localizado de zanjas con productos de la excavación se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente ejecutado, sin contabilizar los excesos no justificados, al precio que figura en el Cuadro de Precios Nº1 para esta unidad de obra.

## **3.4.4 RELLENO DE ZANJAS CON ARENA**

### MATERIALES

La arena a utilizar para asiento de tuberías podrá ser natural, de machaqueo o mezcla de ambos, debiendo cumplir en cualquier caso las siguientes condiciones:

- ∞ El equivalente de arena será superior a setenta (70).
- ∞ El índice de plasticidad será inferior a cinco (5).
- ∞ Por el tamiz número cinco (5) UNE, deberá pasar el cien por cien (100%).
- ∞ El contenido de azufre expresado en SO<sub>4</sub> y referido al árido seco no excederá del uno con veinte por ciento (1,20%) del peso total.
- ∞ Los finos que pasen por el tamiz 0,08 UNE serán inferiores en peso al cinco por ciento (5%) del total.

La arena a utilizar en zonas peatonales será de machaqueo y deberá cumplir además de las condiciones siguientes:

- ∞ El tamiz UNE 2,5 deberá retener el cincuenta por ciento (50%) del total en peso.
- ∞ Los finos que pasen por el tamiz UNE 0,16 serán inferiores en peso al ocho por ciento (8%) del total.

### MEDICIÓN Y ABONO

Esta unidad no será objeto de abono independiente.

La medición y valoración del relleno de zanjas con arena para la protección de tuberías está incluido en el precio de metro lineal de colocación de la tubería correspondiente como metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de arena realmente colocados.

## **3.5 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.

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

#### 1) 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.

Para las categorías de tráfico pesado T2 a T4 se podrán utilizar materiales granulares reciclados, áridos siderúrgicos, subproductos y productos inertes de desecho, siempre que se declare el origen de los materiales, tal como se establece en la legislación comunitaria sobre estas materias. Para el empleo de estos materiales se exige que las condiciones para su tratamiento y aplicación estén fijadas expresamente en presente Pliego.

El Proyecto o, en su defecto, el Director de las Obras, podrá fijar especificaciones adicionales 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 corrientes de agua.

El árido siderúrgico de acería deberá presentar una expansividad inferior al cinco por ciento (5%), según la UNE-EN 1744-1. La duración del ensayo será de veinticuatro horas (24 h) cuando el contenido de óxido de magnesio, según la UNE-EN 196-2, sea menor o igual al cinco por ciento (5%) y de ciento sesenta y ocho horas (168 h) en los demás casos. El árido siderúrgico procedente de horno alto no presentará desintegración por el silicato bicálcico ni por el hierro.

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

## 2) Composición química

El contenido ponderal de compuestos de azufre totales (expresados en  $\text{SO}_3$ ), determinado según la UNE-EN 1744-1, será inferior al cinco por mil (0,5‰) donde los



materiales estén en contacto con capas tratadas con cemento, e inferior al uno por ciento (1%) en los demás casos.

### 3) Limpieza

Los materiales estarán exentos de terrones de arcilla, marga, 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, deberá ser inferior a dos (2).

El equivalente de arena del material de la zahorra artificial, cumplirá la UNE-EN 933-8. De no cumplirse esta condición, su valor de azul de metileno, según la UNE-EN 933-9, deberá ser inferior a diez (10), y simultáneamente, el equivalente de arena no deberá ser inferior en más de cinco (5) unidades a los valores indicados en la tabla siguiente:

TOLERANCIAS DE LOS DIÁMETROS INTERIORES		
T00 a T1	T2 a T4 y arcenes de T00 a T2	Arcenes de T3 y T4
EA > 40	EA > 35	EA > 30

En el caso de la zahorra natural, el D.O. podrá disminuir en cinco (5) unidades cada uno de los valores exigidos en la tabla.

### 4) Plasticidad

El material será “no plástico”, según la UNE 103104, para las zahorras artificiales en cualquier caso; así como para las zahorras naturales en carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T3; en carreteras con categoría de tráfico pesado T4 el límite líquido de las zahorras naturales, según la UNE 103103, será inferior a veinticinco (25) y su índice de plasticidad, según la UNE 103104, será inferior a seis (6).

En el caso de arcenes no pavimentados, de las categorías de tráfico pesado T32 y T4 (T41 y T42), el D.O. podrá admitir, tanto para las zavorras artificiales como para las naturales que el índice de plasticidad según la UNE 103104, sea inferior a diez (10), y que el límite líquido, según la UNE 103103, sea inferior a treinta (30).

#### 5) Resistencia a la fragmentación

El coeficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2, de los áridos para la zavorra artificial no deberá ser superior a los valores indicados en la tabla siguiente:

<b>COEFICIENTE DE LOS ÁNGELES SEGÚN LA CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO</b>	
T00 a T2	T3, T4 y arcenes
30	35

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 a los valores que se exigen en la tabla anterior, siempre y cuando su composición granulométrica esté adaptada al huso ZAD20.

En el caso de los áridos para la zavorra natural, el valor del coeficiente de Los Ángeles será superior en cinco (5) unidades a los valores que se exigen en la tabla anterior, cuando se trate de áridos naturales. Para materiales reciclados procedentes de capas de aglomerado de firmes de carretera o de demoliciones de hormigones y para áridos siderúrgicos a emplear como zavorras naturales el valor del coeficiente de Los Ángeles podrá ser superior hasta en diez (10) unidades a los valores que se exigen en la tabla anterior.

#### 6) Forma

En el caso de las zahorras artificiales, el índice de lajas de las distintas fracciones del árido grueso, según la UNE-EN 933-3, deberá ser inferior a treinta y cinco (35).

7) Angulosidad

El porcentaje mínimo de partículas trituradas, según la UNE-EN 933-5, para las zahorras artificiales será del cien por cien (100%) para firmes de calzada de carreteras con categoría de tráfico pesado T00 y T0, del setenta y cinco por ciento (75%) para firmes de calzada de carreteras con categoría de tráfico pesado T1 y T2 y arcenes de T00 y T0, y del cincuenta por ciento (50%) para los demás casos.

TIPO Y COMPOSICIÓN DEL MATERIAL

La granulometría del material, según la UNE-EN 933-1, deberá estar comprendida dentro de alguno de los husos fijados en las dos tablas siguientes (en la primera para las zahorras artificiales y en la segunda para las zahorras naturales).

TIPO DE ZAHORRA ARTIFICIAL	HUSOS GRANULOMÉTRICOS DE LAS ZAHORRAS ARTIFICIALES. CERNIDO ACUMULADO (% EN MASA)								
	40	25	20	8	4	2	0.5	0.25	0.063
ZA25	100	75-100	65-90	40-63	26-45	15-32	7-21	4-16	0-9
ZA20	-	100	75-100	45-73	31-54	20-40	9-24	5-18	0-9
ZAD20	-	100	65-100	30-58	14-37	0-15	0-6	0-4	0-2

TIPO DE ZAHORRA NATURAL	HUSOS GRANULOMÉTRICOS DE LAS ZAHORRAS NATURALES. CERNIDO ACUMULADO (% EN MASA)									
	50	40	25	20	8	4	2	0.5	0.25	0.063

ZN40	100	80-95	65-90	54-84	35-63	22-46	15-35	7-23	4-18	0-9
ZN25	-	100	75-95	65-90	40-68	27-51	20-40	7-26	4-20	0-11
ZN20	-	-	100	80-100	45-75	32-61	25-50	10-32	5-24	0-11

En todos los casos, el cernido por el tamiz 0,063 mm de la UNE-EN 933-2 será menor que los dos tercios (2/3) del cernido por el tamiz 0,250 mm de la UNE-EN 933-2.

#### EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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.

##### 1) Central de fabricación de la zahorra artificial

La fabricación de la zahorra artificial para su empleo en firmes de calzadas de carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T3 se realizará en centrales de mezcla.

En cualquier caso, la instalación deberá permitir dosificar por separado las distintas fracciones de árido y el agua en las proporciones y con las tolerancias fijadas en la fórmula de trabajo. El número mínimo de fracciones para las zahorras artificiales será de dos (2).

Las tolvas para los áridos deberán tener paredes resistentes y estancas, bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, provistas de una rejilla que permita limitar el tamaño máximo, así como de un rebosadero que evite que un exceso de contenido afecte al funcionamiento del sistema de clasificación. Se

dispondrán con una separación suficiente para evitar contaminaciones entre ellas. Estas tolvas deberán, asimismo, estar provistas a su salida de dispositivos ajustables de dosificación.

Los sistemas de dosificación de los materiales podrán ser volumétricos; no obstante, el Director de las Obras, podrá establecer que sean ponderales, para la fabricación de zahorras artificiales que se vayan a emplear en calzadas de nueva construcción de carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T1 y cuando la obra tenga una superficie de pavimentación superior a setenta mil metros cuadrados (70.000 m<sup>2</sup>).

Si se utilizan centrales de fabricación con dosificadores ponderales, éstos deberán ser independientes; al menos uno (1) para cada una de las fracciones del árido. La precisión del dosificador será superior al dos por ciento (2%).

El agua añadida se controlará mediante un caudalímetro, cuya precisión sea superior al dos por ciento (2%), y un totalizador con indicador en la cabina de mando de la central.

Los equipos de mezcla deberán ser capaces de asegurar la completa homogeneización de los componentes dentro de las tolerancias fijadas.

## 2) 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.

## 3) Equipo de extensión

En calzadas de nueva construcción de carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T1, y cuando la obra tenga una superficie superior a los setenta mil metros

cuadrados (70.000 m<sup>2</sup>), para la puesta en obra de las zahorras artificiales se utilizarán extendedoras automotrices, que estarán dotadas de los dispositivos necesarios para extender el material con la configuración deseada y proporcionarle un mínimo de compactación, así como de sistemas automáticos de nivelación.

En el resto de los casos el Director de las Obras deberá fijar y aprobar los equipos de extensión de las zahorras.

En el caso de utilizarse extendedoras que no estén provistas de una tolva para la descarga del material desde los camiones, ésta deberá realizarse a través de dispositivos de preextensión (carretones o similares) que garanticen un reparto homogéneo y uniforme del material delante del equipo de extensión.

Se comprobará, en su caso, que los ajustes del enrasador y de la maestra se atienden a las tolerancias mecánicas especificadas por el fabricante, y que dichos ajustes no han sido afectados por el desgaste.

Las anchuras mínima y máxima de extensión se fijarán por el Director de las Obras. Si al equipo de extensión pudieran acoplarse piezas para aumentar su anchura, éstas deberán quedar alineadas con las existentes en la extendedora.

#### 4) 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

#### 1) 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 las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, establecida a partir de los resultados del control de procedencia del material.

Dicha fórmula señalará:

- ∞ En su caso, la identificación y proporción (en seco) de cada fracción en la alimentación.
- ∞ La granulometría de la zahorra por los tamices establecidos en la definición del huso granulométrico.

- ∞ La humedad de compactación.
- ∞ La densidad mínima a alcanzar.

Si la marcha de las obras lo aconseja el Director de las Obras podrá exigir la modificación de la fórmula de trabajo.

En todo caso se estudiará y aprobará una nueva si varía la procedencia de los componentes, o si, durante la producción, se rebasaran las tolerancias granulométricas establecidas.

CARACTERÍSTICA		UNIDAD	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	
			T00 a T1	T2 a T4 y arcenes
Cernido por los tamices UNE-EN 933-2	>4	% sobre masa total	6	8
	≤4		4	6
	0.063 mm		1.5	2
Humedad de compactación		% respecto de la óptima	1	-1.5/+1

## 2) 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 forma previstas, con las tolerancias establecidas.

Se comprobarán la regularidad y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la zahorra. El Director de las Obras, indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, a reparar las zonas deficientes.



### 3) Preparación del material

Cuando las zahorras se fabriquen en central la adición del agua de compactación se realizará también en central, salvo que el presente Pliego permita expresamente la humectación in situ.

En los demás casos, antes de extender una tongada se procederá, si fuera necesario, a su homogeneización y humectación. Se podrán utilizar para ello la humectación previa en central u otros procedimientos sancionados por la práctica que garanticen, a juicio del Director de las Obras, las características previstas del material previamente aceptado, así como su uniformidad.

### 4) Extensión de la zahorra

Una vez aceptada la superficie de asiento se procederá a la extensión de la zahorra, en tongadas de espesor no superior a treinta centímetros (30 cm), tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones.

Todas las operaciones de aportación de agua deberán tener lugar antes de iniciar la compactación. Después, la única admisible será la destinada a lograr, en superficie, la humedad necesaria para la ejecución de la tongada siguiente.

### 5) 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. La compactación se realizará según el plan aprobado por el Director de las Obras en función de los resultados del tramo de 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 quince centímetros (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 compactarán con medios adecuados, de forma que las densidades que se alcancen no resulten inferiores, en ningún caso, a las exigidas a la zavorra en el resto de la tongada.

#### TRAMO DE PRUEBA

Antes de iniciarse la puesta en obra de la zavorra 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 la humedad y densidad in situ.

El Director de las Obras, fijará la longitud del tramo de prueba, que no será en ningún caso inferior a cien metros (100 m). El Director de las Obras 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 las Obras definirá:

- ⌘ Si es aceptable o no la fórmula de trabajo.
- ⌘ En el primer caso se podrá iniciar la ejecución de la zavorra.
- ⌘ 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.

### 1) Densidad

Para las categorías de tráfico pesado T00 a T2, 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 Proctor modificado, según la UNE 103501.

En el caso de la zahorra natural o cuando la zahorra artificial se vaya a emplear en calzadas de carreteras con categoría de tráfico pesado T3 y T4 o en arcenes, se podrá admitir una densidad no inferior al noventa y ocho por ciento (98%) de la máxima de referencia obtenida en el ensayo Proctor modificado, según la UNE 103501.

### 2) Capacidad de soporte

El valor del módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga del ensayo de carga con placa (Ev2), según la UNE 103807, será superior al menor valor de los siguientes:

- ∞ Los valores de la tabla siguiente:

<b>VALOR MÍNIMO DEL MÓDULO Ev2 (MPa)</b>				
TIPO DE ZAHORRA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
	T00 a T1	T2	T3	T4 y arcenes
ARTIFICIAL	180	150	100	80

NATURAL	-	-	80	60
---------	---	---	----	----

- ∞ El valor exigido a la superficie sobre la que se apoya la capa de zahorra multiplicado por uno coma tres (1,3), cuando se trate de zahorras sobre coronación de explanadas.

Además de lo anterior, el valor de la relación de módulos  $E_{v2}/E_{v1}$  será inferior a dos unidades y dos décimas (2,2).

### 3) 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) en calzadas de carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T2, ni en más de veinte milímetros (20 mm) en el resto de los casos. El Director de las Obras podrán 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.

### 4) Regularidad superficial

El Índice de Regularidad Internacional (IRI) deberá cumplir en zahorras artificiales lo fijado en la tabla siguiente, en función del espesor total (e) de las capas que se vayan a extender sobre ella.

ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm)	
PORCENTAJE DE	ESPESOR TOTAL DE LAS CAPAS SUPERIORES

HECTÓMETROS	(cm)		
	$e \geq 20$	$10 < e < 20$	$e \leq 10$
50	<3	<2.5	<2.5
80	<4	<3.5	<3.5
100	<5	<4.5	<4

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, tales que se superasen las tolerancias especificadas.

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, según lo indicado en el artículo correspondiente de este Pliego. Dicha protección se barrerá antes de ejecutar otra unidad de obra sobre las zahorras. En cualquier circunstancia, se procurará una distribución uniforme del tráfico de obra en toda la anchura de la traza. El Contratista será responsable de los daños originados, debiendo proceder a su reparación con arreglo a las instrucciones del Director de las Obras.

#### CONTROL DE CALIDAD

- 1) Control de procedencia del material

Si con el material utilizado se aportara certificado acreditativo del cumplimiento

de las especificaciones técnicas obligatorias de este artículo o estuviese en posesión de una marca, sello o distintivo de calidad homologado, los criterios descritos a continuación para realizar el control de procedencia del material no serán de aplicación obligatoria, sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de las Obras.

Antes de iniciar la producción, se reconocerá cada acopio, préstamo o procedencia, determinando su aptitud, según el resultado de los ensayos. El reconocimiento se realizará de la forma más representativa posible para cada tipo de material: mediante la toma de muestras en acopios, o a la salida de la cinta en las instalaciones de fabricación, o mediante sondeos, calicatas u otros métodos de toma de muestras.

Para cualquier volumen de producción previsto, se ensayará un mínimo de cuatro (4) muestras, añadiéndose una (1) más por cada diez mil metros cúbicos (10.000 m<sup>3</sup>) o fracción, de exceso sobre cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m<sup>3</sup>).

Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:

- ∞ Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1.
- ∞ Límite líquido e índice de plasticidad, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.
- ∞ Coeficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2.
- ∞ Equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8 y, en su caso, azul de metileno, según la UNE-EN 933-9.
- ∞ Índice de lajas, según la UNE-EN 933-3 (sólo para zahorras artificiales).
- ∞ Partículas trituradas, según la UNE-EN 933-5 (sólo para zahorras artificiales).
- ∞ Humedad natural, según la UNE-EN 1097-5.

El Director de las Obras comprobará además:

- ∞ La retirada de la eventual montera en la extracción de la zahorra.

- ∞ La exclusión de vetas no utilizables.

## 2) Control de ejecución

- Fabricación

Se examinará la descarga al acopio o en el tajo, desechando los materiales que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo aceptado en la fórmula de trabajo. Se acopiarán aparte aquéllos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lascas, plasticidad, etc.

En su caso, se vigilará la altura de los acopios, el estado de sus separadores y de sus accesos.

En el caso de las zavorras artificiales preparadas en central se llevará a cabo la toma de muestras a la salida del mezclador. En los demás casos se podrá llevar a cabo la toma de muestras en los acopios.

Para el control de fabricación se realizarán los siguientes ensayos:

- ∞ Por cada mil metros cúbicos (1 000 m<sup>3</sup>) de material producido, o cada día si se fabricase menos material, sobre un mínimo de dos (2) muestras, una por la mañana y otra por la tarde:
  - Equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8 y, en su caso, azul de metileno, según la UNE-EN 933-9.
  - Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1.
- ∞ Por cada cinco mil metros cúbicos (5 000 m<sup>3</sup>) de material producido, o una (1) vez a la semana si se fabricase menos material:
  - Límite líquido e índice de plasticidad, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.
  - Proctor modificado, según la UNE 103501.

- Índice de lajas, según la UNE-EN 933-3 (sólo para zahorras artificiales).
  - Partículas trituradas, según la UNE-EN 933-5 (sólo para zahorras artificiales).
  - Humedad natural, según la UNE-EN 1097-5.
- ⊗ Por cada veinte mil metros cúbicos (20 000 m<sup>3</sup>) de material producido, o una (1) vez al mes si se fabricase menos material:
- Coeficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2.

El Director de las Obras podrá reducir la frecuencia de los ensayos a la mitad (1/2) si considerase que los materiales son suficientemente homogéneos, o si en el control de recepción de la unidad terminada se hubieran aprobado diez (10) lotes consecutivos.

- Puesta en obra

Antes de verter la zahorra, se comprobará su aspecto en cada elemento de transporte y se rechazarán todos los materiales segregados.

Se comprobarán frecuentemente:

- ⊗ El espesor extendido, mediante un punzón graduado u otro procedimiento aprobado por el Director de las Obras.
- ⊗ La humedad de la zahorra en el momento de la compactación, mediante un procedimiento aprobado por el Director de las Obras.
- ⊗ La composición y forma de actuación del equipo de puesta en obra y compactación, verificando:
- ⊗ Que el número y tipo de compactadores es el aprobado.
- ⊗ El lastre y la masa total de los compactadores.



- ∞ La presión de inflado en los compactadores de neumáticos.
- ∞ La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios.
- ∞ El número de pasadas de cada compactador.

### 3) Control de recepción de la unidad terminada

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres (3) criterios siguientes a una (1) sola tongada de zahorra:

- ∞ Una longitud de quinientos metros (500 m) de calzada.
- ∞ Una superficie de tres mil quinientos metros cuadrados (3 500 m<sup>2</sup>) de calzada.
- ∞ La fracción construida diariamente.

La realización de los ensayos in situ y la toma de muestras se hará en puntos previamente seleccionados mediante muestreo aleatorio, tanto en sentido longitudinal como transversal; de tal forma que haya al menos una toma o ensayo por cada hectómetro (1/hm).

Si durante la construcción se observaran defectos localizados, tales como blandones, se corregirán antes de iniciar el muestreo.

Se realizarán determinaciones de humedad y de densidad en emplazamientos aleatorios, con una frecuencia mínima de siete (7) por cada lote. En el caso de usarse sonda nuclear u otros métodos rápidos de control, éstos habrán sido convenientemente calibrados en la realización del tramo de prueba. En los mismos puntos donde se realice el control de la densidad se determinará el espesor de la capa de zahorra.

Se realizará un (1) ensayo de carga con placa, según la UNE 103807, sobre cada lote. Se llevará a cabo una determinación de humedad natural en el mismo lugar en que se realice el ensayo de carga con placa.

Se comparará la rasante de la superficie terminada con la teórica establecida en los Planos del Proyecto, en el eje, quiebros de peralte si existieran, y bordes de perfiles transversales cuya separación no exceda de la mitad de la distancia entre los perfiles del Proyecto. En todos los semiperfiles se comprobará la anchura de la capa.

Se controlará la regularidad superficial del lote a partir de las veinticuatro horas (24 h) de su ejecución y siempre antes de la extensión de la siguiente capa, mediante la determinación del índice de regularidad internacional (IRI).

### CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO DEL LOTE

#### 1) Densidad

La densidad media obtenida no será inferior a la especificada; no más de dos (2) individuos de la muestra podrán arrojar resultados de hasta dos (2) puntos porcentuales por debajo de la densidad especificada. De no alcanzarse los resultados exigidos, el lote se recompactará hasta conseguir la densidad especificada.

Los ensayos de determinación de humedad tendrán carácter indicativo y no constituirán, por sí solos, base de aceptación o rechazo.

#### 2) Capacidad de soporte

El módulo de compresibilidad  $E_{v2}$  y la relación de módulos  $E_{v2}/E_{v1}$ , obtenidos en el ensayo de carga con placa, no deberán ser inferiores a los especificados. De no alcanzarse los resultados exigidos, el lote se recompactará hasta conseguir los módulos especificados.

#### 3) Espesor

El espesor medio obtenido no deberá ser inferior al previsto en los Planos de secciones tipo; no más de dos (2) individuos de la muestra podrán presentar resultados

individuales que bajen del especificado en un diez por ciento (10%).

Si el espesor medio obtenido en la capa fuera inferior al especificado se procederá de la siguiente manera:

- ∞ Si el espesor medio obtenido en la capa fuera inferior al ochenta y cinco por ciento (85%) del especificado, se escarificará la capa en una profundidad mínima de quince centímetros (15 cm), se añadirá el material necesario de las mismas características y se volverá a compactar y refinar la capa por cuenta del Contratista.
- ∞ Si el espesor medio obtenido en la capa fuera superior al ochenta y cinco por ciento (85%) del especificado y no existieran problemas de encharcamiento, se podrá admitir siempre que se compense la merma de espesor con el espesor adicional correspondiente en la capa superior por cuenta del Contratista.

#### 4) Rasante

Las diferencias de cota entre la superficie obtenida y la teórica establecida en los Planos del Proyecto no excederán de las tolerancias especificadas, ni existirán zonas que retengan agua.

Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no existan problemas de encharcamiento, el Director de las Obras podrá aceptar la superficie siempre que la capa superior a ella compense la merma con el espesor adicional necesario sin incremento de coste para la Administración.

Cuando la tolerancia sea rebasada por exceso, éste se corregirá por cuenta del Contratista, siempre que esto no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en los Planos.

#### 5) Regularidad superficial

En el caso de la zahorra artificial, si los resultados de la regularidad superficial de la capa terminada exceden los límites establecidos, se procederá de la siguiente manera:

- ∞ Si es en más del diez por ciento (10%) de la longitud del tramo controlado se escarificará la capa en una profundidad mínima de quince centímetros (15 cm) y se volverá a compactar y refinar por cuenta del Contratista.
- ∞ Si es en menos de un diez por ciento (10%) de la longitud del tramo controlado se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10%).

### MEDICIÓN Y ABONO

La zahorra se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) realmente ejecutados medidos de acuerdo con lo especificado en los planos y se abonará al precio correspondiente que para cada tipo de zahorra figura en el Cuadro de Precios Nº1.

No serán de abono las creces laterales, ni las consecuentes de la aplicación de la compensación de una merma de espesores en las capas subyacentes.

## **3.6 HORMIGONES, ENCOFRADOS Y CIMBRAS**

### **3.6.1 HORMIGONES**

#### TIPOS Y CARACTERÍSTICAS

En relación con el tamaño máximo del árido, el Director de la obra decidirá en cada caso y para cada tipo de hormigón el que sea más conveniente.

El hormigón de limpieza viene definido en proyecto como, HL-150/P/40, que corresponde a un hormigón con una dosificación mínima de cemento de cientocincuenta kilogramos por metro cúbico (150 kg/m<sup>3</sup>), consistencia plástica y tamaño de máximo de árido 40. La utilización de este hormigón se realizará en

regularizaciones, asiento de tuberías, refuerzos, envuelta de conductos.

Los hormigones fabricados con cemento resistente a los sulfatos, deberán utilizarse cuando exista peligro de ataque por aguas selenitosas o existan contactos con terrenos yesíferos, su resistencia característica será similar a los tipos H correspondientes y deberán contener la dosificación adecuada de cemento (SR) resistente a los sulfatos. Estos hormigones, como norma general, deberán adoptarse cuando el tanto por ciento de sulfato soluble en agua expresado en SO<sub>4</sub> de las muestras del suelo sea superior al cero coma dos (0,2), o cuando en las muestras de agua del subsuelo el contenido en SO<sub>4</sub> sea superior a cuatrocientas (400) partes por millón (1.000.000).

La consistencia de todos los hormigones que se utilicen, salvo circunstancias justificadas ante la D.O., corresponderá a un asiento del cono de Abrams comprendido entre dos (2 cm) y cinco (5 cm) centímetros.

Como norma general no debe transcurrir más de una hora (1 h) entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra y vibrado.

Los hormigones de central transportados por cubas agitadoras deberán ponerse en obra dentro de la hora y media (1,5 h) posterior a su carga, no siendo admisibles los amasijos con un tiempo superior.

### FABRICACIÓN

Podrá hacerse por una máquina con los siguientes procedimientos:

#### 1) Mezcla en central

Los dispositivos para la dosificación de los diferentes materiales, deberán ser automáticos, a fin de eliminar los errores de apreciación en que puedan las personas encargadas de efectuar las medidas.

Estos dispositivos se contrastarán, por lo menos, una vez cada quince (15) días; todas las operaciones de dosificación deberán ser vigiladas por las personas especializadas en quien delegue el Director de las Obras.

La instalación de hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes, proporcionando un hormigón de color y consistencia uniforme.

En la hormigonera deberá colocarse una placa, en la que se haga constar la capacidad y la velocidad, en revoluciones por minuto, recomendados por el fabricante, las cuales deberán sobrepasarse.

Las paletas de la hormigonera deberán estar en contacto con las paredes de la cuba, sin dejar huelgo apreciable, ya que este huelgo puede originar la disgregación de la mezcla por segregación de los componentes finos del hormigón. Por ello, si se utilizan hormigoneras cuyas paletas no son solidarias con la cuba, se hace necesario comprobar periódicamente el estado de éstas paletas y proceder a su sustitución cuando, por el uso, se hayan desgastado sensiblemente.

En tiempo frío, el agua podrá ser calentada hasta una temperatura no superior a cuarenta grados centígrados (40°C).

Tanto el árido fino como el árido grueso y el cemento, se pesarán por separado y, al fijar la cantidad de agua que deba añadirse a la masa, será imprescindible tener en cuenta la que contenga el árido fino y, eventualmente, el resto de los áridos.

Antes de introducirse el cemento y los áridos en el mezclador, éste se habrá cargado en una parte de la cantidad de agua requerida por la masa, completándose la dosificación de éste elemento en un período de tiempo que no deberá ser inferior a cinco segundos (5 seg.), ni superior a la tercera parte (1/3) del tiempo de mezclado, contados a partir del momento en que el cemento y los áridos se han introducido en el mezclador. Como norma general, los productos de adición se añadirán a la mezcla disueltos en una parte de agua de amasado y utilizando un dosificador mecánico que garantice la distribución uniforme del producto en el hormigón.

El período de batido será el necesario para lograr una mezcla íntima y homogénea de la masa sin disgregación.

Salvo justificación especial, en hormigoneras de capacidad igual o menor a un (1) metro cúbico, en el período de batido a la velocidad de régimen, contando a partir del instante en que se termina de depositar en la cuba la totalidad del cemento y de los áridos, no será inferior a un (1) minuto. Si la capacidad de la hormigonera fuese superior a la indicada, se aumentará el citado período en quince segundos (15 seg.) por cada metro cúbico o fracción de exceso.

No se permitirá volver a amasar, en ningún caso, hormigones que, hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, áridos o agua.

Cuando la hormigonera haya estado parada más de treinta (30) minutos, se la limpiará perfectamente antes de volver a verter materiales en ella.

## 2) Mezcla en obra

El hormigón se hará necesariamente con instalación fija de hormigonado. El Contratista instalará en el lugar de trabajo una hormigonera del tipo aprobado por el Director de las Obras. Deberá estar equipada con dispositivos para regulación del agua y de medición en peso para el cemento y, al menos, cinco tipos distintos de áridos.

El volumen del material mezclado por amasada, no ha de exceder de la capacidad normal de la hormigonera. En cuanto a la fabricación sigue valiendo lo apuntado para el caso de mezcla en central.

## TRANSPORTE

Se tendrá en cuenta lo establecido con carácter general en la Instrucción de Hormigón Estructural del Ministerio de Fomento EHE-08.

Para comprobación de que el transporte se realiza en forma práctica adecuada, y que el tiempo máximo marcado desde la fabricación del hormigón a su puesta en obra es el correcto, las probetas se tomarán en obra. El Contratista adjudicatario dispondrá de las instalaciones adecuadas para que tal hecho sea posible, completando en obra la fase de curado.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado o presenten cualquier otra alteración.

Al cargar en los elementos de transporte no deberán formarse en las masas montones cónicos que favorezcan la segregación.

El transporte del hormigón al tajo, desde la central de hormigonado, se hará necesariamente en camiones hormigoneras.

#### PUESTA EN OBRA

El proceso de colocación del hormigón será aprobado por el Director de las Obras, quien, con antelación al comienzo del mismo, determinará las obras para las cuales no podrá procederse al hormigonado sin la presencia de un vigilante que el haya expresamente autorizado.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a un metro y medio (1,5 m), quedando prohibido el arrojarlo con palas a gran distancia.

El hormigón fresco se protegerá siempre de aguas que puedan causar arrastre de los elementos.

Todo el hormigón se depositará de forma continua, de manera que se obtenga una estructura monolítica donde así viene indicado en los planos, dejando juntas de dilatación en los lugares expresamente indicados en los mismos. Cuando sea impracticable depositar el hormigón de modo continuo, se dejarán juntas de trabajo que hayan sido aprobadas y de acuerdo con las instrucciones que dicte el Director de las Obras.



El vibrado o apisonado se cuidará particularmente junto a los paramentos y rincones del encofrado, a fin de evitar la formación de coqueras.

En los elementos verticales de gran espesor y armaduras espaciadas, podrá verterse el hormigón por capas, apasionándoles eficazmente y cuidando que envuelva perfectamente las armaduras.

En los demás casos, al verter el hormigón, se removerá enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de acero, y procurando que se mantengan los recubrimientos de las armaduras.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará por capas, de modo que el avance se realice en todo su espesor.

En vigas, el hormigonado se hará avanzando desde los extremos, llevándose en toda su altura y procurando que el frente vaya bastante recogido para que no se produzcan disgregaciones y la techada escurra a lo largo del encofrado.

En pilares, el hormigonado se efectuará removiendo enérgicamente la masa para que no quede aire aprisionado y vaya asentado de modo uniforme. Cuando los pilares y elementos horizontales apoyados en ellos, se ejecuten de un modo continuo, se dejarán transcurrir por lo menos dos (2 h) horas, antes de proceder a construir los indicados elementos horizontales, a fin de que el hormigón de los pilares haya asentado definitivamente.

La consolidación del hormigón se ejecutará con igual o mayor intensidad que la empleada en la fabricación de probetas de ensayo. Esta operación deberá prolongarse, especialmente, junto a las paredes y rincones del encofrado hasta eliminar las posibles coqueras y conseguir que se inicie la refluxión de la pasta a la superficie. Se tendrá, sin embargo, especial cuidado de que los vibradores no toquen los encofrados, para evitar un posible movimiento de los mismos.

Si hay que colocar hormigón sumergido habrá que tener la autorización previa del

Director de las Obras. En todo caso habrá que cumplir las especificaciones siguientes:

- ∞ Para evitar la segregación de los materiales, el hormigón se colocará cuidadosamente, en una masa compacta y en su posición final mediante trompas de elefante por otros medios aprobados por el Director de las Obras, y no debe removerse una vez haya sido depositado.
- ∞ Cuando se usen trompas de elefante, su diámetro no será inferior a veinticinco (25) centímetros. Los medios para sostenerla serán tales que permitan un libre movimiento del extremo de descarga sobre la parte superior del hormigón y faciliten que se pueda bajar rápidamente cuando sea necesario cortar o retardar su descarga. La trampa se llenará de forma que no se produzca el deslavado del hormigón. El extremo de descarga estará, en todo momento, sumergido por completo en el hormigón, y el tubo final deberá contener una cantidad suficiente de mezcla para evitar la entrada de agua.

#### JUNTAS DE HORMIGONADO

Siempre que el hormigonado se vaya a interrumpir durante una (1) o más jornadas, la ejecución de las juntas se ajustará a las siguientes prescripciones:

- ∞ En pilas y estribos se procurará llevar el hormigonado en continuo, en toda su altura hasta el plano de apoyo de vigas de enlace o dinteles. Cuando esto no sea posible, se permitirá una sola junta dispuesta en plano horizontal en toda la superficie y por debajo de la mitad de la altura.
- ∞ Tanto en los muros como en las losas deberán disponerse juntas de retracción a distancias inferiores a seis (6) metros, disponiendo las superficies de encuentro a testa y sellando las juntas horizontales con un mástic bituminoso. Las juntas de hormigonado deberán ajustarse siempre que sea posible a las de retracción, y en caso contrario deberán adoptarse

las medidas necesarias para asegurar la perfecta unión de las masas en contacto y obtener una correcta superficie vista.

La parada en el proceso de hormigonado superior a treinta (30) minutos requerirá realizar una junta de hormigonado correctamente dispuesta en el punto en que se encuentra la unidad, si técnicamente es admisible. Si no fuera admisible dicha junta deberá demolerse lo ejecutado hasta el punto donde se puede realizar.

Todos los muros deberán disponer de mechinales en su base y en los lugares que además disponga el Director de la obra.

Los forjados se ejecutarán en todo el ancho o bien por paños independientes, con juntas sobre los ejes de las vigas principales. En ningún caso medirán más de dos días entre la ejecución del forjado y la de sus vigas.

Se cuidarán que las juntas creadas por las interrupciones del hormigonado queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión y donde sus efectos sean menores para que las masas puedan deformarse libremente. El ancho de estas juntas deberá ser el necesario para que en su día puedan hormigonarse correctamente.

Al reanudar los trabajos, se limpiará la junta de toda suciedad, Techada o árido suelto que haya quedado suelto, primero con aire a presión, y luego con agua también a presión hasta dejar el árido visto; luego, antes de verter el nuevo hormigón se echará un mortero formado del propio hormigón pero sólo con finos. La Dirección de Obra podrá exigir, si lo considera necesarios, el empleo de productos intermedios tales como resinas "epoxi" para mejor adherencia de los hormigones, y conseguir una completa estanqueidad, o el empleo de la junta de polivinilo.

### VIBRADO

Es obligatorio el empleo de vibradores para mejorar la puesta en obra consiguiendo una mayor compacidad.

El vibrado se realizará teniendo en cuenta las siguientes prescripciones:

- ∞ El espesor de las tongadas será tal que al introducir la aguja vertical o ligeramente en la capa subyacente para asegurar la buena unión entre ambas.
- ∞ El proceso deberá prolongarse hasta que la Techada refluya a la superficie, y en forma que está presente un brillo uniforme en toda su extensión.
- ∞ Si se emplean vibradores de superficie, se aplicarán moviéndolos ligeramente y en forma lenta, de modo que el efecto alcance a toda la masa.
- ∞ Si se emplean vibradores internos, su frecuencia de trabajo no será inferior a seis mil revoluciones por minuto. La velocidad de penetración en la masa no será superior a diez centímetros por segundo (10 cm/seg).

Se autorizará el empleo de vibradores firmemente anclados a los moldes, con tal de que se distribuyan los aparatos en la forma conveniente para que su efecto se extienda a toda la masa.

No se permitirá que el vibrado afecte al hormigón parcialmente endurecido ni que se aplique el elemento de vibrado directamente a las armaduras.

#### PRECAUCIONES ESPECIALES Y CURADO

El hormigonado se suspenderá siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas (48 h) siguientes puede descender la temperatura del ambiente por debajo de los cero grados (0°C).

En los casos que por absoluta necesidad, haya que hormigonar en tiempo frío, necesario un permiso previo del Director de las Obras. En tal caso, se tomarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no habrán de producirse deterioros locales ni mermas en las

características resistentes.

Si no es posible garantizar que con las medidas adoptadas se ha conseguido evitar dicha pérdida de resistencia, el Director de las Obras podrá ordenar los ensayos de información o pruebas de carga que permitan conocer la resistencia real alcanzada en obra.

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar una evaporación sensible del agua del amasado, tanto durante el transporte como en la colocación del hormigón.

Una vez puesto en obra el hormigón se protegerá del sol y del viento para evitar su desecación.

De no tener precauciones especiales, deberá suspender el hormigonado cuando la temperatura exterior sobrepase los 40º C.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo, adoptando para ello las medidas adecuadas como pueda ser su cubrición con sacos, arena, para u otros materiales S, que se mantendrán húmedos mediante riegos frecuentes.

Estas medidas se prolongarán durante siete días, si en conglomerante utilizado fuese cemento Portland-350 y quince días en el caso de que el cemento utilizado fuese de endurecimiento más lento. Estos plazos deberán aumentarse en un cincuenta por ciento (50%) en tiempo seco.

El curado podrá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón, sea mediante riego directo que no produzca deslavado, o bien protegiendo las superficies mediante recubrimientos plásticos u otros productos que garanticen la retención de humedad de las masas, durante el período de endurecimiento.

**MEDICIÓN Y ABONO**

En los casos en que el hormigón sea objeto de abono independiente, se medirá de acuerdo con lo especificado en los planos y se abonarán por metro cúbico (m<sup>3</sup>) al precio correspondiente que para cada tipo de hormigón figura en el Cuadro de Precios Nº1.

**3.6.2 MORTEROS DE CEMENTO****DEFINICIÓN**

Se definen los morteros de cemento como la masa constituida por árido fino, cemento y agua. En la fabricación de morteros se tendrá en cuenta la EHE-08. Los tipos de mortero a emplear serán los siguientes:

<b>Tipo</b>	M-250	M-300	M-400	M-600
<b>Tipo de cemento</b>	P-350	P-350	P-350	P-350
<b>Dosificación de cemento (kg/m<sup>3</sup>)</b>	250	300	400	600
<b>Tamaño máx. del árido (pulgadas)</b>	¼	¼	¼	¼

Las dosificaciones dadas son simplemente orientativas y en cada caso la Dirección de la obra podrá modificarlas de acuerdo con las necesidades de la misma.

Los morteros MS susceptibles de ataque por aguas selenitosas o en contacto con terrenos yesíferos o aplicados sobre hormigones HS estarán fabricados con cemento (SR).

***MEDICIÓN Y ABONO***

Esta unidad no será objeto de abono independiente.

### 3.6.3 ENCOFRADOS

#### CARACTERÍSTICAS

Serán de madera, metálicos o de otro material rígido que reúna análogas condiciones de eficacia. Tanto las uniones como las piezas que constituyen los encofrados deberán poseer la resistencia y rigidez necesarias para que, con la marcha de hormigonado prevista y, especialmente, bajo los efectos dinámicos producidos por el vibrado, cuando se utilice este procedimiento, esfuerzos anormales ni movimientos perjudiciales.

Las superficies interiores de los encofrados deberán ser lo suficientemente uniformes y lisas para lograr que los paramentos presenten, en cada caso, el aspecto requerido.

Tanto las superficies interiores de los encofrados, como los productos que a ellas se pueden aplicar, no contendrán sustancias agresivas en la masa del hormigón.

La madera a emplear en encofrados, entibaciones de zanjas, apeos, cimbras, andamios, demás medios auxiliares y carpintería de armar, deberá cumplir las condiciones correspondientes del PG-3, artículo 286.

No se admitirán en los plomos y alineaciones errores superiores a tres centímetros (0,03 m).

Antes de empezar el hormigonado de una nueva zona deberán estar dispuestos todos los elementos que constituyen los encofrados y se realizarán cuantas comprobaciones sean necesarias para cerciorarse de la exactitud de su colocación.

Los enlaces de los distintos paños o elementos que forman los moldes serán sólidos y sencillos, de manera que el montaje pueda hacerse fácilmente y de forma que el atacado vibrado del hormigón pueda realizarse perfectamente en todos los puntos.

La resistencia se determinará en probetas de ensayo o, en su defecto, previa aprobación del Director de Obra, podrá procederse al desencofrado o descimbramiento de acuerdo con los plazos que arroja la EHE-08, pudiéndose desencofrar los elementos

que no produzcan en el hormigón cargas de trabajo apreciables, en plazos de una tercera parte (1/3) del valor de los anteriores.

Durante las operaciones de desencofrado y descimbramiento se cuidará de no producir sacudidas ni choques en la estructura y de que el descenso de los apoyos se haga de un modo uniforme.

Antes de retirar las cimbras, apeos y fondos, se comprobará que la sobrecarga, total actuante más las de ejecución por peso de la maquinaria, de los materiales almacenados, etc., no supere el valor previsto en el cálculo como máximo.

Cuando al desencofrar se aprecian irregularidades en la superficie del hormigón, no se repararán estas zonas defectuosas sin la autorización del Director de Obra, quien resolverá, en cada caso, la forma de corregir el defecto.

Se utilizarán berenjenos para achaflanar todas las aristas vivas de las zonas de hormigón.

#### MEDICIÓN Y ABONO

Los encofrados se abonarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados, al precio que figura en el Cuadro de Precios Nº1 para esta unidad de obra.

### **3.6.4 CIMBRAS**

#### DEFINICIÓN

Se denominan cimbras y apeos a los armazones provisionales que sostienen un elemento estructural mientras se está ejecutando, hasta que alcanza la resistencia suficiente.



### EJECUCION

Los trabajos de encimbrado comprenden la construcción, montaje y desmontaje de las instalaciones y estructuras que de modo auxiliar sirven para la construcción de vigas, losas, bóvedas y elementos en voladizos.

La disposición de las cimbras, medios auxiliares y apeos será propuesta por el Contratista entre los tipos normales en el mercado, debidamente justificada tal propuesta para que pueda ser aprobada por el Director de Obra. Su construcción y montaje cumplirá las condiciones indicadas en el PG-3.

Durante las operaciones de desencofrado y descimbramiento se cuidará de no producir sacudidas ni choques en la estructura y de que el descenso de los apoyos se haga de un modo uniforme.

Antes de retirar las cimbras, apeos y fondos, se comprobará que la sobrecarga, total actuante más las de ejecución por peso de la maquinaria, de los materiales almacenados, etc., no supere el valor previsto en el cálculo como máximo.

### MEDICIÓN Y ABONO

El cimbramiento se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>) medidos como el volumen engendrado por la proyección horizontal del elemento a cimbrar hasta la solera, al precio que figura en el Cuadro de Precios Nº1 para esta unidad de obra.

## **3.7 JUNTAS DE ESTANQUEIDAD**

### **3.7.1 JUNTAS DE ESTANQUEIDAD EXPANSIVA**

#### CARACTERÍSTICAS

- ∞ No debe estar sumergido más de 6 horas antes del hormigonado.
- ∞ En caso de espera prolongada antes del hormigonado, es necesario

proteger la junta de la lluvia.

- ∞ Debe instalarse sobre una superficie muy plana.
- ∞ Las irregularidades importantes deberán nivelarse y tapar las cavidades.
- ∞ El espesor de la junta será determinado en función de la abertura estimada de la de hormigonado

### MEDICIÓN Y ABONO

Las juntas de estanqueidad se abonarán por metros lineales (m) realmente ejecutados, al precio que figura en el Cuadro de Precios N°1 para esta unidad de obra.

## 3.8 ELEMENTOS METÁLICOS, ACEROS, FUNDICIONES

### 3.8.1 ACEROS EN ARMADURAS

#### CARACTERÍSTICAS

El acero a emplear en armaduras, salvo especificación expresa en contra, será siempre de dureza natural. Irá marcado con señales indelebles de fábrica y deberá contar con el sello de conformidad CIETSID y con el correspondiente certificado de homologación de adherencia.

- Composición química:

Azufre, menor que 0,06 %

Fósforo, menor que 0,05 %

- Condiciones físicas:

Deberá responder a las siguientes características mecánicas mínimas:

Designación	B 400 S	B 500 S
Límite elástico (Mpa – fy)	400	500
Carga unit. Rotura (Mpa – fs)	440	550
Alargamiento de rotura (%)	14	12
Relación fs/fy no menor	1.05	1.05

### PUESTA EN OBRA

Las armaduras se doblarán ajustándose a los planos o instrucciones del Proyecto. Esta operación se realizará en frío y a velocidad moderada, preferente mente por medios mecánicos, no admitiéndose excepción para las barras endurecidas por estirado en frío o por tratamientos térmicos especiales.

Salvo expresa indicación en los planos del presente Proyecto, el doblado de las barras se realizará con radios interiores que cumplan las condiciones recogidas en la EHE-08.

Los cercos o estribos podrán doblarse con radios inferiores a los que resultan de la limitación anterior, siempre que ello no origine en dichos elementos un principio de fisuración. No se admitirá el enderezamiento de codos.

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de cascarilla, pintura, grasa o cualquier sustancia perjudicial. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los planos del Proyecto, sujetas entre sí al encofrado, de manera que no puedan experimentar movimientos durante el vertido y compactación del hormigón y permitan a éste envolverse a ellas y rellenar el encofrado sin dejar coqueras.

Podrá utilizarse tipos de acero diferentes en las barras principales y en los estribos y cercos, previa autorización del Director de las Obras.

La distancia de las barras a los paramentos, será igual o superior al diámetro de la barra respetando las indicaciones de los planos correspondientes, y en ningún caso

será inferior a dos centímetros (2 cm) ni superior a cuatro centímetros (4 cm). Esta última limitación no se aplicará a los elementos enterrados.

Salvo justificación especial, las barras corrugadas de las armaduras se anclarán por prolongación recta, pudiendo también emplearse patilla. Únicamente se autorizará el empleo de gancho en barras trabajando a tracción, siendo en cualquier caso preferible el uso de alguno de los dos sistemas anteriores.

Las longitudes de anclajes serán las definidas en la EHE-08.

Mientras sea posible no se dispondrán más empalmes que los indicados en los planos, y en cualquier caso deberán quedar alejados de las zonas en las que la armadura trabaje a su máxima carga.

El empalme podrá realizarse por solape o soldadura, no se admitirán otros tipos de empalme sin la previa justificación de que su resistencia a rotura es igual o superior a la de cualquiera de las barras empalmadas.

Durante la ejecución de la pieza se pondrá especial cuidado para que no coincidan en una misma sección empalmes de distintas barras. Si por exigencias de la pieza esto no fuera posible, se distanciarán los centros de los empalmes como mínimo una longitud equivalente a  $\varnothing$  veinte (20) tomando para  $\varnothing$  el valor de la barra más gruesa, si las hubiere de diferente sección.

El empalme por solape se realizará colocando las barras una sobre otra y zunchándolas con alambre en toda la longitud del solape.

En barras corrugadas, la longitud de solape será igual o superior a la especificada para anclaje y no se dispondrán ganchos ni patillas.

El empalme podrá realizarse por soldadura siempre que las barras sean de calidad soldable, y que la unión se lleve a cabo de acuerdo con las normas de buena práctica para esta técnica; en tal caso los empalmes podrán ejecutarse:

- ⋄ A tope al arco eléctrico, biselando previamente los extremos de las barras.
- ⋄ A tope, por resistencia eléctrica según el método de incluir en su ciclo un

período de forja.

- A solape con cordones longitudinales, siempre que las barras sean de diámetro igual o inferior a veinticinco milímetros (25 mm).

Cualquiera que sea el tipo de soldadura elegido, habrá de cuidarse que el sobreespesor de la junta, en la zona de mayor recargue, no exceda del diez por ciento (10%) del diámetro nominal del redondo empalmado.

No podrán disponerse empalmes por soldadura en tramos curvos del trazado de las armaduras, sin embargo si se autoriza la presencia en una misma sección transversal de la pieza, de varios empalmes soldados a tope, siempre que su número no sea superior a la quinta parte (1/5) del total de barras que constituyen la armadura en esa sección.

Si para mantener las distancias de las armaduras a los paramentos hubiera necesidad de emplear separadores, estos serán tacos de hormigón árido del empleado en la fabricación del mismo o cualquier otro material compacto, que no presente reactividad con el hormigón ni sea fácilmente alterable. A estos efectos queda prohibido el empleo de separadores de madera.

### MEDICIÓN Y ABONO

En los casos en que el acero sea objeto de abono independiente, se medirán de acuerdo con lo especificado en los planos y se abonará por kilogramos (kg) al precio correspondiente que para cada tipo de acero figura en el Cuadro de Precios Nº1.

## **3.8.2 ACERO LAMINADO EN ESTRUCTURAS**

### DEFINICIÓN

Se define como estructura metálica los elementos o conjunto de elementos de acero que forman parte resistente y sustentante de una construcción.

Las obras consistirán en la ejecución de las estructuras de acero.

No es aplicable este artículo a las armaduras de las obras de hormigón, ni a las estructuras o elementos construidos con perfiles ligeros de chapa plegada.

Esta unidad comprende:

- ⊗ El suministro de todos los materiales empleados, tales como perfiles, tornillos, chapas, etc.
- ⊗ La elaboración en taller de los diferentes elementos integrantes de la estructura.
- ⊗ La carga, transporte, descarga y movimientos interiores de todos los elementos.
- ⊗ El montaje de la estructura, incluyendo las estructuras de soporte provisionales, y cuantas operaciones sean necesarias como gateos, apuntalamientos, lastrados, construcciones parciales por elementos o módulos y el ensamblaje parcial o total, las uniones, soldadura en obra, etc.
- ⊗ Los trabajos de acabado, limpieza y chorreado, así como repasos que se deban efectuar en el sistema de pintado una vez terminado éste y originados por soldaduras, daños mecánicos, arriostros provisionales, etc.
- ⊗ Todos los materiales auxiliares, mecánicos y personal necesario para la ejecución de los trabajos.
- ⊗ Los ensayos mecánicos, de composición química, controles por líquidos penetrantes, partículas magnéticas, radiografías o ultrasonidos, etc., de acuerdo con las condiciones exigidas por este Pliego y la normativa vigente.

### ACEROS LAMINADOS

Los materiales de aceros laminados para Estructuras Metálicas deberán cumplir con las condiciones indicadas en el PG 4/88.

### TORNILLOS, TUERCAS Y ARANDELAS

Se definen como tornillos, los elementos de unión con fileteado helicoidal de perfil apropiado, que se emplean como piezas de unión o para ejercer un esfuerzo de compresión.

Los tornillos pueden ser de tres clases:

- ∞ Ordinarios.
- ∞ Calibrados.
- ∞ De alta resistencia.

En todo caso cumplirán con lo especificado para ellos en la norma EAE.

### ELECTRODOS

#### 1) Soldadura manual por arco eléctrico

Se emplearán electrodos con revestimiento básico, de bajo contenido en hidrógeno, y serán tales, que las propiedades químicas y físicas de las soldaduras resultantes, superen las características resistentes especificadas en este Pliego para el metal base. Los ensayos y pruebas de impacto correspondientes se harán de acuerdo con la elección del electrodo.

Estarán de acuerdo con la especificación UNE-EN ISO 2560 con la AWS/ASME 5.1 y AWS A 5.5. En cuanto al tipo de acero a soldar, estarán de acuerdo con las especificaciones de la Norma AWS D.1-1. Si esta última no contempla alguno de los tipos de acero a soldar, el Contratista preparará un procedimiento específico de soldadura para cada tipo de unión que deberá ser sometido a la aprobación de la

Dirección de Obra, antes de su uso. Adicionalmente y en el caso de soldadura de acero estructural a armaduras, los electrodos deberán cumplir con AWS D 12.1.

Queda expresamente prohibida la utilización de electrodos de gran penetración en la ejecución de uniones de fuerza.

En las uniones realizadas en montaje no se permitirá el uso de electrodos cuyo rendimiento nominal sea superior a ciento veinte (120). La determinación del rendimiento y del coeficiente de depósito de electrodos revestidos se realizará de acuerdo a la Norma UNE 14038.

Las dimensiones de los electrodos se ajustarán a la Norma UNE 14220.

La determinación de la humedad total de los electrodos revestidos de ajustará a la Norma UNE 14211.

## 2) Soldadura automática por arco sumergido

Los electrodos para soldadura automática con arco sumergido estarán de acuerdo con la especificación AWS A5-17, AWS A5-23 y con la Norma AWS D 1-1, en cuanto a tipo de acero a soldar. En caso de que la Norma AWS D 1-1 no contemple alguno de los tipos de acero a soldar, el Contratista preparará un procedimiento específico de soldadura para cada tipo de unión que deberá ser sometido a la aprobación de la Dirección de Obra antes de su uso.

En cualquier caso el material de aportación tendrá características resistentes (incluso resiliencia) superiores a las del metal base.

## CONDICIONES GENERALES

El Contratista deberá atenerse a las condiciones generales que se establecen en las normas referentes a Estructura Metálica. De todas ellas, se considerarán en primer lugar las normas españolas, aplicándose las extranjeras complementariamente en



aspectos no recogidos en aquellas.

En caso de que el Contratista principal solicite aprobación para subcontratar parte o la totalidad de estos trabajos, deberá demostrar, a satisfacción del Director de Obra, que la empresa propuesta para la subcontrata posee personal técnico y obrero experimentado en esta clase de obras y además, los elementos materiales necesarios para realizarlas.

Durante el proceso de ejecución en taller, el Contratista estará obligado a mantener permanentemente en el mismo, durante la jornada de trabajo, un técnico responsable.

#### FORMAS Y DIMENSIONES

La forma y dimensiones de la estructura serán las señaladas en los Planos, no permitiéndose al Contratista modificaciones de las mismas, sin previa autorización del Director de las Obras.

#### UNIONES

Los tipos de uniones pueden ser:

- ∞ De fuerza : Las que tienen por misión transmitir, entre perfiles o piezas de la estructura, un esfuerzo calculado. Se incluyen dentro de las uniones de fuerza los empalmes, que son las uniones de perfiles o barras en prolongación.
- ∞ De atado : Cuya misión es solamente mantener en posición perfiles de una pieza, y no transmitir un esfuerzo calculado.

No se permitirán otros empalmes que los indicados en los planos o, en casos especiales, los señalados en los planos de taller aprobados por el Director.

## 1) Uniones atornilladas

### ▪ Agujeros

Los agujeros para tornillos se ejecutarán con taladro. Queda prohibida su ejecución mediante soplete, arco eléctrico o punzonado.

Cuando haya de rectificarse la coincidencia de agujeros taladrados, la operación se realizará mediante escariado mecánico.

Queda terminantemente prohibido el uso de la broca pasante para agrandar o rectificar los agujeros.

Siempre que sea posible, se taladrarán de una sola vez los agujeros que atraviesan dos o más piezas, después de armadas, engrapándolas o atornillándolas fuertemente. Después de taladradas las piezas, se separarán para eliminar las rebabas.

Los diámetros de los agujeros, salvo excepciones justificadas, estarán dentro de los límites indicados en la norma correspondiente al tipo de tornillo.

En los tornillos calibrados es preceptiva la rectificación del agujero, y se comprobará que el diámetro rectificado es igual al de la espiga del tornillo.

### ▪ Colocación de tornillos calibrados

Los tornillos calibrados se designarán por sus diámetros nominales que corresponden al borde exterior del fileteado; su espiga o caña será torneada con diámetro igual al del agujero, con las tolerancias que se indican en la norma correspondiente.

Se colocarán siempre arandelas bajo la cabeza y bajo la tuerca. Si las superficies exteriores de las piezas unidas son inclinadas, se emplearán arandelas de espesor variable, con el ángulo conveniente para que la apretadura sea uniforme.

Todas las tuercas se fijarán mediante punto de soldadura, a excepción de aquellas

piezas que sean desmontables, de cara al mantenimiento posterior de la estructura, que lo serán con arandelas de seguridad.

- Colocación de tornillos de alta resistencia

Las superficies de las piezas a unir deberán acoplar perfectamente entre sí después de realizada la unión.

Estas superficies estarán limpias, y sin pintar. La grasa se eliminará con disolventes adecuados. Para eliminar la cascarilla de laminación de estas superficies, se las tratará con chorreado de arena hasta grado SA 2 1/2, inmediatamente antes de su unión.

Se colocará siempre arandela bajo la cabeza y bajo la tuerca. En una cara de la arandela se achaflanará el borde interno para poder alojar el redondeo existente entre la cabeza y la espiga; el borde externo de la misma cara se biselará también con el objeto de acreditar la debida colocación de la arandela.

La parte roscada de la espiga sobresaldrá de la tuerca, por lo menos en un filete, y está permitido que pueda penetrar dentro de la unión de piezas.

El diámetro del agujero será un milímetro (1 mm) mayor que el nominal del tornillo, pudiéndose aceptar una holgura máxima de dos milímetros (2 mm).

Las tuercas se apretarán mediante llaves taradas, que midan el momento torsor aplicado, hasta alcanzar el valor prescrito en planos para éste.

Los tornillos de la unión deben apretarse inicialmente al ochenta por ciento (80%) del momento torsor final, empezando por los situados en el centro, y terminar de apretarse en la segunda vuelta.

## 2) Uniones soldadas

Las uniones soldadas se podrán ejecutar mediante los siguientes procedimientos:

- ∞ Soldeo eléctrico, manual, por arco descubierto, con electrodo fusible revestido.
- ∞ Soldeo eléctrico, automático, por arco sumergido, con alambre-electrodo fusible desnudo.
- ∞ Soldeo eléctrico, semiautomático o automático, por arco en atmósfera gaseosa, con alambre-electrodo fusible.

Este último procedimiento se prohíbe para las soldaduras a tope, permitiéndose su empleo en las soldaduras en ángulo.

La soldadura automática se empleará en fabricación pudiéndose utilizar la soldadura manual, en aquellas partes en que la soldadura automática sea impracticable.

Todos los procesos de soldadura y de reparación de zonas por soldadura, serán objeto de un procedimiento con indicación de características de materiales base, de materiales de aportación, preparaciones de borde y parámetros previstos en ASME IX, incluyendo temperaturas de precalentamiento entre pasadas y calor de aportación para soldadura de materiales S-355-J2G3, procedimiento que deberá ser homologado, de acuerdo con esta Norma y aceptado por la Dirección de la Obra.

Las temperaturas mínimas de precalentamiento y entre pasadas a considerar para evitar posibles fisuras, se fijarán según los criterios indicados en la Norma AWS D. 1-1 y se efectuará su control mediante el uso de tizas termométricas.

Los soldadores, tanto de soldaduras provisionales como definitivas, deberán estar calificados según UNE 14-010- 71-1 R o ASME IX para las posiciones previstas en el procedimiento de soldadura.

Las soldaduras a tope serán continuas en toda la longitud de la unión, y de penetración completa, salvo que se indique específicamente en los planos.

Se saneará la raíz antes de depositar el cordón de cierre, o el primer cordón de la cara posterior. Cuando el acceso por la cara posterior no sea posible, se realizará la

soldadura con chapa dorsal u otro dispositivo para conseguir penetración completa.

En todos los casos de soldadura a tope en los que no exista pletina soporte, se procederá a sanear la penetración por la segunda cara de la chapa antes de depositar los cordones correspondientes a la segunda cara. Se podrá sanear mediante burilado, arco gas o esmerilado, aunque en los casos en que se utilicen cualquiera de los dos primeros procedimientos, se realizará un acabado con esmeriladora. Una vez saneado se procederá a realizar una inspección mediante líquidos penetrantes, pudiendo entonces iniciar la soldadura.

Para unir dos piezas de distinta sección a tope, la de mayor sección se adelgazará en la zona de contacto, con pendientes no superiores al veinticinco por ciento (25%) para obtener una transición suave de la sección.

El espesor de garganta mínimo de los cordones de soldadura de ángulo será de tres milímetros (3 mm). El espesor máximo será igual a cero coma siete (0,7) veces el menor de los espesores de las dos chapas o perfiles unidos por el cordón.

Los cordones laterales de soldadura de ángulo que transmitan esfuerzos axiales de barras, tendrán una longitud no inferior a quince (15) veces su espesor de garganta, ni inferior al ancho del perfil que unen. La longitud máxima no será superior a sesenta (60) veces el espesor de garganta, ni a doce veces el ancho del perfil unido.

Los planos que hayan de unirse, mediante soldaduras de ángulo en sus bordes longitudinales, a otro plano, a o a un perfil para constituir una barra compuesta, no deberán tener una anchura superior a treinta (30) veces su espesor.

Quedan prohibidas las soldaduras de tapón y de ranura.

Antes de la iniciación de las juntas soldadas, las piezas se colocarán y alinearán dentro de las tolerancias prescritas en este Pliego.

Para la ejecución de uniones soldadas deberán seguirse rigurosamente las secuencias de soldadura estudiadas por el Contratista y aprobadas por la Dirección de Obra.

La preparación de bordes para soldar deberá de realizarse exclusivamente de acuerdo con los procedimientos propuestos por el Contratista y aprobados por la Dirección de Obra, ajustándose a las instrucciones contenidas en los Planos del Proyecto.

El borde resultante de cualquier tipo de preparación quedará perfectamente uniforme y liso y estará exento de cualquier tipo de oxidación. Cuando el procedimiento base utilizado no produzca estos resultados se repasará mediante piedra esmeril hasta conseguirlo. Se considerará admisible una ligera coloración azulada consecuencia de un oxicorte.

Para el ajuste de bordes a soldar podrán emplearse elementos auxiliares punteados en las piezas, así como puntos de soldadura sobre los bordes. En este último caso, los puntos serán realizados por un soldador cualificado a fin de poder ser eliminados o incluidos como parte de la soldadura.

Los elementos auxiliares de ajustes serán punteados a las piezas solamente por una de sus caras, con el objeto de poder ser retirados sin producir mordeduras.

Los restos habrán de ser cuidadosamente eliminados.

Se evitará cuidadosamente que el sistema de ajuste utilizado pueda producir fuertes restricciones de movimiento durante la ejecución de la soldadura.

Los soldadores estarán provistos de piquetas manuales y cepillos y bien ellos o sus ayudantes de esmeriladores eléctricos o neumáticos. Con tales herramientas se limpiará la escoria cada vez que se interrumpa el arco, eliminando todo defecto que se aprecie, tal como porosidad, fisuración, proyección, irregularidades y zonas de difícil penetración.

En el caso de utilizarse esmeriladores neumáticos, irán provistos de filtros individuales de aceite y agua con el fin de evitar la contaminación de la soldadura.

El arco de los electrodos deberá iniciarse fuera del empalme y se mantendrá lo más corto posible.

No se permitirá controlar las distorsiones durante la soldadura mediante martilleo salvo en aquellos casos en que sea explícitamente autorizado por el Inspector de control adscrito a la Dirección de Obra y bajo su vigilancia. En cualquier caso, no podrán nunca martillearse ni los primeros cordones ni el último.

El acabado de las soldaduras presentará un aspecto uniforme libre de mordeduras y solapes. El material de aportación surgirá del base con ángulo suave, estando el sobreespesor de acuerdo con lo establecido en la Documentación Técnica.

Las operaciones de esmerilado de soldaduras, serán ejecutadas por personas prácticas en este tipo de trabajos; los esmerilados de acabado no se extenderán a los extremos exteriores de las barras a fin de no enmarcar y profundizar posibles mordeduras.

No se podrán realizar trabajos de soldadura a la intemperie en condiciones atmosféricas desfavorables tales como excesiva humedad, lluvia o viento. En tales circunstancias, el Contratista deberá proteger la zona de trabajo a satisfacción del Inspector de Control adscrito a la Dirección de Obra, previamente a la iniciación de cualquier operación de soldadura.

Como resultado de los distintos ensayos que se realicen, el Contratista recibirá instrucciones para la realización de reparaciones de soldadura. En general y bajo la vigilancia de un Inspector, procederá a sanear el defecto con una esmeriladora, comprobando que el defecto ha sido eliminado mediante ensayos con líquidos penetrantes. Previa conformidad del Inspector, se procederá a rellenar la zona saneada. Finalizada la reparación se volverá a inspeccionar con el fin de determinar si dicha reparación se ha efectuado a satisfacción.

En obra, cada unión será inspeccionada antes de iniciarse la soldadura en cuanto a la limpieza, cumplimiento de las tolerancias de ajuste, preparación de bordes y restricciones mecánicas. Ningún soldador podrá iniciar su trabajo sin que el Inspector de la Dirección de Obra haya dejado evidencia de su conformidad mediante una marca en las proximidades de la soldadura.

Se prohíbe la práctica viciosa de fijar las piezas a los gálibos de armado con puntos de soldadura.

Queda prohibido el acelerar el enfriamiento de las soldaduras con medios artificiales.

#### MANEJO DE ELECTRODOS

El Contratista mantendrá los electrodos en paquetes a prueba de humedad situándolos en un local cerrado y seco a una temperatura tal que se eviten condensaciones.

El Contratista dispondrá de hornos para mantenimiento de electrodos en los cuales serán introducidos éstos en el momento en que los paquetes sean abiertos para su utilización. En aquellos casos en que las envolturas exteriores de los paquetes hayan sufrido daños, el Inspector de control adscrito a la Dirección de Obra decidirá si los electrodos deben ser rechazados, desecados o introducidos directamente en los hornos de mantenimiento. Habrá de tenerse en cuenta a tal efecto que la misión exclusiva de los hornos de mantenimiento será tener en buenas condiciones de utilización aquellos electrodos que inicialmente lo estén y que por haber perdido su aislamiento de la atmósfera lo requieran.

Los electrodos recubiertos del tipo básico, cuyos embalajes no presenten una estanqueidad garantizada y se decida desecarlos, lo serán durante dos horas (2 h), como mínimo, a una temperatura de  $225^{\circ} \text{C} \pm 25^{\circ} \text{C}$ . Estos valores de temperatura y tiempo podrán modificarse en base a las recomendaciones de los fabricantes.

El fundente y las varillas para soldar, se almacenarán en locales cerrados, con el fin de evitar excesos de humedad.

El fundente, antes de usarlo, se secará dos horas como mínimo a  $200^{\circ} \text{C} \pm 25^{\circ} \text{C}$ , o tal como indique el fabricante.

El fundente que haya estado a temperatura ambiente más de dos horas no se



usará a menos que sea secado, de acuerdo a lo descrito en el párrafo anterior. El fundente seco puede mantenerse en una estufa a una temperatura no inferior a 50º C hasta usarlo. El reciclaje de la escoria del fundente no está permitido.

Con independencia de los que pudieran disponer en almacén, el Contratista situará hornos de mantenimiento en las proximidades de las zonas de trabajo de los soldadores. El soldador dispondrá de un recipiente cerrado en el cual colocará los electrodos que en pequeñas cantidades vaya retirando del horno de mantenimiento más próximo.

Estos electrodos deberán ser utilizados en un plazo inferior a una hora (1 h).

En casos especiales en que los soldadores trabajen en condiciones ambientales de gran humedad, la Dirección de Obra podrá exigir que el Contratista provea a sus soldadores de hornos de mantenimiento individuales, de los cuales extraerá los electrodos uno a uno conforme vayan a ser utilizados.

Los Inspectores de Control de la Dirección de Obra podrán ordenar la retirada o destrucción de cualquier electrodos que a pesar de las precauciones tomadas por el Contratista haya resultado en su opinión contaminado.

#### PLANOS DE TALLER

El adjudicatario preparará a partir de los planos generales del proyecto, planos de taller conteniendo en forma completa:

- ⌘ Las dimensiones necesarias para definir inequívocamente todos los elementos de la estructura.
- ⌘ Las contraflechas de vigas, cuando están previstas.
- ⌘ La disposición de las uniones, incluso las provisionales de armado, señalizando las realizadas en taller y las que se ejecutarán en obra.
- ⌘ La forma y dimensiones de las uniones soldadas, las preparación de

bordes, el procedimiento, métodos y posiciones de soldeo, los materiales de aportación a utilizar y el orden de ejecución individual de cada costura y general de la estructura.

- ∞ El diámetro de los agujeros de tornillos, con la indicación de la forma de mecanizado.
- ∞ Las clases y diámetros de los tornillos.
- ∞ Listados de los perfiles y clases de acero, pesos y marcas de cada uno de los elementos de la estructura representados en él.
- ∞ Tolerancias de fabricación, de acuerdo a lo establecido en la EAE. Estos planos deberán obtener la aprobación de la Dirección de la Obra antes de proceder a la elaboración de la estructura.

El Contratista, antes de comenzar la ejecución en taller entregará dos copias de los planos de taller al Director de Obra, quien los revisará y devolverá una copia autorizado con su firma, en la que, si se precisan, señalará las correcciones a efectuar. En este caso, el Contratista entregará nuevas copias de los planos de taller recogidos para su aprobación definitiva. Si durante la ejecución fuese necesario introducir modificaciones de detalles respecto a lo definido en los planos de taller, se harán con la aprobación del D.O, y se anotarán en los planos de taller todas las modificaciones.

#### EJECUCION EN TALLER

El aplanado y el enderezado de las chapas, planos perfiles, se ajustarán con prensa, o con máquinas de rodillos.

Queda prohibido el empleo de la maza o el martillo debido a que puede producir un endurecimiento excesivo del material.

Tanto las operaciones anteriores, como las de encorvatura o conformación de los perfiles, cuando sean necesarias, se realizarán preferentemente en frío; pero con temperaturas del material no inferiores a cero grados centígrados (0º C). Las

deformaciones locales permanentes se mantendrán dentro de límites prudentes, considerándose que esta condición se cumple cuando aquellas no exceden en ningún punto del dos y medio por ciento (2,5 %); a menos que se sometan las piezas deformadas en frío a un recocido de normalización posterior. Así mismo, en las operaciones de curvado y plegado en frío, se evitará la aparición de abolladuras en el alma o en el cordón comprimido del perfil que se curva; o de grietas en la superficie en tracción durante la deformación.

Cuando las operaciones de conformación u otras necesarias hayan de realizarse en caliente, se ejecutarán siempre a la temperatura del rojo cereza claro, alrededor de los 950º C, interrumpiéndose el trabajo, si es preciso, cuando el color del metal baje al rojo sombra, alrededor de los 700º C, para volver a calentar la pieza.

Deberán tomarse todas las precauciones necesarias para no alterar la estructura del metal, ni introducir tensiones parásitas, durante las fases de calentamiento y enfriamiento.

El calentamiento se efectuará, a ser posible, en horno; y el enfriamiento al aire en calma, sin acelerarlo artificialmente.

Cuando no sea posible el eliminar completamente, mediante las precauciones adoptadas a priori, las deformaciones residuales debidas a las operaciones de soldeo, y éstas resultasen inadmisibles para el servicio o para el buen aspecto de la estructura, se permitirá corregirlas en frío, con prensa o máquina de rodillos, siempre que con esta operación no se excedan los límites de deformaciones indicados anteriormente, y se someta a la pieza corregida a un examen cuidadoso para descubrir cualquier fisura que hubiese podido aparecer en el material de aportación, o en la zona de transición del metal de base.

No se admitirá realizar este tipo de actividades después de procesos de soldadura, sin la expresa autorización de la Dirección de la Obra que podrá decidir su aceptación o no y la necesidad de proceder a un tratamiento de eliminación de tensiones y de inspección de defectos en la zona soldada después del proceso de

conformación.

El trazado se realizará por personal especializado, respetándose escrupulosamente las cotas de los planos de taller y las tolerancias máximas permitidas de acuerdo a lo establecido en la EAE. Se trazarán las plantillas a tamaño natural de todos los elementos que lo precisen, especialmente las de los nudos, con la marca de identificación y plano de taller en que queda definida. Esto no será preciso cuando se utilicen máquinas de oxicorte automáticas que trabajan sobre plantillas a escala reducida.

El corte puede efectuarse con sierra, cizalla o mediante oxicorte o plasma, debiendo eliminarse posteriormente con piedra esmeril las rebabas, estrías o irregularidades de borde inherentes a las operaciones de corte.

No se admite el corte por oxicorte de forma manual, sino solamente el oxicorte con máquina.

Deberán observarse, además, las prescripciones siguientes:

- ⋄ El corte con cizalla solo se permite para chapas, perfiles, planos y angulares, hasta un espesor máximo de quince milímetros (15 mm).
- ⋄ En el oxicorte, se tomarán las precauciones necesarias para no introducir en la pieza tensiones parásitas de tipo térmico.
- ⋄ Los bordes cortados con cizalla o por oxicorte se mecanizarán antes de soldar mediante piedra esmeril, buril con esmerilado posterior, o fresa, al objeto de eliminar los óxidos o calaminas provocadas por el proceso de corte, así como las rebabas y estrías que pudieran tener. Los bordes que sin ser fundidos durante el soldeo queden a distancias inferiores a 30 mm de una unión soldada, serán preceptivamente mecanizados.

Se ejecutarán todos los chaflanes o biselados de aristas que se indiquen en los planos, ajustándose a las dimensiones e inclinaciones fijadas en los mismos.

Se ejecutarán los chaflanes mediante oxicorte automático, o con máquinas-

herramientas, observándose, respecto al primer procedimiento, las prescripciones dictadas anteriormente.

Aunque en los planos no pueda apreciarse el detalle correspondiente, no se cortarán nunca las chapas o perfiles de la estructura en forma que queden ángulos entrantes con arista viva. Estos ángulos, cuando no se puedan eludir, se redondearán siempre en su arista con el mayor radio posible.

Los elementos provisionales que por razones de montaje, u otras, sea necesario soldar a las barras de la estructura, se desguazarán posteriormente con soplete, y no a golpes, procurando no dañar a la propia estructura.

Los restos de cordones de soldadura, ejecutados para la fijación de aquellos elementos, se eliminarán con ayuda de piedra esmeril, fresa o lima.

En cada una de las piezas preparadas en el taller, se pondrá con pintura o lápiz graso, la marca de identificación con que ha sido designado en los planos de taller para el armado de los distintos elementos en taller y en obra.

### MONTAJE

La estructura metálica será, provisional y cuidadosamente, montada en blanco en el taller, presentándose las uniones de las piezas que hayan de ir soldadas, a fin de asegurar la perfecta configuración geométrica de los elementos concurrentes.

Si se trata de un lote de varios tramos idénticos, será preceptivo el montaje de uno por cada diez, o menos, tramos iguales; debiéndose montar en los demás solamente los elementos más importantes y delicados.

Deberán señalarse en el taller, cuidadosamente, todos los elementos que han de montarse en obra; y, para facilitar este trabajo, se acompañarán planos y notas de montaje con suficiente detalle para que pueda realizar dicho montaje persona ajena al trabajo del taller.

El montaje incluirá la colocación y fijación de los elementos metálicos de la

estructura indicados en los planos.

El Contratista podrá premontar a pie de obra parte de la estructura para posteriorizado y montaje, previa aprobación de la Dirección de Obra.

Los elementos añadidos por el Contratista por conveniencia propia serán retirados por él mismo sin que queden huellas de ellos.

Las placas de asiento se colocarán en su posición correcta y nivel adecuado, soportadas y alineadas por medio de cuñas de acero o calzos; las placas base columnas estarán provistas de tornillos de nivelación, según se indique en los planos.

Las partes de estructura que tengan interferencias con otras estructuras de Obra Civil, serán mantenidas en su posición bajo la responsabilidad del Contratista. Será deber del Contratista coordinar su trabajo con el Contratista de Obra Civil y de esta manera realizar los trabajos sin ninguna clase de perturbación.

Habrá que tener especial cuidado en la consideración de las flechas de paso de todos los montajes sobre los elementos fijos como pilas, cimentaciones, estribos, etc., esto deberá ser tenido en cuenta en la realización y definición del procedimiento de montaje particular.

Será deber del Contratista de la Estructura Metálica preocuparse por la perfecta colocación de aquellos elementos que no correspondiéndole su ejecución, estén directamente relacionados con el montaje de la estructura, como pueden ser: pernos de anclaje, cimentaciones de elementos provisionales, etc.

Las estructuras provisionales de apoyo, se construirán según los planos de detalle que prepare el Contratista, quien deberá presentarlos a la Dirección de Obra, para su aprobación. El Contratista se asegurará igualmente que las cimentaciones de dichas estructuras provisionales garanticen la tensión admisible del terreno sobre el que se basan.

El Contratista será responsable de la colocación adecuada alineación de todos los elementos de la estructura dentro de las tolerancias prescritas, realizando en caso

necesario todos los gateos y cimbrados que fuesen prescritos por el procedimiento de montaje a ejecutar.

Los detalles correspondientes a soldaduras de elementos temporales que se hayan de instalar sobre la estructura, estarán de acuerdo con lo especificado en este Pliego y deberán ser sometidos a la correspondiente aprobación de la Dirección de Obra.

No se comenzará el atornillado definitivo, o soldeo de las uniones de montaje, hasta que no se haya comprobado que la posición de las piezas a que afecta cada unión coincide exactamente con la definitiva; o, si se han previsto elementos de corrección que su posición relativa es la debida, y que la posible separación de la forma actual, respecto de la definitiva, podrá ser anulada con los medios de corrección disponibles.

Se procurará ejecutar las uniones de montaje de forma tal que todos sus elementos sean accesibles a una inspección posterior. En los casos en que sea forzoso que queden algunos ocultos, no se procederá a colocar los elementos que los cubre hasta que no se hayan inspeccionado cuidadosamente los primeros.

Las tolerancias máximas que se admitirán, respecto de las cotas de los Planos, en la ejecución y montaje de las estructuras metálicas, serán las reflejadas en la norma EAE.

Además se tendrán en cuenta las tolerancias que puedan estar especificadas en los planos de Proyecto.

En el caso de la exigencia de unas contraflechas de ejecución en la estructura metálica, éstas habrán de ser tenidas en cuenta en el procedimiento de montaje particular, para obtener después de éste las coordenadas de proyecto para la estructura terminada.

### CONTROL

El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección de Obra, su Manual de

Control de Calidad, en el cual deben recogerse las técnicas a utilizar en esta materia.

El Control de Calidad se ajustará al Programa de Puntos de Inspección (P.P.I.) que el Contratista está obligado a presentar antes del comienzo de los trabajos en taller para ser aprobado por la Dirección de Obra. Así mismo, la Dirección de Obra podrá modificar dicho P.P.I. en la medida que considere oportuno y de acuerdo a las necesidades que puedan ir surgiendo durante la realización de la Obra. El Contratista estará obligado al desarrollo de dicho P.P.I., salvo que por necesidades de ejecución o por causa justificada y tras consulta por escrito a la Dirección de Obra, ésta estimase oportuno modificar dicho desarrollo.

#### 1) Calidad del acero

Tanto en las chapas como en los perfiles deberá constar la calidad y marca de procedencia, debiéndose entregar los certificados de calidad en origen de todo material empleado en la construcción.

Los controles a realizar se ceñirán a lo especificado en el PG 4 /88.

#### 2) Dimensiones de los elementos

El Contratista, por medio de su departamento de control de calidad y previo aviso a la Dirección de Obra, verificará que todas las piezas concuerdan con las medidas indicadas en los planos y presentará los protocolos de verificación a la Dirección de Obra.

Las tolerancias de espesor en chapas planas y las tolerancias dimensionales de los perfiles se deberán ajustar a lo prescrito en la norma EAE.

La Dirección de Obra confeccionará las hojas de control geométrico y dimensional a realizar, donde se detallarán claramente los puntos a controlar, medios a disponer, etc.



El Contratista está obligado a facilitar la realización de este control por los técnicos designados por la Dirección de Obra, y a atender a las correcciones que éstos le indiquen tanto durante la fabricación en taller como en el montaje en obra.

### 3) Hojas de control

Una vez desarrollados los planos de taller y aprobados por la Dirección de Obra, ésta confeccionará las hojas de control a realizar, donde detalladamente se especificará los puntos a controlar.

Las reparaciones se volverán a controlar, y en función del defecto detectado, la Dirección de Obra decidirá el número de controles necesarios a realizar a cada lado del tramo reparado, con el objeto de asegurarse de la eliminación completa de dicho defecto.

Las reparaciones y los ensayos motivados por las mismas, así como el aumento del número de controles debido a una baja en la calidad de Obra, serán por cuenta del contratista.

Si se observara un nivel de calidad que se aparte del nivel normal en un porcentaje elevado, se incrementarían los niveles de control, a juicio de la Dirección de Obra, pudiendo la misma ordenar al Contratista el empleo de procedimientos de control no considerados en este Pliego, como medida complementaria de los aquí señalados, hasta volver a un nivel de calidad normal, según el criterio de dicha Dirección.

Cualquier incumplimiento de las Condiciones Técnicas observado por la Dirección de Obra durante la ejecución de la soldadura, será puesto en conocimiento del Técnico en Soldadura del Contratista, el cual viene obligado a tomar una acción correctora inmediata, con independencia de ello y en función de la gravedad y reincidencia de la falta, la Dirección de Obra podrá retirar la cualificación del soldador.

Serán sometidos a la aprobación de la Dirección de Obra, la homologación de los

aparatos de soldadura, así como los certificados de regulación de amperímetros, voltímetros, etc.

### MEDICIÓN Y ABONO

El acero laminado se abonará por kilogramos (kg) al precio correspondiente que para cada tipo de acero figura en el Cuadro de Precios N<sup>o</sup>1.

La unidad se abonará por los kilogramos teóricos obtenidos como resultado de aplicar a las mediciones efectuadas sobre los planos de construcción, aprobados por la Dirección de Obra, los pesos unitarios deducidos para cada pieza o conjunto, de los catálogos oficiales. En los precios irán incluidos los sobrepesos de los cordones de soldadura.

En el precio se incluye: el suministro y la elaboración completa del acero en taller, su transporte hasta pie de obra, descarga ordenada y posible almacenamiento, manipulación, izado, presentación, ajuste, soldadura, atornillado, esmerilado y cuantas operaciones sean necesarias para conseguir la calidad de las uniones en los ajustes y tolerancia exigidas en los Planos y en este Pliego de Condiciones.

Asimismo, se incluye la tornillería, la colocación, las soldaduras y cuantos otros materiales sean necesarios para conseguir un acabado perfecto.

Se incluye también la maquinaria auxiliar, grúas, grupos de soldadura, hornos de secado, estructuras provisionales de apoyo, gateos y cimbrados en cuantas ocasiones sea necesario hacerlos y deshacerlos, andamios, escaleras, herramientas, electrodos y otros elementos que sean necesarios para llevar a cabo los montajes en las condiciones de seguridad exigidas; las protecciones contra frío, lluvia o nieve, los materiales y cuantas operaciones sean necesarias para la sujeción temporal.

Se incluye también todas las operaciones y medios necesarios para las operaciones de montaje.

Se incluye asimismo, la cualificación personal, y todos los costes de ensayos

mecánicos de composición química, controles por líquidos penetrantes, partículas magnéticas, radiografías o ultrasonidos, etc., de acuerdo con las condiciones exigidas por este Pliego y la normativa vigente.

### 3.8.3 ACERO INOXIDABLE EN ESTRUCTURAS Y ELEMENTOS

#### CARACTERÍSTICAS

El tipo a emplear, de acuerdo con la nomenclatura de las normas AISI, será el 316 o el 304. El acabado de su superficie será, de acuerdo con la norma DIN 17.400, tipo III-d, o bien según las normas AISI, tipo BA. No se permitirá en obra civil el empleo de cualquier otro tipo de acero inoxidable.

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

#### MEDICIÓN Y ABONO

El inoxidable se abonará por kilogramos (kg) al precio correspondiente que para cada tipo de acero figura en el Cuadro de Precios Nº1.

Los elementos singulares de acero inoxidable se medirán de acuerdo con lo especificado en los planos y se abonarán a los precios correspondiente que figuran en el Cuadro de Precios Nº1.

### 3.8.4 PROTECCIÓN DE SUPERFICIES CON PINTURA

#### EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Como norma general, todos los elementos normalizados (motores, reductores, soportes, cojinetes, etc.) deberán pintarse según normas del fabricante.

Las partes mecanizadas deberán estar protegidas con barniz especial antioxidante.

Todas las superficies que deban ser pintadas se prepararán adecuadamente antes de la aplicación de cualquier material. Se tendrá especial cuidado en eliminar la herrumbre, polvo, escorias de soldadura y todos aquellos contaminantes que puedan dañar la pintura. Antes de realizar la limpieza mecánica, se eliminarán de todas las superficies el aceite, grasa y marcas de tiza. También se quitarán todas las rebabas y salpicaduras debidas a la soldadura. Particularmente, se tomarán precauciones para prevenir la contaminación de las superficies limpias con sales, ácidos, bases u otras sustancias químicas corrosivas antes de aplicar la primera capa de pintura y entre la aplicación de las sucesivas capas. El grado de preparación exigido a todas las superficies metálicas será el correspondiente al chorreado de arena según el grado SA 2 1/2 de la SVENSK STANDARD SIS 055900, procediéndose posteriormente a la limpieza de las superficies mediante aspirador de polvo, aire comprimido limpio y seco o cepillo limpio.

La protección a aplicar a las diferentes superficies metálicas será la siguiente:

- ∞ Partes sumergidas y tuberías difícilmente accesibles: tres (3) capas de pintura negra epoxi bituminoso. Espesor total trescientas (300) micras.
- ∞ Partes en contacto intermitente con agua y tuberías a la intemperie o fácilmente accesibles: dos (2) capas de imprimación minio de plomo de cuarenta (40) micras, ochenta (80) micras en total y una (1) capa de esmalte de Cloro Caucho de setenta (70) micras.
- ∞ Partes sin contacto con el agua: dos (2) capas de imprimación minio plomo al clorocaucho de ochenta (80) micras de espesor total y una (1)

capa de esmalte al clorocaucho de setenta (70) micras.

Nunca se aplicará la pintura cuando las condiciones climáticas sean adversas: lluvia, alta humedad, rayos solares directamente, etc. y, en particular, si se dan alguno de los casos siguientes:

- ∞ Temperatura ambiente por debajo de los cinco grados centígrados (5º).
- ∞ Si se prevé que la temperatura pueda bajar de cero grados centígrados (0º) antes de que la pintura haya secado.
- ∞ Cuando la temperatura del metal sea cinco grados centígrados (5º) por debajo del punto de rocío del aire.
- ∞ Temperatura ambiente por encima de cincuenta grados centígrados (50º).
- ∞ Humedad relativa superior al ochenta y cinco por ciento (85%).

Como normal general, las pinturas de imprimación deberán aplicarse sólo con brocha o con pistola sin aire.

Cada capa deberá dejarse secar durante el tiempo que se indique en la hoja de características del producto, antes de aplicar la capa siguiente.

Cualquier capa de pintura que haya estado expuesta a condiciones adversas antes de su secado, deberá ser eliminada mediante chorreado y se procederá a la aplicación de una nueva capa.

El intervalo entre la aplicación de dos capas sucesivas, no deberá exceder del indicado en la hoja de características del producto. Cuando por cualquier causa, el intervalo repintado haya sido sobrepasado y se observe un grado excesivo de polimerización en la capa aplicada, deberá efectuarse un chorreado ligero sobre la misma, antes de proceder a la aplicación de la capa siguiente.

El espesor de película para cada capa de pintura deberá ser especificado por el contratista en el proyecto de construcción, debiendo ser estrictamente observado durante la ejecución. Siempre que no se indique lo contrario, se tratará de espesores

de película seca.

Los colores de los distintos elementos de la instalación serán definidos por el contratista, previa aprobación de la Dirección de Obra, de acuerdo con las normas UNE.

Durante la aplicación de las pinturas, se observarán las medidas de seguridad adecuadas. La zona estará suficientemente ventilada y en ella figurarán rótulos de "NO FUMAR". Los aparatos utilizados no desprenderán chispas. Los operarios deberán vestir guantes, gafas o caretas, si fuera necesario, para evitar el contacto con la piel de productos tóxicos, así como su inhalación.

Todas las superficies que vayan a ser pintadas, serán inspeccionadas antes y después de realizar el trabajo por un técnico facultativo designado por el Director de Obra.

El contratista presentará a la Dirección de Obra un plan de las distintas etapas de la preparación de superficies y aplicación de las pinturas, así como las pruebas e inspecciones que se vayan a realizar, que serán como mínimo las siguientes:

- ⌘ Medios utilizados para el almacenamiento, preparado de superficies, mezcla, aplicación y curado de las pinturas.
- ⌘ Recepción de los materiales.
- ⌘ Inspección de las superficies antes de su preparación.
- ⌘ Inspección de las superficies después de su preparación.
- ⌘ Preparación y mezcla de las pinturas.
- ⌘ Aplicación de las capas.
- ⌘ Características de la pintura, después de secada (picaduras, ampollas, uniformidad del color, espesor, etc.).

Los aparatos necesarios para la inspección y pruebas de pintura correrán por cuenta del contratista.

Todas las superficies metálicas deberán ser protegidas contra la corrosión, con

arreglo a las anteriores especificaciones, excepto las siguientes:

- ∞ Aceros inoxidables.
- ∞ Latón, bronce, cobre y metales cromados.
- ∞ Mecanismos de interruptores.
- ∞ Placas de características.
- ∞ Aislamientos.
- ∞ Interiores de equipos en los que no se especifique explícitamente.
- ∞ Tuberías con aislamiento.

#### MEDICIÓN Y ABONO

Esta unidad no será objeto de abono independiente.

La medición y valoración del tratamiento de pintado de cualquier elemento metálico se encuentra incluido dentro del precio de dicho elemento.

### 3.8.5 PROTECCIÓN POR GALVANIZACIÓN

#### DEFINICIÓN

La protección de elementos de acero mediante galvanización, se realizará por el procedimiento de "galvanización en caliente" sumergiendo la pieza preparada en un baño de zinc fundido.

La preparación del elemento metálico se efectuará eliminando por completo el óxido, cascarilla, pintura y manchas de aceites o similares que existan sobre su superficie por medio de tratamientos adecuados y decapado en ácidos.

Los elementos metálicos una vez preparados se sumergirán en baño de zinc de primera fusión (Normas UNE EN 1774) durante, al menos, el tiempo preciso para alcanzar la temperatura de baño.

El aspecto de las superficies galvanizadas será homogéneo y sin discontinuidades, no debiendo existir ampollas, bultos, trozos arenosos o negros ni acumulaciones excesivas de zinc.

El espesor mínimo del recubrimiento será de ochenta y seis (86) micras equivalente a seiscientos diez (610) grados por metro cuadrado de superficie tratada.

El control de la adherencia, masa depositada de zinc y la continuidad del revestimiento se realizarán de acuerdo con la norma MELC 8.06.

No se admitirá soldadura de los elementos posterior al tratamiento de galvanización.

Para el pintado de las superficies galvanizadas se procederá, previamente a la limpieza de las mismas, evitando jabones y detergentes, a su desengrase con disolventes tipo hidrocarburo y a su completo secado. Posteriormente se extenderá sobre ellas una capa de imprimación especial para acero galvanizado con rendimientos de treinta y cinco (35) a cincuenta (50) metros cuadrados por litro y finalmente una capa de acabado con un espesor de película seca de veinticinco (25) a cincuenta (50) micras y rendimientos de diez (10) a quince (15) metros cuadrados por litro.

#### MEDICIÓN Y ABONO

Esta unidad no será objeto de abono independiente.

La medición y valoración del tratamiento de galvanización y pintado de cualquier elemento metálico se encuentra incluido dentro del precio de dicho elemento.

### **3.8.6 TAPAS DE REGISTRO Y TRAMPILLONES**

#### CARACTERÍSTICAS

La fundición empleada presentará en su fractura grano fino, regular, homogéneo y compacto. Deberá ser dulce, tenaz y dura, pudiendo sin embargo trabajarse a lima y



a buril y siendo susceptible de ser cortada y taladrada fácilmente. En su moldeo no presentará poros, sopladuras, bolsas de aire o huecos, gotas frías, grietas, manchas, pelos ni otros defectos debidos a impurezas que perjudiquen a la resistencia o a la continuidad del material y al buen aspecto de la superficie del producto obtenido.

La resistencia mínima a tracción será de catorce kilogramos por milímetro cuadrado ( $14 \text{ kg/mm}^2$ ), la dureza Brinell máxima: doscientos quince (215), y el módulo elástico estará comprendido entre siete mil ( $7.000 \text{ kg/mm}^2$ ) y diez mil ( $10.000 \text{ kg/mm}^2$ ) kilogramos por milímetro cuadrado.

Las tapas de registro y trampillones de nueva colocación presentarán en su superficie exterior un dibujo de cuatro milímetros (4 mm) de profundidad, e irán provistas de taladros para su levantamiento. Deberán presentar en su superficie las inscripciones de los modelos municipales y el año en que han sido colocadas.

La mecanización de las piezas deberá permitir que las tapas asienten perfectamente sobre el marco en cualquier posición.

Las tapas de registro serán aquellas definidas como “aseguradas”.

Las tapas de registro circulares de sesenta centímetros (60 cm) de diámetro serán de tipo ligero o reforzado según su situación sea en aceras o calzadas, siendo los pesos mínimos respectivos del conjunto de tapa y marco de noventa y cinco kilogramos (95 kg) y ciento quince kilogramos (115 kg).

Las tapas de registro circulares de ochenta centímetros (80 cm) de diámetro tendrán un peso igual o superior a doscientos diez kilogramos (210 kg).

Las tapas de registro circulares de cien centímetros (100 cm) de diámetro tendrán un peso igual o superior a trescientos treinta y siete kilogramos (337 kg).

Los trampillones para llaves de compuerta dispondrán de un tafe de ciento cinco milímetros (105 mm) de diámetro, siendo su peso total igual o superior a once kilogramos (11 kg).

Los registros en los sistemas telescópicos para accionamiento de válvulas

enterradas, serán de polipropileno reforzados con fibra de vidrio en el caso de tomas domiciliarias, y de fundición para las restantes.

Las tapas en arquetas de toma de agua serán de cuarenta por cuarenta centímetros (40x40 cm) y diecisiete kilogramos (17 kg) de peso, debiendo constar en la tapa la inscripción y el año de su colocación.

### MEDICIÓN Y ABONO

Esta unidad no será objeto de abono independiente.

## **3.9 FIRMES**

### **3.9.1 RIEGOS DE IMPRIMACIÓN**

#### MATERIALES

El ligante a emplear será emulsión catiónica de imprimación tipo ECI. La denominación del riego de imprimación será la marcada en la UNE-EN 13808.

No obstante, el Director de las obras podrá autorizar el empleo de otro tipo de ligante de los definidos en el artículo 213 “Emulsiones bituminosas” del PG-3, si las condiciones circunstanciales de ejecución de las obras así lo aconsejan.

#### DOSIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

La dosificación definitiva será fijada por la Dirección de la obra a la vista de las condiciones circunstanciales de ejecución de las obra. A efectos de Proyecto y de mediciones se establece para la emulsión una dotación de uno coma cinco kilogramos por metro cuadrado (1,5 kg/m<sup>2</sup>).

La dotación del árido será la necesaria para la absorción de un exceso de ligante o para garantizar la protección de la imprimación bajo la acción de la circulación. A nivel

de proyecto esta dotación se fija en ocho litros por metro cuadrado (8 l/m<sup>2</sup>).

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

### EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Cuando la superficie sobre la que vaya a efectuarse el riego de imprimación, no cumpla las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente, deberá ser corregida de acuerdo con el PG-3 y las instrucciones del Director de las Obras.

El Director de las Obras aprobará la dotación y temperatura de aplicación del ligante hidrocarbonado, y podrá dividir la dotación en dos (2) aplicaciones cuando lo requiera la correcta ejecución del riego, sin que ello suponga incremento alguno en el precio de abono de la unidad. La temperatura de aplicación deberá, en principio proporcionar al ligante una viscosidad no superior a cien segundos (100 s) Sabolt-Furol, según la Norma UNE 104281.

El Director de las obras, podrá ordenar la supresión del riego de imprimación cuando lo aconsejen a su juicio las condiciones circunstanciales de ejecución de las obras o a las exigencias del tráfico.

### MEDICIÓN Y ABONO

El riego de imprimación se abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados medidos sobre el terreno, al precio que figura en el Cuadro de Precios N<sup>º</sup>1 para esta unidad de obra.

## **3.9.2 RIEGOS DE ADHERENCIA**

### MATERIALES

El ligante a emplear será emulsión tipo ECR-1.

No obstante, el Director de las obras podrá autorizar el empleo de otro tipo de ligante de los definidos en el artículo 213 “Emulsiones bituminosas” del PG-3, si las condiciones circunstanciales de ejecución de las obras así lo aconsejan.

#### DOSIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

La dosificación definitiva será fijada por la Dirección de la obra a la vista de las condiciones circunstanciales de ejecución de las obra. A efectos de Proyecto y de mediciones se establece para la emulsión una dotación de cero coma cinco kilogramos por metro cuadrado (0,5 kg/m<sup>2</sup>).

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

#### EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Cuando la superficie sobre la que vaya a efectuarse el riego de adherencia, no cumpla las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente, deberá ser corregida de acuerdo con el PG-3 y las instrucciones del Director de las obras.

El Director de las obras aprobará la dotación y temperatura de aplicación del ligante hidrocarbonado, y podrá dividir la dotación en dos (2) aplicaciones cuando lo requiera la correcta ejecución del riego, sin que ello suponga incremento alguno en el precio de abono de la unidad. La temperatura de aplicación de la emulsión será tal que su viscosidad esté comprendida entre diez y cuarenta segundos Saybolt Furol (10 a 40 sSF), según la Norma UNE 104281.

El Director de las obras, podrá ordenar la supresión del riego de adherencia cuando lo aconsejen a su juicio las condiciones circunstanciales de ejecución de las obras o a las exigencias del tráfico.

El riego de adherencia se podrá aplicar sólo cuando la temperatura ambiente sea superior a los diez grados Celsius (10 °C), y no exista fundado temor de precipitaciones

atmosféricas. Dicho límite se podrá rebajar a juicio del Director de las Obras a cinco grados Celsius (5 °C), si la temperatura ambiente tiende a aumentar. La aplicación del riego de adherencia se coordinará con la puesta en obra de la capa bituminosa a aquél superpuesta, de manera que la emulsión bituminosa haya curado o roto, pero sin que haya perdido su efectividad como elemento de unión. Cuando el Director de las Obras lo estime necesario, se efectuará otro riego de adherencia, el cual no será de abono si la pérdida de efectividad del riego anterior fuese imputable al Contratista. Se prohibirá todo tipo de circulación sobre el riego de adherencia, hasta que haya terminado la rotura de la emulsión.

### MEDICIÓN Y ABONO

El riego de adherencia se abonará por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados medidos sobre el terreno, al precio que figura en el Cuadro de Precios N<sup>o</sup>1 para esta unidad de obra.

## 3.9.3 MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

### MATERIALES

#### 1) Ligante hidrocarbonado

El ligante a emplear en todas las mezclas bituminosas en caliente del presente proyecto será un betún asfáltico tipo B50/70, salvo modificación justificada y autorizada por el Director de las Obras.

#### 2) Áridos

- Características generales

Los áridos a emplear en las mezclas bituminosas en caliente podrán ser naturales o artificiales siempre que cumplan las especificaciones requeridas.

Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío.

Antes de pasar por el secador de la central de fabricación, el equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8, del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos (incluido el polvo mineral) según las proporciones fijadas en la fórmula de trabajo, deberá ser superior a cincuenta (50). De no cumplirse esta condición, su índice de azul de metileno, según la UNE-EN 933-9, deberá ser inferior a uno (1) y, simultáneamente, el equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8, deberá ser superior a cuarenta (40).

Los áridos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar corrientes de agua.

El Director de las Obras deberá fijar los ensayos para determinar la inalterabilidad del material.

- Árido grueso

El árido grueso empleado en la capa de rodadura de las calzadas será de naturaleza ofítica o silíceo. El árido grueso para capas de rodadura será por lo general de una única procedencia y naturaleza.

La proporción mínima de partículas total y parcialmente trituradas del árido grueso (en porcentaje en masa) debe cumplir la Norma UNE-EN 933-5 en función del tipo de categoría de tráfico pesado.

El índice de lajas de las distintas fracciones del árido grueso debe cumplir la UNE-EN 933-3 en función del tipo de categoría de tráfico pesado.

El coeficiente de desgaste Los Ángeles debe cumplir la UNE-EN 1097-2 en función del tipo de categoría de tráfico pesado y del tipo de capa (rodadura, intermedia y base).

El coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso a emplear en capas de rodadura debe cumplir la norma UNE-EN 1097-8.

El árido grueso deberá estar exento de todo tipo de materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa. El contenido de finos (norma UNE-EN 933-1) determinado como el porcentaje que pasa por el tamiz 0,063 mm, será inferior al cinco por mil (<5%) en masa. En el caso de que no se cumplan las prescripciones establecidas respecto a la limpieza del árido grueso, el Director de las Obras podrá exigir su lavado, aspiración u otros métodos previamente aprobados, y una nueva comprobación.

- Árido fino

El árido fino deberá proceder de la trituración de piedra de cantera o grava natural en su totalidad. Únicamente en categorías de tráfico pesado T3 y T4 y arcenes, se podrá emplear en parte arena natural no triturada, y en ese caso, el Proyecto, o en su defecto el Director de las Obras, deberá señalar la proporción máxima en la mezcla, la cual no será superior al diez por ciento (10%) de la masa total del árido combinado, ni superar en ningún caso, el porcentaje de árido fino triturado. Para capas de rodadura en las que se emplee árido fino de distinta procedencia que el árido grueso, aquel corresponderá a una fracción 0/2mm con un porcentaje retenido por el tamiz 2 mm no superior al diez por ciento (10%) del total de la fracción, con el fin de evitar la existencia de partículas de tamaño superior a dos milímetros (2 mm).

El árido fino deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga y otras materias extrañas.

El material que se triture para obtener árido fino deberá cumplir las condiciones exigidas al árido grueso sobre el coeficiente de Desgaste Los Ángeles.

- Polvo mineral

La proporción del polvo mineral de aportación a emplear en la mezcla deberá cumplir lo fijado en la tabla siguiente. El Director de las Obras podrá modificar la proporción mínima de éste únicamente en el caso de que se comprobase que el polvo mineral procedente de los áridos cumple las condiciones exigidas.

PROPORCIÓN DE POLVO MINERAL DE APORTACIÓ (%)					
TIPO DE CAPA	CATERGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00	T0 y T1	T2	T3 y arcenes	T4
RODADURA	100			≥50	
INTERMEDIA	100		≥50		
BASE	100	≥50			

La granulometría del polvo mineral se determinará según la norma UNE-EN 933-10.

La densidad aparente del polvo mineral deberá estar comprendida entre cinco y ocho décimas de gramo por centímetro cúbico (0,5 a 0,8 g/cm<sup>3</sup>) (UNE-EN 1097-3).

#### TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

La designación de las mezclas bituminosas, según la nomenclatura establecida en la norma UNE-EN 13108-1, se complementará con información sobre el tipo de granulometría que corresponda a la mezcla, con el fin de poder diferenciar mezclas con el mismo tamaño máximo de árido pero con husos granulométricos diferentes. Para ello, a la designación establecida en la norma UNE-EN 13108-1 se añadirá la letra D, S o G después de la indicación del tipo de ligante, según se trate de una mezcla densa, semidensa o gruesa, respectivamente.



Los husos granulométricos establecidos en el FOM 2523/2014 podrán ser diferentes por modificación justificada y autorizada del Director de las Obras.

La dotación de ligante hidrocarbonado de la mezcla bituminosa en caliente deberá ser como mínimo del cuatro coma cinco por ciento (4,5%) en capas de rodadura, del cuatro por ciento (4,0%) en capas intermedias para mezclas densas y semidensas y cuatro coma cinco por ciento (4,5%) para mezclas de alto módulo y en capas de base cuatro por ciento (4%) para mezclas semidensas y gruesas y cuatro coma setenta y cinco (4,75%) para mezclas de alto módulo.

#### EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

##### 1) Central de fabricación

Las mezclas bituminosas se fabricarán por medio de centrales capaces de manejar simultáneamente en frío el número de fracciones del árido que exija la fórmula de trabajo adoptada.

El número mínimo de tolvas para áridos en frío será función del número de fracciones de árido que exija la fórmula de trabajo adoptada, pero en todo caso no será inferior a cuatro (4).

En centrales de mezcla continua con tambor secador-mezclador, el sistema de dosificación será ponderal, al menos para la arena y para el conjunto de los áridos, y tendrá en cuenta la humedad de éstos, para corregir la dosificación en función de ella. En los demás tipos de central para la fabricación de mezclas para las categorías de tráfico pesado T00 a T2 también será preceptivo disponer de sistemas ponderales de dosificación en frío.

La central tendrá sistemas separados de almacenamiento y dosificación del polvo mineral recuperado y de aportación, los cuales serán independientes de los correspondientes al resto de los áridos, y estarán protegidos de la humedad. Las centrales cuyo secador no sea a la vez mezclador estarán provistas de un sistema de

clasificación de los áridos en caliente (de capacidad acorde con su producción) en un número de fracciones no inferior a tres (3), y de silos para almacenarlos.

Las centrales de mezcla discontinua estarán provistas en cualquier circunstancia de dosificadores ponderales independientes: al menos uno (1) para los áridos calientes, cuya precisión sea superior al cinco por mil ( $\pm 5 \text{‰}$ ), y al menos uno (1) para el polvo mineral y uno (1) para el ligante hidrocarbonado, cuya precisión sea superior al tres por mil ( $\pm 3 \text{‰}$ ).

Si se previera la incorporación de aditivos a la mezcla, la central deberá poder dosificarlos con homogeneidad y precisión suficiente, a juicio del Director de las Obras.

Si la central estuviera dotada de tolvas de almacenamiento de las mezclas fabricadas, deberá garantizar que en las cuarenta y ocho horas (48 h) siguientes a la fabricación, el material acopiado no ha perdido ninguna de sus características, en especial la homogeneidad del conjunto y las propiedades del ligante.

## 2) Elementos de transporte

La mezcla bituminosa se transportará al lugar de empleo en camiones de caja abierta, lisa y estanca, perfectamente limpia, y que se tratará, para evitar que la mezcla se adhiera a ella. Dichos camiones deberán estar siempre provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger la mezcla bituminosa durante su transporte.

La forma y altura de la caja de los camiones deberá ser tal que, durante el vertido en la extendidora, cuando éstas no dispongan de elementos de transferencia de carga, el camión sólo toque a aquélla a través de los rodillos previstos al efecto.

Los medios de transporte deberán estar adaptados, en todo momento, al ritmo de ejecución de la obra teniendo en cuenta la capacidad de producción de la central de fabricación y del equipo de extensión y la distancia entre ésta y la zona de extensión.

## 3) Equipo de extensión

Las extendedoras serán autopropulsadas, y estarán dotadas de los dispositivos necesarios para la puesta en obra de la mezcla bituminosa con la geometría y producción deseadas, y un mínimo de precompactación que será fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, por el Director de las Obras. La capacidad de sus elementos, así como la potencia, serán adecuadas para el tipo de trabajo que deban desarrollar.

La extendedora deberá estar dotada de un dispositivo automático de nivelación y de un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal cuando sea precisa.

Se comprobará, en su caso, que los ajustes del enrasador y de la maestra se atienen a las tolerancias mecánicas especificadas por el fabricante, y que dichos ajustes no han sido afectados por el desgaste u otras causas.

Para las categorías de tráfico pesado T00 a T2 o con superficies a extender en calzada superiores a setenta mil metros cuadrados ( $> 70\ 000\ m^2$ ), será preceptivo disponer delante de la extendedora un equipo de transferencia autopropulsado, que esencialmente colabore a garantizar la homogeneización granulométrica y permita, además, la uniformidad térmica y de las características superficiales.

La anchura mínima y máxima de extensión se definirá en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, por el Director de las Obras. Si a la extendedora se acoplan piezas para aumentar su anchura, éstas deberán quedar perfectamente alineadas con las originales.

#### 4) Equipo de compactación

Se podrán utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibrantes, de neumáticos o mixtos. La composición mínima del equipo será un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos o mixto, y un (1) compactador de neumáticos y será aprobada por el Director de las Obras a la vista de los resultados del tramo de prueba.

Todos los tipos de compactadores deberán ser autopropulsados, tener inversores

de sentido de marcha de acción suave y estar dotados de dispositivos para la limpieza de sus llantas o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario.

Los compactadores de llantas metálicas no presentarán surcos ni irregularidades en ellas. Los compactadores vibratorios tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración al invertir el sentido de su marcha. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras y traseras, y faldones de lona protectores contra el enfriamiento de los neumáticos.

Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos tipos de compactadores serán las necesarias para conseguir la densidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, sin producir roturas del árido, ni arrollamientos de la mezcla a la temperatura de compactación, y serán aprobadas por el Director de las Obras a la vista de los resultados del tramo de prueba.

### EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

#### 1) Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La fabricación y puesta en obra de la mezcla no se iniciará hasta que se haya aprobado por el Director de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en laboratorio y verificada en la central de fabricación.

Dicha fórmula fijará como mínimo las siguientes características:

- ∞ Identificación y proporción de cada fracción del árido en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente.
- ∞ Granulometría de los áridos combinados, incluido el polvo mineral, por los tamices 45 mm; 32 mm; 22 mm; 16 mm; 8 mm; 4 mm; 2 mm; 0,500 mm; 0,250 mm y 0,063 mm de la norma UNE-EN 933-2 que correspondan para cada tipo de mezcla, expresada en porcentaje del árido total con una

- aproximación del uno por ciento (1%), con excepción del tamiz 0,063 mm que se expresará con aproximación del uno por mil (1 ‰).
- ∞ Dosificación, en su caso, de polvo mineral de aportación, expresada en porcentaje del árido total con aproximación del uno por mil (1 ‰).
  - ∞ Dosificación, en su caso, de polvo mineral de recuperación expresada en porcentaje del árido total con aproximación del uno por mil (1 ‰).
  - ∞ Tipo y características del ligante hidrocarbonado.
  - ∞ Dosificación de ligante hidrocarbonado referida a la masa de la mezcla total (incluido el polvo mineral) y la de aditivos al ligante, referida a la masa del ligante hidrocarbonado.
  - ∞ En su caso, tipo y dotación de las adiciones a la mezcla bituminosa, referida a la masa de la mezcla total.
  - ∞ Los tiempos a exigir para la mezcla de los áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el ligante.
  - ∞ Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de áridos y ligante. En ningún caso se introducirá en el mezclador árido a una temperatura superior a la del ligante en más de quince grados Celsius (15 °C).
  - ∞ La temperatura de mezclado con betunes asfálticos se fijará dentro del rango correspondiente a una viscosidad dinámica del betún (norma UNE-EN 13302), de ciento cincuenta a trescientos centipoises (150-300 cP). Además, en el caso de betunes modificados con polímeros, betunes mejorados con caucho o de betunes especiales para mezclas semicalientes, en la temperatura de mezclado se tendrá en cuenta el rango recomendado por el fabricante. El Director de las Obras podrá solicitar la curva de viscosidad del betún en función de la temperatura.
  - ∞ La temperatura mínima de la mezcla en la descarga desde los elementos

de transporte y a la salida de la extendedora, que no será inferior a ciento treinta grados Celsius (130°C), salvo en mezclas semicalientes o justificación en contrario.

- ⌘ La temperatura máxima de la mezcla al iniciar la compactación y la mínima al terminarla.
- ⌘ En el caso de que se empleen adiciones se incluirán las prescripciones necesarias sobre su forma de incorporación y tiempo de mezclado.

El Contratista deberá entregar al Director de las Obras para su aceptación, las características de la mezcla respecto de las siguientes propiedades:

- ⌘ Contenido de huecos y densidad aparente asociada a ese valor.
- ⌘ Resistencia a la deformación permanente.
- ⌘ Sensibilidad al agua.
- ⌘ Adicionalmente, en el caso de mezclas de alto módulo, valor del módulo dinámico y de la resistencia a fatiga.

Dichas propiedades deben cumplir con lo expuesto en la FOM-2523/2014.

## 2) Preparación de la superficie existente

Se comprobará la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la mezcla bituminosa.

## 3) Aprovisionamiento de áridos

Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. Cada fracción será suficientemente homogénea y se podrá acopiar y manejar sin peligro de segregación.

Para mezclas con tamaño máximo de árido de dieciséis milímetros ( $D = 16 \text{ mm}$ ) el

número mínimo de fracciones será de tres (3); para el resto de las mezclas será de cuatro (4). El Director de las Obras podrá exigir un mayor número de fracciones, si lo estima necesario para cumplir las tolerancias exigidas a la granulometría de la mezcla

Cuando se detecten anomalías en la producción o suministro de los áridos, se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de un árido, que obligaría siempre al estudio de una nueva fórmula de trabajo.

#### 4) Fabricación de la mezcla

La carga de cada una de las tolvas de áridos en frío se realizará de forma que su contenido esté siempre comprendido entre el cincuenta y el cien por ciento (50% a 100%) de su capacidad, sin rebosar. Para mezclas densas y semidensas la alimentación del árido fino, aun cuando éste fuera de un único tipo y granulometría, se efectuará dividiendo la carga entre dos (2) tolvas.

A la descarga del mezclador todos los tamaños del árido deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla, y todas sus partículas total y homogéneamente cubiertas de ligante. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador no excederá de la fijada en la fórmula de trabajo

#### 5) Transporte de la mezcla

La mezcla bituminosa se transportará en camiones de la central de fabricación a la extendedora. La caja del camión se tratará previamente con un líquido antiadherente. Dicha solución se pulverizará de manera uniforme sobre los laterales y fondo de la caja, utilizando la mínima cantidad para impregnar toda la superficie, y sin que se produzca un exceso de líquido antiadherente, que deberá drenarse en su caso, antes de cargar la mezcla bituminosa. No se permitirá en ningún caso el empleo de productos derivados del petróleo.

Para evitar el enfriamiento superficial de la mezcla, deberá protegerse durante el transporte mediante lonas u otros cobertores adecuados. En el momento de descargarla en la extendedora o en el equipo de transferencia, su temperatura no podrá ser inferior a la especificada en la fórmula de trabajo.

#### 6) Extensión de la mezcla

La extensión comenzará por el borde inferior y se realizará por franjas longitudinales, salvo que el Director de las Obras indique otro procedimiento. La anchura de estas franjas se fijará de manera que se realice el menor número de juntas posible y se consiga la mayor continuidad de la extensión, teniendo en cuenta la anchura de la sección, el eventual mantenimiento de la circulación, las características de la extendedora y la producción de la central

En obras sin mantenimiento de la circulación, para carreteras con calzadas separadas con superficies a extender superiores a setenta mil metros cuadrados ( $> 70\,000\text{ m}^2$ ), se realizará la extensión de cualquier capa bituminosa a ancho completo, trabajando si fuera necesario con dos (2) o más extendedoras ligeramente desfasadas, evitando juntas longitudinales. En los demás casos, después de haber extendido y compactado una franja, se extenderá la siguiente mientras el borde de la primera se encuentre aún caliente y en condiciones de ser compactado; en caso contrario, se ejecutará una junta longitudinal.

La extendedora se regulará de forma que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos del Proyecto.

La extensión se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la extendedora a la producción de la central de fabricación de modo que sea constante y que no se detenga. En caso de parada, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la extendedora y debajo de ésta, no



baje de la prescrita en la fórmula de trabajo para el inicio de la compactación; de lo contrario, se ejecutará una junta transversal.

#### 7) Compactación de la mezcla

La compactación se realizará según el plan aprobado por el Director de las Obras en función de los resultados del tramo de prueba hasta que se alcance la densidad adecuada. Se deberá hacer a la mayor temperatura posible sin rebasar la máxima prescrita en la fórmula de trabajo y sin que se produzca desplazamiento de la mezcla extendida, y se continuará, mientras la mezcla esté en condiciones de ser compactada y su temperatura no sea inferior a la mínima prescrita en la fórmula de trabajo.

La compactación se realizará longitudinalmente, de manera continua y sistemática. Si la extensión de la mezcla bituminosa se realizara por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior.

Los rodillos deberán llevar su rueda motriz del lado más cercano a la extendedora; los cambios de dirección se realizarán sobre mezcla ya apisonada, y los cambios de sentido se efectuarán con suavidad. Los elementos de compactación deberán estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

#### 8) Juntas transversales y longitudinales

Cuando sean inevitables, se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) las transversales, y quince centímetros (15 cm) las longitudinales.

Al extender franjas longitudinales contiguas, si la temperatura de la extendida en primer lugar no fuera superior al mínimo fijado en la fórmula de trabajo para la finalización de la compactación, el borde de esta franja se cortará verticalmente, dejando al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor. Se le aplicará

una capa uniforme y ligera de riego de adherencia, de acuerdo con el artículo 531 de este Pliego, dejando transcurrir el tiempo necesario para la rotura de la emulsión. A continuación, se calentará la junta y se extenderá la siguiente franja contra ella. Este procedimiento se aplicará de manera análoga a la ejecución de juntas transversales.

En capas de rodadura, las juntas transversales se compactarán transversalmente, disponiendo los apoyos precisos para los elementos de compactación.

#### TRAMO DE PRUEBA

Antes de iniciarse la puesta en obra de cada tipo de mezcla bituminosa en caliente será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba, para comprobar la fórmula de trabajo, la forma de actuación de los equipos de extensión y compactación, y, especialmente, el plan de compactación.

Se tomarán muestras de la mezcla bituminosa, que se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas, y se extraerán testigos. A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las Obras decidirá:

- ∞ Si es aceptable o no la fórmula de trabajo. En el primer caso, se podrá iniciar la fabricación de la mezcla bituminosa. En el segundo, el Contratista deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones en la central de fabricación o sistemas de extensión, 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.

#### ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

- 1) Densidad

Obtenida la densidad de referencia, aplicando la compactación prevista en la UNE-EN 12697 a una mezcla bituminosa con granulometría y dosificación medias del lote, en mezclas bituminosas densas, semidensas y gruesas, la densidad no deberá ser inferior al siguiente porcentaje de la densidad de referencia:

- ∞ Capas de espesor igual o superior a seis centímetros ( $\geq 6$  cm): noventa y ocho por ciento (98%).
- ∞ Capas de espesor no superior a seis centímetros ( $< 6$  cm): noventa y siete por ciento (97%).

## 2) Rasante, espesor y anchura

La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de diez milímetros (10 mm) en capas de rodadura e intermedias, ni de quince milímetros (15 mm) en las de base, y su espesor no deberá ser nunca inferior al previsto para ella en la sección-tipo de los Planos de Proyecto.

En perfiles transversales cada veinte metros (20 m), se comprobará la anchura extendida, que en ningún caso deberá ser inferior a la teórica deducida de la sección-tipo de los Planos de Proyecto.

## 3) Regularidad superficial

El Índice de Regularidad Internacional (IRI), según la NLT-330, deberá cumplir lo fijado en la tabla siguiente:

ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA FIRMES DE NUEVA CONSTRUCCIÓN (IRI) (dm/hm)		
PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE CAPA	
	RODADURA E INTERMEDIA	OTRAS CAPAS

	TIPO DE VÍA		BITUMINOSAS
	CALZADAS DE AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS	RESTO DE VÍAS	
50	< 1,5	< 1,5	< 2,0
80	< 1,8	< 2,0	< 2,5
100	< 2,0	< 2,5	< 3,0

#### 4) Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

La superficie de la capa deberá presentar una textura homogénea, uniforme y exenta de segregaciones.

Únicamente a efectos de recepción de capas de rodadura, la macrotextura superficial, según la UNE-EN 13036-1, y la resistencia al deslizamiento, según la UNE 41201, no deberán ser inferiores a los valores indicados en la tabla siguiente:

CARACTERÍSTICA	TODO TIPO DE MEZCLAS EXCEPTO DRENANTES
MACROTEXTURA SUPERFICIAL (*) Valor mínimo (mm)	0,7
RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO (**) CRT mínimo (%)	65

(\*) Medida antes de la puesta en servicio de la capa

(\*\*) Medida una vez transcurridos dos meses desde la puesta en servicio de la capa

#### LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

No se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas en las siguientes situaciones, salvo autorización expresa del Director de las Obras:

- ∞ Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a cinco grados Celsius ( $< 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), salvo si el espesor de la capa a extender fuera inferior a cinco centímetros ( $< 5 \text{ cm}$ ), en cuyo caso el límite será de ocho grados Celsius ( $< 8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Con viento intenso, después de heladas, o en tableros de estructuras, el Director de las Obras podrá aumentar estos límites, a la vista de los resultados de compactación obtenidos.
- ∞ Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Terminada la compactación, se podrá abrir a la circulación la capa ejecutada tan pronto alcance la temperatura ambiente en todo su espesor o bien, previa autorización expresa del Director de las Obras, en capas de espesor igual o inferior a diez centímetros ( $\leq 10 \text{ cm}$ ) cuando alcance una temperatura de sesenta grados Celsius ( $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ), evitando las paradas y cambios de dirección sobre la mezcla recién extendida hasta que ésta alcance la temperatura ambiente.

#### CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad así como los criterios de aceptación y rechazo cumplirán lo especificado en el FOM 2523/2014.

El control de calidad al que se refiere es el control de la procedencia de los materiales, el control de calidad de los materiales y el control en las fases de ejecución (fabricación y puesta en obra).

En cuanto a los criterios de aceptación o rechazo se establecen los referentes a densidad, espesor, rasante, regularidad superficial, macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento.

#### MEDICIÓN Y ABONO

Las mezclas bituminosas en caliente se abonarán por toneladas (t) realmente colocadas, medidas en báscula debidamente contrastada, al precio correspondiente

que para cada tipo de mezcla bituminosa figura en el Cuadro de Precios Nº1.

Este precio incluye la preparación de la superficie existente y de los áridos y el polvo mineral. No serán de abono las creces laterales, ni los aumentos de espesor por corrección de mermas en capas subyacentes.

El ligante hidrocarbonado empleado en la fabricación de mezclas bituminosas en caliente se abonará por toneladas (t) realmente colocadas, obtenidas aplicando a la medición abonable de cada lote la dosificación media deducida de los ensayos de control, al precio que figura en el Cuadro de Precios Nº1 para esta unidad de obra.. En ningún caso será de abono el empleo de activante.

### 3.9.4 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

#### DEFINICIÓN

Se define como simple tratamiento superficial la aplicación de un ligante bituminoso sobre una superficie seguida de la extensión y apisonado de una capa de árido.

La aplicación consecutiva de dos simples tratamientos superficiales, en general de distintas características, se denomina doble tratamiento superficial.

La ejecución del simple tratamiento superficial incluye las operaciones siguientes:

- ∞ Preparación de la superficie existente.
- ∞ Aplicación del ligante bituminoso.
- ∞ Extensión y apisonado del árido.

En el caso de ejecución de un doble tratamiento superficial se realizarán, además, las siguientes operaciones:

- ∞ Segunda aplicación del ligante bituminoso.
- ∞ Segunda extensión y apisonado del árido.

### MATERIALES

#### 1) Ligante bituminoso

El ligante bituminoso a emplear será una emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida tipo ECR-2. Podrá mejorarse el ligante elegido mediante la adición de activantes, caucho, otro ligante o cualquier otro producto siempre que cumpla con las especificaciones del Director de las Obras.

#### 2) Áridos

Los áridos a emplear en tratamientos superficiales serán gravillas procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, en cuyo caso deberán contener, como mínimo, un setenta y cinco por ciento (75 %), en peso, de elementos machacados que presenten dos (2) o más caras de fractura.

El árido se compondrá de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

Si los áridos contienen polvo, se regarán con agua, en acopio o sobre camión, previamente a su utilización.

En el momento de su extensión, el árido no deberá contener más de un cuatro por ciento (4%) de agua libre.

Los áridos a emplear en tratamientos superficiales serán de granulometría uniforme normal.

El coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de Los Ángeles, será inferior a treinta (30).

La adhesividad con los ligantes bituminosos será suficiente, a juicio del Director de la Obra. Se estimará que la adhesividad es suficiente cuando el porcentaje ponderal del árido totalmente envuelto, después del ensayo de inmersión en agua sea superior al noventa y cinco por ciento (95 %).

DOSIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

La dosificación de los materiales y los tipos de ligantes a utilizar en los tratamientos superficiales serán los especificados a continuación. Según las condiciones de la obra, el Director de Obra podrá determinar otras dosificaciones después de haber realizado unos tramos de prueba en los que se hayan estudiado la viscosidad, el estado y las características de la superficie a tratar, el clima, el tráfico y el árido utilizado.

DOSIFICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS SUPERFICIALES		ÁRIDO		LIGANTE RESIDUAL	
		TIPO	kg/m <sup>2</sup>	TIPO	kg/m <sup>2</sup>
<b>SIMPLE TRATAMIENTO</b>		<b>10/5</b>	<b>7</b>	<b>ECR-2</b>	<b>1,1</b>
<b>DOBLE TRATAMIENTO</b>	1ª aplicación	A 20/10	12-14	ECR-2	1,3-1,8
	2ª aplicación	A 10/5	6-8	ECR-2	0,8-1,3

EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

## 1) Equipo necesario para la aplicación del ligante

Irá montado sobre neumáticos y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada, a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante.

El equipo estará provisto de un velocímetro, calibrado en metros por segundo (m/s), directamente visible por el conductor, a fin de que este pueda mantener la velocidad constante necesaria para conseguir una dotación longitudinal uniforme.

Para puntos inaccesibles al equipo, y retoques que sea preciso hacer en la calzada, se empleará una caldera regadora portátil provista de una lanza de mano. En el caso de que el ligante empleado haga necesario el calentamiento, deberá estar dotada



de un sistema de calefacción por quemador de combustible líquido.

En ambos casos, la bomba de impulsión del ligante deberá ser accionada por motor y estar provista de un indicador de presión calibrado en kilogramos fuerza por centímetro cuadrado ( $\text{kgf/cm}^2$ ). También deberá estar provisto el equipo de un termómetro para el ligante, calibrado en grados centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ), cuyo elemento sensible no podrá estar situado en las proximidades de un elemento calentador.

2) Equipo necesario para la extensión del árido

Se utilizarán extendedoras mecánicas incorporadas a un camión, o autopropulsadas.

3) Equipo de apisonado

Se emplearán preferentemente compactadores de neumáticos de peso superior a cinco toneladas (5 t). Cuando se utilicen rodillos de llanta metálica, deberá garantizarse que no se produzca la trituración de los áridos. Los compactadores deberán estar provistos de dispositivos para mantener los rodillos limpios durante la compactación.

EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

1) Preparación de la superficie existente

Se comprobará que la superficie sobre la que se va a efectuar el tratamiento cumple las condiciones de calidad y compactación especificadas para la unidad de obra correspondiente, y no se halla reblandecida por un exceso de humedad. En caso contrario, antes de que el Director de Obra pueda autorizar la iniciación de la extensión del ligante, deberá ser corregida, de acuerdo con el presente Pliego.

Si el tratamiento se va a aplicar sobre un pavimento bituminoso antiguo, se eliminarán los excesos de betún existentes en la superficie del mismo en forma de

manchas negras localizadas.

En el caso de pavimentos de nueva construcción, la superficie de la base deberá ser tratada con un riego de imprimación antes de proceder a la ejecución del tratamiento superficial.

## 2) Primera aplicación del ligante

La aplicación del ligante elegido se hará con la dotación y a la temperatura aprobadas por el Director de Obra, de manera uniforme y evitando la duplicación de la dotación en las juntas transversales de trabajo. Para ello se colocarán tiras de papel, u otro material, bajo los difusores en aquellas zonas de trabajo. Para ello se colocarán tiras de papel, u otro material, bajo los difusores en aquellas zonas de la superficie donde comience o se interrumpa el trabajo, con objeto de que el riego pueda iniciarse o terminarse sobre ellas y los difusores funcionen con normalidad sobre la zona a tratar.

La temperatura de aplicación del ligante será tal que su viscosidad esté comprendida entre veinticinco y cien segundos Saybolt Furol (25-100 sSF).

Se protegerán, para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos constructivos o accesorios tales como bordillos, vallas, árboles, etc, puedan sufrir ese efecto.

## 3) Primera extensión y apisonado del árido

La extensión del árido elegido se realizará de manera uniforme, con la dotación aprobada por el Director de Obra, no dejando transcurrir más de cinco minutos (5 min) desde la aplicación del ligante bituminoso. La distribución del árido se efectuará de manera que se evite el contacto de las ruedas de la extendedora con el ligante sin cubrir.

Cuando la aplicación del ligante se realice por franjas, el árido se extenderá de

forma que quede sin cubrir una banda de unos veinte centímetros (20 cm) de la zona tratada, junto a la superficie que todavía no lo haya sido, con objeto de que, en dicha banda, se complete la dotación de ligante prevista al efectuar su aplicación en la franja adyacente.

Inmediatamente después de la extensión del árido se procederá a su apisonado, que se ejecutará longitudinalmente, comenzando por el borde exterior y progresando hacia el centro, solapándose cada recorrido con el anterior, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director de Obra, a la vista del equipo de apisonado empleado. El apisonado se continuará hasta obtener una superficie lisa y estable, debiendo quedar terminado antes de media hora (1/2 h) de iniciada la extensión.

En los lugares inaccesibles para los equipos normales, el apisonado se efectuará mediante pisonos mecánicos u otros medios aprobados, hasta lograr resultados análogos a los obtenidos por los procedimientos normales.

#### 4) Segunda aplicación del ligante

En el caso de dobles tratamientos superficiales, la segunda aplicación del ligante elegido se realizará con la dotación y a la temperatura aprobadas por el Director de Obra y, si el tiempo lo permite, dentro de las veinticuatro horas (24 h) siguientes a la construcción de la primera capa.

Esta segunda aplicación se hará de la misma forma que la primera, anteriormente descrita.

#### 5) Segunda extensión y apisonado del árido

La segunda extensión y apisonado del árido elegido se realizará, con la dotación aprobada por el Director de Obra, de la misma forma que la primera, anteriormente descrita.

### LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

Los tratamientos superficiales se realizarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los diez grados centígrados (10°C) y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. No obstante, si la temperatura ambiente tiene tendencia a aumentar, podrá fijarse en cinco grados centígrados (5°C) la temperatura límite inferior.

No se realizarán tratamientos sobre superficies mojadas, salvo que se utilicen emulsiones bituminosas o ligantes activados.

Siempre que sea posible deberá evitarse la acción de todo tipo de tráfico sobre la capa recién ejecutada, por lo menos durante las veinticuatro horas (24 h) que sigan a su terminación. Si ello no es factible, la velocidad máxima de los vehículos deberá reducirse a treinta kilómetros por hora (30 km/h).

### MEDICIÓN Y ABONO

Los tratamientos asfálticos se abonarán por metros cuadrados (m<sup>2</sup>) realmente ejecutados, medidos sobre el terreno, al precio que figura en el Cuadro de Precios Nº1 para esta unidad de obra.

Este precio incluye la preparación de la superficie, las aplicaciones del ligante y las extensiones y apisonados de los áridos así como cuantos trabajos auxiliares sean necesarios para una completa ejecución.

## **3.10 TUBERÍAS DE ABASTECIMIENTO**

### **3.10.1 TUBERIAS Y PIEZAS ESPECIALES DE POLIETILENO**

#### CARACTERÍSTICAS

El material de fabricación deberá cumplir las especificaciones de Pliego de Condiciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Aguas.

Las pruebas a realizar en las tuberías de polietileno son todas aquellas definidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Aguas, las que se describen en el artículo correspondiente del presente pliego y las que estime oportuno el Director de las obras.

Las uniones entre tubos, se realizarán con piezas especiales electrosoldadas. No se admitirán piezas especiales fabricadas por la unión mediante soldadura o pegamento de diversos elementos.

### MARCADO DE LAS TUBERÍAS

Las tuberías deberán ir marcadas por proyección de chorro de tinta indeleble (Ink.Jet), indicando en cada marca:

- ∞ Material.
- ∞ Diámetro y espesor.
- ∞ Presión nominal.
- ∞ Año de fabricación.
- ∞ Marca de control interno.
- ∞ Marca del producto.
- ∞ Norma UNE.
- ∞ Sello marca calidad AENOR.

### EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Su colocación en zanja, debe realizarse con la holgura suficiente que permita absorber las dilataciones.

El lecho de la zanja deberá estar totalmente libre de cascotes gruesos, objetos duros, piedras puntiagudas y raíces de árboles. Deberá estar, además, totalmente

plano para evitar la formación de bolsas de aire en las tuberías.

Los conductos deberán estar perfectamente nivelados de modo que se mantengan las pendientes y alineaciones según los perfiles longitudinales de Proyecto.

Una vez preparada la zanja donde irán emplazados los tubos, se procederá a la extensión y compactación del lecho de asiento, que estará compuesto por arena en una capa de diez centímetros (10 cm).

Antes de bajar los tubos a la zanja, se examinarán éstos y se apartarán los que presenten deterioro; se bajarán al fondo de la zanja con precaución, empleando los elementos adecuados según su peso y longitud.

Una vez los tubos en el fondo de la zanja, se examinarán éstos para cerciorarse de que su interior está libre de tierra, piedra, útiles de trabajo, prendas de vestir, etc. y se realizará su centrado y perfecta alineación; conseguido lo cual se procederá a calzarlos y acordarlos, con un poco de material de relleno, para impedir, su movimiento.

Cada tubo deberá centrarse perfectamente con los adyacentes; en caso de zanjas con inclinaciones superiores al diez por ciento (10%), la tubería se colocará en sentido ascendente. Si se precisase reajustar algún tubo deberá levantarse el relleno y prepararlo como para su primera colocación.

Cuando se interrumpa la colocación de tuberías se taponarán los extremos libres para impedir la entrada del agua o cuerpos extraños, procediendo, no obstante esta ocupación, a examinar con todo cuidado el interior de la tubería, al reanudar el trabajo, por si pudiera haberse introducido algún cuerpo extraño en la misma.

Las juntas deben ser en cualquier caso ejecutadas de tal forma que, cuando los tubos queden extendidos en las zanjas, la tubería constituya una condición continua, impermeable al agua, con superficie interior lisa y uniforme.

En los tubos de presión nominal cuatro atmósferas (PN 4 atm) deben evitarse depresiones importantes (superiores a cero coma cuatro kilogramos por centímetro cuadrado ( $0,4 \text{ kg/cm}^2$ )) para evitar el colapsado. A partir de presión nominal de seis

atmósferas (PN 6 atm) los tubos soportan el vacío. Así mismo en los tubos de presión nominal cuatro atmósferas (PN 4 atm) deben seguirse con rigor las normas de instalación en zanja para hacer frente a la presión de las tierras. De existir cargas móviles (tráfico), deben utilizarse como mínimo tubos de presión nominal seis atmósferas (PN 6 atm).

El relleno debe hacerse con arena y compactarse a los costados del tubo. Este relleno debe continuar hasta una altura mínima de diez centímetros (10 cm) sobre la generatriz superior del tubo; después se podrá continuar con el material excavado de la zanja o con material de préstamo, tal y como se especifique en las secciones tipo de los planos del Proyecto.

Las pruebas de carga deben hacerse antes de que el tubo sea cubierto totalmente, en tramos que no excedan de quinientos metros (500 m) de longitud y a una presión de prueba entre una coma cinco y dos (1,5-2) veces su presión nominal.

#### ALMACENAMIENTO

Los tubos y accesorios se almacenarán lo más próximo posible al lugar de trabajo, reuniendo las siguientes condiciones:

- ∞ Las tuberías de PE, no podrán permanecer acopiadas a la intemperie.
- ∞ La zona de almacenamiento deberá estar nivelada.
- ∞ La zona deberá estar exenta de objetos duros y cortantes.
- ∞ La altura de apilamiento no excederá de un metro y medio (1,50 m).
- ∞ La manipulación se realizará sin dar golpes ni arrastrar los materiales.
- ∞ En cualquier caso, el tubo no presentará rebabas ni asperezas en el corte.

#### MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las tuberías por metros lineales (m) realmente colocados, medidos

sobre el terreno, al precio que para cada tipo de tubería figura en el Cuadro de Precios Nº1.

En este precio se incluye el material, su transporte a obra y colocación y las juntas, anclajes, accesorios y piezas necesarias para su acabado. Incluso las pruebas a realizar posteriormente.

Las piezas especiales tipo codos, té, reducciones, etc., serán objeto de abono independiente y se medirán y abonarán por unidades (ud) realmente colocadas a los precios que figuran en el Cuadro de Precios Nº1 para cada tipo de pieza.

### 3.10.2 MONTAJE Y PRUEBAS A REALIZAR EN LAS TUBERÍAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los acopios de los tubos en obra deberán estar convenientemente protegidos y en todo caso no deberán tener una permanencia a la intemperie superior a un (1) mes. Los conductos de polietileno de baja densidad no se podrán acopiar a la intemperie en período de tiempo alguno.

Las tuberías se asentarán en el fondo de las zanjas previamente compactado, sobre una capa de arena de espesor variable en función del diámetro.

Todas las tuberías se montarán con una cierta pendiente longitudinal igual o superior a dos (2) milímetros por metro, de forma que los puntos altos coincidan con bocas de riego o ventosas y los puntos bajos con desagües.

El corte de los tubos se efectuará por medios adecuados, que no dañen los elementos aprovechables, y siempre normalmente a su eje.

Las desviaciones máximas entre ejes de tubos o piezas especiales, no sobrepasarán las máximas admitidas para cada tipo de tubería.

Las juntas a base de bridas se ejecutarán interponiendo entre las dos coronas o



platinas una arandela de PVC, perfectamente centrada, que podrá sustituirse en todo caso, por arandelas a base de goma especial con entramado metálico, prohibiéndose expresamente el uso de arandelas de cartón.

En las uniones de tipo Gibault y de enchufe y cordón o similares, los extremos de los tubos o piezas especiales estarán separados uno con cinco centímetros (1,5 cm).

En el montaje de las tuberías que penetren en arquetas se dispondrán juntas entre tubos a una distancia no superior a veinte centímetros (20 cm) del paramento externo de dichas arquetas.

Cuando se interrumpa la colocación de tuberías se taponarán los extremos libres para impedir la entrada de agua o cuerpos extraños.

Como norma general no se colocará más de cien metros (100 m) de tubería sin proceder al relleno de las zanjas, al menos parcialmente, dejando las juntas y piezas especiales libres.

En todos los puntos donde pueda derivarse un empuje no compensado por la propia tubería al terreno, se dispondrán macizos de contrarresto, que dejarán las juntas libres. Entre la superficie de la tubería o pieza especial y el hormigón se colocará una lámina de material plástico o similar.

Las barras de acero o abrazaderas metálicas que se utilicen para anclaje de los tubos o piezas especiales deberán ser galvanizadas.

Como protección y señalización de las tuberías se colocará a treinta centímetros (30 cm) de su generatriz externa superior una malla de PVC de 40 cm. de anchura.

#### PRUEBAS A REALIZAR

Las pruebas a realizar en las tuberías de abastecimiento de agua son dos y se realizarán en el orden siguiente:

## 1) Prueba de presión interior

La longitud recomendada es de quinientos metros (500 m).

La diferencia de alturas entre el punto de rasante más bajo y el de rasante más alto no debe exceder del diez (10%) por ciento de la presión de prueba.

La zanja estará parcialmente llena, dejando descubiertas las juntas.

El llenado de la tubería se hará a ser posible por el punto de rasante más bajo. Si se hace el llenado por otro punto, deberá hacerse muy lentamente, para evitar que quede aire en la tubería. En el punto de rasante más alto se colocará un grifo de purga para expulsar el aire.

El hormigón de presión se colocará en el punto de rasante más bajo, y deberá ir provisto de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular la presión.

Los puntos extremos del tramo a probar, se cerrarán con piezas especiales (bridas ciegas) convenientemente apuntaladas. Las válvulas intermedias deberán estar abiertas, los cambios de dirección (codos) y piezas especiales deberán estar anclados (macizos de contrarresto).

Presión de prueba en el punto más bajo:

Presión normalizada (atm)	10	15	20
Presión de trabajo (atm)	5	7.5	10
Presión de prueba (atm)	7	10.5	14
Máxima pérdida admisible (atm)	1.2	1.4	1.7
Mínima presión manométrica	5.8	9.1	12.3

El tiempo de duración de la prueba será de treinta (30) minutos.

Las tuberías de amianto cemento y de hormigón deberán estar llenas de agua veinticuatro (24) horas antes.

## 2) Prueba de estanqueidad

Se llenará la tubería a la presión de prueba, y durante el tiempo de duración de la misma deberá irse suministrando el agua que se pierda mediante un bombín tarado de forma que se mantenga fija la presión de prueba.

El tiempo de duración de la prueba será de dos (2) horas.

La presión de prueba será la que señala la Dirección de obra en cada caso y corresponderá a la presión máxima estática de servicio del tramo en prueba.

En ningún caso podrá verterse el agua procedente de las pruebas al terreno.

### MEDICIÓN Y ABONO

Esta unidad no será objeto de abono independiente.

Los gastos de las pruebas están incluidos en el precio de metro lineal de colocación de la tubería correspondiente.

## **3.11 TUBERÍAS DE SANEAMIENTO**

### **3.11.1 TUBERÍAS DE HORMIGÓN VIBRADO Y CENTRIFUGADO**

#### CARACTERÍSTICAS

Los conductos de hormigón serán fabricados por vibrocentrifugación, con mezcla semi-húmeda y dosificación a razón de cuatrocientos kilogramos (400 kg) de cemento por metro cúbico de árido, siendo el tamaño máximo del árido igual a un cuarto (1/4) del espesor del tubo. Será especialmente importante comprobar la idoneidad a los ataques químicos del subsuelo.

La absorción de agua por el hormigón será menor o igual al diez por ciento (10%) en peso y su resistencia característica a compresión de quinientos kilogramos por

centímetro cuadrado ( $500 \text{ kg/m}^2$ ).

Los conductos circulares deberán estar provistos de copas o campanas para juntas de enchufe.

El moldeo de los enchufes y ranuras de encaje deberá ser perfecto, desechándose todos los tubos que presenten defectos o roturas.

Los espesores se ajustarán exactamente a los especificados en los planos, siendo la tolerancia máxima del tres por ciento (3%).

La rugosidad interior será menor o igual a un un milímetro (1 mm).

La flecha máxima en los conductos rectos no será superior a un centímetro por metro (1 cm/m).

La carga de rotura admisible para prueba de aplastamiento sobre tres (3) generatrices será la que corresponde calculando a razón de seis (6) toneladas métricas por metro cuadrado de proyección horizontal del tubo para los diámetros comprendidos entre veinte (20) y cuarenta (40) centímetros y de cinco (5) toneladas métricas por metro cuadrado de proyección para los diámetros comprendidos entre cuarenta y cinco (45) centímetros y un (1) metro. Los ovoides prefabricados resistirán a una carga lineal de cuatro coma cinco (4,5) toneladas métricas por metro.

La prueba de impermeabilidad se hará, previamente a la colocación de la protección de hormigón, sometiendo las piezas a una presión interna de uno coma cinco metros (1,5m) sobre la generatriz superior por tramos independientes, admitiéndose, si al cabo de dos (2) horas la altura de agua no ha disminuido en más del quince por ciento (15%).

La unión entre los tubos se realizará a base de junta elástica de neopreno o caucho natural, recubriéndose anteriormente la junta con mortero de cemento.

La junta deberá estar realizada de forma que se garanticen las siguientes condiciones:

- ∞ Estanqueidad en los diferentes estados de la conducción.

- ∞ No alteración del régimen hidráulico.
- ∞ Resistir los esfuerzos mecánicos.
- ∞ Durabilidad de todos los elementos ante las acciones agresivas internas o externas.

El caucho natural de los anillos de goma deberá ser vulcanizado, homogéneo, exento de caucho recuperado y con las siguientes características:

- ∞ Aspecto homogéneo sin burbujas, grietas o poros cuando se deforme en un cincuenta por ciento (50%).
- ∞ Peso específico inferior a uno coma uno kilogramos por decímetro cúbico ( $1,1 \text{ kg/m}^3$ ).
- ∞ Azufre contenido menor que el dos por ciento (2%).
- ∞ Exento de cobre, antimonio, mercurio, manganeso, plomo y óxidos metálicos (excepto el de zinc).
- ∞ Alargamiento de rotura superior al cuatrocientos veinticinco por ciento (425%).
- ∞ Carga de rotura referida a la sección inicial superior a ciento cincuenta kilogramos por centímetro cuadrado ( $150 \text{ kg/cm}^2$ ).
- ∞ Deformación remanente por compresión máxima inferior al quince por ciento (15%)
- ∞ Resistente al calor, al envejecimiento y a las aguas residuales.

Los anillos de goma deberán acopiarse protegidos de las inclemencias atmosféricas y del sol.

Las superficies del tubo en contacto con los anillos estarán limpias y sin defectos que puedan perjudicarlos o afectar a la estanqueidad.

La longitud de los tubos será mayor o igual a uno con veinticinco metros (1,25 m) para diámetros de veinte centímetros (20 cm) y treinta centímetros (30 cm) y de dos

con cincuenta metros (2,5 m) para diámetros superiores.

El peso de los tubos es el expresado en la siguiente tabla:

Diámetro interior (cm)	30	40	50	60	80	100
kg/ml	130	208	81	71	25	250

Se admitirá una tolerancia en peso del uno por ciento (1%)

### ALMACENAMIENTO

Los tubos y accesorios se almacenarán lo más próximo posible al lugar de trabajo, reuniendo las siguientes condiciones:

- ∞ La zona de almacenamiento deberá estar nivelada.
- ∞ La zona deberá estar exenta de objetos duros y cortantes.
- ∞ La altura de apilamiento no excederá de un metro y medio (1,50 m).
- ∞ La manipulación se realizará sin dar golpes ni arrastrar los materiales.
- ∞ En cualquier caso, el tubo no presentará rebabas ni asperezas en el corte.

### MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las tuberías por metros lineales (m) realmente colocados, medidos sobre el terreno, al precio que para cada tipo de tubería figura en el Cuadro de Precios Nº1.

En este precio se incluye el material, su transporte a obra y colocación y las juntas, anclajes, accesorios y piezas necesarias para su acabado. Incluso las pruebas a realizar posteriormente.

### 3.11.2 TUBERÍAS DE POLIPROPILENO

#### CARACTERÍSTICAS

La pared estructurada de los tubos de polipropileno estará compuesta por una capa exterior de polipropileno color gris, una capa interior de polipropileno espumado y una capa interior de color blanco fabricada en polipropileno, con una densidad no inferior a cero coma noventa y un gramos por centímetro cúbico (0,91 g/cm<sup>3</sup>).

#### MARCADO DE LAS TUBERÍAS

Las tuberías deberán ir marcadas por proyección de chorro de tinta indeleble (Ink.Jet), indicando en cada marca:

- ∞ Material.
- ∞ Diámetro y espesor.
- ∞ Presión nominal.
- ∞ Año de fabricación.
- ∞ Marca de control interno.
- ∞ Marca del producto.
- ∞ Norma UNE.
- ∞ Sello marca calidad AENOR.

#### CONEXIONES CON JUNTA ELÁSTICA

El tubo presenta un extremo liso y otro abocardado para su unión mediante junta elástica a otro tubo o accesorio.

El sistema se caracteriza porque todas sus uniones son por junta elástica, tanto las que conectan tubos con accesorios como las que conectan dos accesorios entre sí.

Para la ejecución de las mismas se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- ∞ Se comprobará que la junta elástica se encuentra en el interior de la cajera que incluye el extremo abocardado y que su posición es la correcta.
- ∞ A continuación se lubricarán la junta elástica y el extremo liso del tubo o accesorio que se va a introducir en el abocardado, utilizando para ello un lubricante recomendado por el fabricante. No se admitirán aceites o grasas.
- ∞ Finalmente se procederá a introducir el extremo liso del tubo o accesorio en el abocardado previamente acondicionado.
- ∞ Si la unión es con un tubo, se volverá a sacar diez milímetros (10 mm) para que la unión resultante pueda dilatar. La unión se realizará manualmente o con ayuda de medios mecánicos adecuados, protegiendo conveniente los extremos libres de posibles golpes.
- ∞ Antes de proceder con todas las operaciones anteriormente descritas, se limpiarán los distintos componentes a utilizar.

#### MANIPULACIÓN DE LOS TUBOS

Cuando se vaya a ajustar un tubo a una junta multilabiada, el tubo deberá presentar un corte recto, vivo, que facilite un perfecto ajuste del tope de la junta multilabiada al extremo del tubo.

En el caso de conexiones con junta elástica, entre tubo y accesorio, el tubo deberá estar biselado en su borde exterior para facilitar la introducción en el abocardado sin arrastrar ni dañar la junta elástica alojada en la cajera.

#### ALMACENAMIENTO

Los tubos y accesorios se almacenarán lo más próximo posible al lugar de trabajo,



reuniendo las siguientes condiciones:

- ∞ La zona de almacenamiento deberá estar nivelada.
- ∞ La zona deberá estar exenta de objetos duros y cortantes.
- ∞ La altura de apilamiento no excederá de un metro y medio (1,50 m).
- ∞ La manipulación se realizará sin dar golpes ni arrastrar los materiales.
- ∞ En cualquier caso, el tubo no presentará rebabas ni asperezas en el corte.

### MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las tuberías por metros lineales (m) realmente colocados, medidos sobre el terreno, al precio que para cada tipo de tubería figura en el Cuadro de Precios Nº1.

Las piezas especiales tipo codos, té, reducciones, etc., serán objeto de abono independiente y se medirán y abonarán por unidades (ud) realmente colocadas a los precios que figuran en el Cuadro de Precios Nº1 para cada tipo de pieza.

## **3.12 CANALIZACIONES ELECTRICAS**

### **3.12.1 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS**

#### TRAZADO

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas en los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las

acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc. así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

### ZANJAS

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de un metro y medio (1,50 m) entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios, y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes: Profundidad de setenta centímetros (70 cm) y anchura de cuarenta centímetros (40 cm) para canalizaciones de baja tensión bajo acera.

Profundidad de noventa centímetros (90 cm) y anchura de cuarenta centímetros (40 cm) para canalizaciones de baja tensión bajo calzada o de alta tensión bajo acera o calzada indistintamente.

### CANALIZACIÓN

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- ∞ Se colocarán en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- ∞ Deberán preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo el número de la zona y situación del cruce (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).
- ∞ Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- ∞ En las salidas el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
- ∞ Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones, se situarán en bandas horizontales a distinto nivel, de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión.

La separación entre dos bandas de cables será, como mínimo, de veinticinco centímetros (25 cm). La separación entre dos cables multipolares, o ternas de cables unipolares dentro de una misma banda será, como mínimo, de veinticinco centímetros (25 cm).

La separación de las respectivas bandas de cables, dependerá de las tensiones, de

forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

El cable en parte o en todo su recorrido irá en el interior de tubos de polietileno de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior a una coma seis (1,6) veces el diámetro del cable o del haz de cables.

Los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido o simplemente con sus uniones recibidas con cemento, en cuyo caso, para permitir su unión correcta, el fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelado cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada quince o veinte metros (15 ó 20 m) según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán catas abiertas de una longitud mínima de dos metros (2 m) en las que se interrumpirá la continuidad de la tubería. Una vez tendido el cable, se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

#### MEDICIÓN Y ABONO

Se abonarán las canalizaciones eléctricas por metros lineales (m) realmente colocados, medidos sobre el terreno, al precio que figura en el Cuadro de Precios Nº1.

Este precio incluye la ejecución de la zanja, la colocación de las conducciones exteriores, la colocación del cableado pertinente y el relleno de la zanja según las secciones tipo que aparecen en los planos del Proyecto y que siguen las indicaciones pertinentes de la compañía eléctrica.

### 3.12.2 ARQUETAS ELÉCTRICAS

#### CARACTERÍSTICAS

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo veinte (20) veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a noventa grados (90º) y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general, los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima de la arqueta dos metros (2 m).

En la arqueta los tubos quedarán a unos veinticinco centímetros (25 cm) por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado, provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable, de forma que permita la filtración de agua de lluvia. Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios.

#### MEDICIÓN Y ABONO

Las arquetas eléctricas se abonarán por unidad (ud) realmente colocada, medidas sobre el terreno, al precio que figura en el Cuadro de Precios Nº1 para esta unidad de obra.

### **3.13 OTRAS UNIDADES**

#### **MEDICIÓN Y ABONO**

Las unidades no descritas en este Pliego, pero con precio en el Cuadro de Precios Nº1 del presente proyecto, se abonarán a los citados precios, y se medirán por las unidades realmente ejecutadas que figuran en el título del precio. Estos precios comprenden todos los materiales y medios auxiliares para dejar la unidad totalmente terminada, en condiciones de servicio.

## 4 NORMATIVA GENERAL DE APLICACIÓN

La normativa que será de aplicación en el presente proyecto es la definida a continuación, siempre que no contradiga el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares:

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- PG-3: Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras. (Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976). Modificaciones posteriores:
  - Orden Ministerial FOM/475/2002, de 13 febrero, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes relativos a hormigones y aceros.
  - Orden FOM 1382/2002, de 16 de mayo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes relativos a la construcción de explanaciones, drenaje y cimentaciones.
  - Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos.
- PG-4: Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Conservación de Carreteras. (Orden Circular 8/2001, sobre reciclado de firmes).
- NCSE-02: Norma de Construcción Sismorresistente: parte general y edificación. (Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre).
- NCSP-07: Norma de Construcción Sismorresistente: puentes. (Real Decreto 637/2007, de 18 de mayo).
- EHE-08: Instrucción de Hormigón Estructural. (Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio).
- CTE: Código Técnico de la Edificación. (Real Decreto 314/2006, de 17 de

- marzo).
- Recomendaciones prácticas para una buena protección del hormigón (I.E.T.c.c., 1973).
  - EAE: Instrucción de Acero Estructural. (Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo).
  - IAP-11: Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carreteras. (Orden FOM/2842/2011, de 29 de septiembre).
  - RC-08: Instrucción para la recepción de cementos. (Real Decreto 956/2008 de 6 de junio).
  - RY-85: Pliego general de condiciones para la recepción de yesos y escayolas en las obras de construcción. (Orden de 31 de mayo de 1985).
  - RL-88 : Pliego general de condiciones para la recepción de los ladrillos cerámicos en las obras de construcción. (Orden de 27 de julio de 1988).
  - RB-90-. Pliego general de condiciones para la recepción de bloques de hormigón en las obras de construcción (Orden de 4 de julio de 1990).
  - Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimiento de agua, (T.A.A.). (Orden de 28 de julio de 1984).
  - Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de saneamiento de poblaciones, (T.S.P.) (Orden de 15 de septiembre de 1986).
  - Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión. (Decreto 3151/1968, de 28 de noviembre).
  - Reglamento electrotécnico para baja tensión (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto) e instrucciones complementarias posteriores.
  - Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión (CEDEX, 2003)
  - Guía técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano (CEDEX, 2007).
  - Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para Tubos de Hormigón Armado y Pretensado (2007).
  
  - Documentos normativos UNE (Una Norma Española).
  - Recomendaciones y normas de la Organización Internacional de Normalización (I.S.O.)
  - Normas de Ensayo del Laboratorio del Transportes y Mecánica del Suelo (NLT), en vigor.
  
  - Real Decreto 505/2007, de 20 de abril, por el que se aprueban las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados y edificaciones.
  - Real Decreto 1544/2007, de 23 de noviembre, por el que regulan las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los modos de transporte para personas con discapacidad.
  - Decreto 19/1999, de 9 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se regula la promoción de la accesibilidad y supresión de barreras



arquitectónicas, urbanísticas, de transportes y de la comunicación en Aragón.

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Decreto 236/2005, de 22 de noviembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento de la producción, posesión y gestión de residuos peligrosos y del régimen jurídico del servicio público de eliminación de residuos peligrosos en la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de prevención y protección ambiental de Aragón.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido. Desarrollada por el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre y por el Real Decreto 1513/2005, de 19 de octubre.
  
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras.
- Nota de Servicio 9/2014: Recomendaciones para la redacción de los proyectos de construcción de carreteras.
- Real Decreto 1812/1194 de 2 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras.
- Orden Ministerial de 16 de diciembre de 1997, del Ministerio de Fomento por la que se aprueban los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios. Modificada por Orden Ministerial de 13 de septiembre de 2001 del Ministerio de Fomento.
- Instrucciones (I.C.) de la Dirección General de Carreteras:
  - Norma 3.1-IC. Trazado (Orden FOM/273/2016 de 19 de febrero).
  - Norma 5.2-IC. Drenaje Superficial (Orden FOM/298/2016 de 15 de febrero).
  - Norma 6.1-IC. Secciones de firme (Orden FOM 3460/2003 de 28 de noviembre).
  - Norma 6.3-IC. Rehabilitación de firmes (Orden FOM 3459/2003 de 28 de noviembre).
  - Norma 8.1-IC. Señalización vertical (Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo).
  - Norma 8.2- IC. Marcas viales (Orden de 16 de julio de 1987).
  - Norma 8.3-IC. Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas fuera de poblado (Orden de 31 de agosto de 1987).
- Orden Circular 17/2003: Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera. Cálculo

- hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales (1987). Máximas lluvias diarias en la España peninsular (1999)
- Orden Circular 315/1991 T Y P, de 16 de Mayo, sobre carriles en nudos.
  - Orden Circular 32/2012: Guía de nudos viarios.
  - Orden de 16 de diciembre de 1997, de accesos. Modificada por Orden FOM/1740/2006 de 24 de mayo, Orden FOM/392/2006 de 14 de febrero y Orden de 13 de septiembre de 2001.
  - Orden FOM/2873/2007 de 24 de septiembre, sobre procedimientos complementarios para autorizar nuevos enlaces o modificar los existentes en las carreteras del Estado.
  
  - Guía de cimentaciones en obras de carreteras (Ministerio de Fomento, 2009).
  - Guía para el proyecto y la ejecución de muros de escollera en obras de carretera (Ministerio de Fomento, 2006).
  - Guía para el proyecto y la ejecución de micropilotes en obras de carretera (Ministerio de Fomento, 2005).
  - Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera (Dirección General de Carreteras, 2001).
  - Tipología de muros de carretera (Ministerio de Fomento, 1999).
  - Protección contra desprendimientos de rocas. Pantallas dinámicas (Ministerio de Fomento, 1996).
  - Manual para el proyecto y ejecución de estructuras de suelo reforzado (MOPU, 1989).
  - Manual de control de fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas (MOPU, 1978).
  
  - Orden Circular 15/2003, sobre señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras.
  - Orden Circular 16/2003, sobre intensificación y ubicación de carteles de obra.
  - Orden Circular 309/1990 C y E, sobre hitos de arista.
  - Orden Circular 321/1995 T y P, de 12 de diciembre: Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos. Modificada por la OC 23/2008 y por la OC 28/2009.
  - Orden Circular 35/2014 sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos.
  - Orden Circular 318/1991 T y P, de 10 de abril, sobre galvanizado en caliente de elementos de acero empleados en equipamiento vial.
  - Orden Circular 28/2009, de 19 de octubre: Criterios de aplicación de barreras metálicas.
  - Orden Circular 325/1997 T, de 30 de diciembre, sobre señalización, balizamiento y defensa de las carreteras en lo referente a sus materiales constituyentes.

- Guía para el proyecto y ejecución de obras de señalización horizontal (Ministerio de Fomento, 2012).
- Nota de Servicio 2/2007, sobre los criterios de aplicación y de mantenimiento de las características de la señalización horizontal.
- Manual de señalización variable (Resolución de 1 de junio de 2009 de la DGT consolidado con la corrección de 16 de junio de 2009).
- Orden FOM/3053/2008, de 23 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción Técnica para la instalación de reductores de velocidad y bandas transversales de alerta en carreteras de la Red de Carreteras del Estado.
- Real Decreto 1890/2008 de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- Orden Circular 36/2015 de 24 de febrero, sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles.
- Orden Circular 20/2006, sobre recepción de obras de carreteras que incluyan firmes y pavimentos.

**Normativa en materia de trabajadores y su seguridad y salud:**

- Ordenanza Laboral de la Construcción de 28 de agosto de 1790.
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva de mujeres y hombres.
- Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción. Modificada por Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto y por Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo.
- Orden Circular 12/2003, sobre medidas de prevención extraordinaria en obras con afección a líneas ferroviarias.
- Real Decreto 555/1986, de 21 de febrero, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad e Higiene en el trabajo en los proyectos de edificación y obras públicas. Modificado por Real Deceto 84/1990, de 19 de febrero.
- Recomendaciones para la elaboración de los estudios de seguridad y salud en las obras de carretera (Ministerio de Fomento, 2002).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de riesgos laborales. Esta Ley se encuentra afectada por:

- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Modificado por el Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo.
- Real Decreto 773/1997, de 22 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero de, sobre servicios de prevención.

Serán de aplicación, asimismo, todas aquellas normas de obligado cumplimiento provenientes de la Presidencia del Gobierno y demás Ministerios relacionados con la Construcción y Obras Públicas, que estén vigentes en el momento de la ejecución de las

obras, y especialmente las de seguridad y señalización.

Será responsabilidad del Contratista conocerlas y hacerlas cumplir, sin poder alegar en ningún caso que no se le ha hecho comunicación explícita.

En el caso de que se presenten discrepancias entre algunas condiciones impuestas en las Normas señaladas, salvo manifestación expresa en contrario por parte del Autor del Proyecto, se sobreentenderá que es válida la más restrictiva. En el caso de que alguna de las normas aquí relacionadas haya sido derogada o sustituida por otra más reciente, en todo o en parte, se aplicará el contenido más reciente.

Las condiciones exigidas en el presente Pliego deben entenderse como condiciones mínimas.

Agosto de 2020

AUTORES DEL PROYECTO

Constan las firmas

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
Ingeniero de Caminos, C. y P.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
Ingeniero de Caminos, C. y P.

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
Ingeniero T. de Obras Públicas

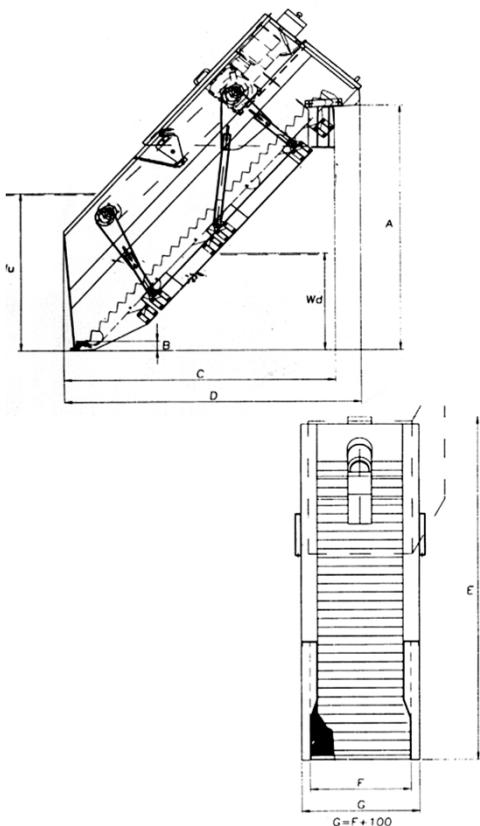
## ESPECIFICACIONES TECNICAS EQUIPOS EDAR BERDÚN

### EQUIPO: TAMIZ AUTOMÁTICO DE ESCALERA



<b>Unidades:</b>	1 Ud
<b>Marca:</b>	MEVA O SIMILAR
<b>Modelo:</b>	-
<b>Peso:</b>	80 Kg
<b>Caudal diseño:</b>	50 m <sup>3</sup> /h
<b>Caudal diseño:</b>	50 m <sup>3</sup> /h
<b>Altura descarga útil:</b>	640 mm
<b>Ancho efectivo:</b>	296 mm
<b>Ancho total:</b>	376 mm
<b>Paso de sólidos:</b>	3 mm

### PLANO EQUIPO:



### Materiales:

Bastidor:	AISI 304
Láminas:	AISI 304
Cubiertas:	AISI 304
Superficies con pulido electrolítico.	

### Motor:

Potencia nominal:	0,37 kW
Frecuencia:	50hZ
Tensión:	400V
Intensidad:	1,1 A

### Accesorios:

- Patas de montaje
- Caja de conexiones IP67

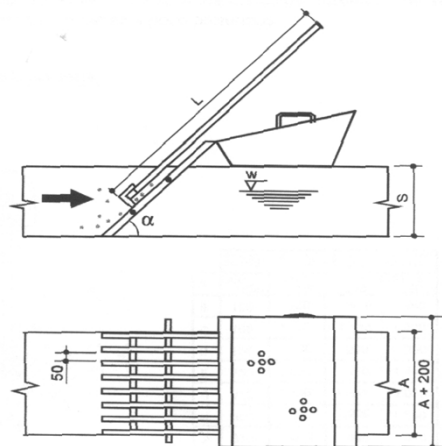
## ESPECIFICACIONES TECNICAS EQUIPOS EDAR BERDÚN

### EQUIPO: REJA DE DESBASTE DEL PRETRATAMIENTO



<b>Unidades:</b>	1 Ud
<b>Marca:</b>	DAGA o similar
<b>Modelo:</b>	-
<b>Limpieza:</b>	manual
<b>Luz de paso:</b>	20 mm
<b>Caudal diseño:</b>	50 m <sup>3</sup> /h
<b>Altura canal:</b>	75 cm
<b>Ancho canal</b>	40 cm
<b>Inclinacion</b>	70 °
<b>Funcionamiento:</b>	manual con cesta

### PLANO EQUIPO:



<b>Materiales:</b>	
Chasis:	AISI 304
Reja fija:	AISI 304
Tolva:	AISI 304

## ESPECIFICACIONES TECNICAS EQUIPOS EDAR BERDÚN

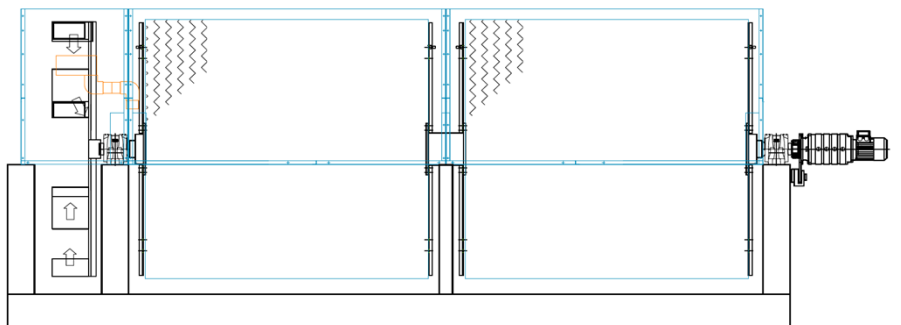
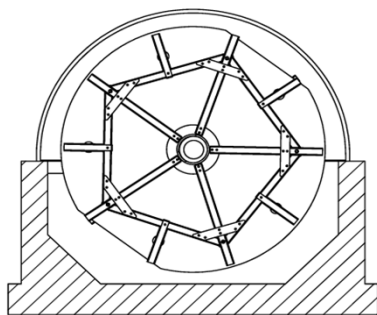
### EQUIPO:

### BIODISCOS - TRATAMIENTO BIOLÓGICO



<b>Unidades:</b>	2 Ud
<b>Marca:</b>	ACAI DEPURACION O SIMILAR
<b>Modelo:</b>	-
<b>Peso aprox:</b>	2400 kg
<b>Superficie Efectiva</b>	1600 m <sup>2</sup>
<b>Diámetro discos:</b>	2 m
<b>Separacion</b>	19 mm
<b>Configuacion</b>	Ondas Concentricas
<b>Velocidad angular</b>	3,00 rpm
<b>Accionamiento</b>	Motorreductor directo al eje Fijación pendular
<b>Proteccion</b>	Cubierta PRFV acabado carroceria perfileria acero inox AISI 304
<b>Alimentación</b>	tubería parte baja cubeto
<b>Ventilación</b>	Ventanas

### PLANO EQUIPO:



### DESCRIPCIÓN:

<b>Materiales:</b>	<b>Discos:</b>	HDPE 1,5 mm espesor
	<b>Estra Radial:</b>	Pentagonos AISI 304
	<b>Estra soporte:</b>	Tubo AISI 304
	<b>Eje:</b>	Acero St-52 sin soldadura, calculado a fatiga 20 años
	<b>Proteccion eje</b>	Chorroado SA 2 1/2 , Epoxy Brea 400 micras
	<b>Rodamientos:</b>	FAG o TIMKEN, Doble Hilera de Rodillos Oscilantes, Jaula de Bronce
	<b>Soporte:</b>	Fundición, Fag o TIMKEN, Tipo Puente
	<b>Engrase:</b>	KLUBER STABURAG NBU 30
	<b>Buje o gorrón</b>	Acero inoxidable AISI 304 desmontable
	<b>Datos eléctricos:</b>	<b>Potencia</b>
<b>Tensión:</b>		3x400V-50 Hz



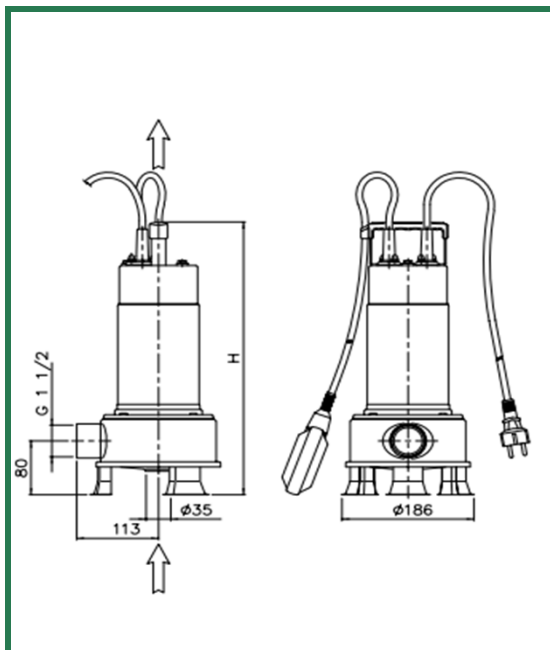


## ESPECIFICACIONES TECNICAS EQUIPOS EDAR BERDÚN

### EQUIPO: BOMBA FANGOS Y SOBRENADANTES



<b>Unidades:</b>	4 Ud
<b>Marca:</b>	GRUNDFOS o similar
<b>Modelo:</b>	-
<b>Peso</b>	- kg
<b>Rodete:</b>	VORTEX
<b>Paso sólidos:</b>	35 mm
<b>Caudal diseño:</b>	12 m <sup>3</sup> /h
<b>Altura diseño:</b>	3,3 m.c.a.
<b>Funcionamiento:</b>	temporizada



Dimension [mm]	Weight [kg]	
	Single Phase	Three Phase
H		
405	10	10
430	11.5	11.5

<b>Materiales:</b>	
Cuerpo motor y carcasa:	Acero inox. AISI 304
Impulsor:	Acero inox. AISI 304
Eje motor:	Acero inox. AISI 303
Rodete y voluta:	GG 25
Tornillería:	Acero inox. AISI 316

<b>Cierre mecánico:</b>	
Doble cierre mecánico	
Superior: Carbón/Cerámica/NBR.	
Inferior: SiC/SiC/NBR.	

<b>Datos eléctricos:</b>	
Pot. Nominal:	0,75 kw
Tensión:	230V 50Hz

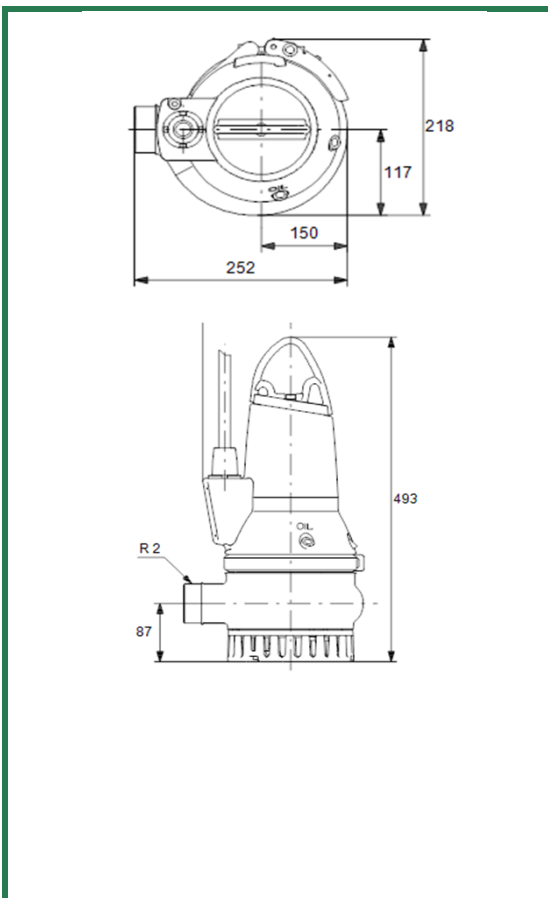
<b>Accesorios:</b>	
Sistema autoacoplamiento	
Pedestal	
Regulador de nivel	
Cadena	
Guías de acero galvanizado	

## ESPECIFICACIONES TECNICAS EQUIPOS EDAR BERDÚN

### EQUIPO: BOMBEO DE HOMOGENEIZACIÓN A BIODISCOS



<b>Unidades:</b>	1 Ud
<b>Marca:</b>	GRUNDFOS o similar
<b>Modelo:</b>	-
<b>Peso</b>	42 kg
<b>Rodete:</b>	MONOCANAL ABIERTO
<b>Paso sólidos:</b>	50 mm
<b>Caudal diseño:</b>	2,1 m <sup>3</sup> /h
<b>Altura diseño:</b>	6,67 m.c.a.
<b>Sistem refrigeracion:</b>	libre circ. Medio



<b>Materiales:</b>	
Carcasa:	Hierro fundido
Impulsor:	Fundición
Tipo impulsor:	Sist. Triturador
Cierre primario:	SIC/SIC
Cierre secundario:	LIPSEAL
Protección motor:	Interruptor térmico

#### Datos eléctricos:

Pot. Nominal:	1,1 kw
Tensión:	230V 50Hz

#### Accesorios:

- Sistema autoacoplamiento
- Pedestal
- Regulador de nivel
- Cadena
- Guías de acero galvanizado

