515. **Grava-escoria**

515.1. Definición

Se denomina grava-escoria a la mezcla homogénea de áridos, escoria granulada de alto horno, cal y agua que, convenientemente compactada, se utiliza en la contrucción de firmes de carreteras.

515.2. Materiales

515.2.1. Áridos

515.2.1.1. Condiciones generales

Los áridos procederán del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural. Serán limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otros materiales extraños.

515.2.1.2. Composición granulométrica

La curva granulométrica estará comprendida, en general, dentro de los límites indicados en el Cuadro 515.1.

Los husos GEG 1 y GEG 2 sólo se utilizarán con porcentajes de escoria granulada, respecto al peso total de los materiales secos, del quince por ciento (15%) y del veinte por ciento (20%) respectivamente.

### Cuadro 515.1

<table>
<thead>
<tr>
<th>Cédizos y támices UNE</th>
<th>Cernido ponderal acumulado (%)</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>GEG1</td>
</tr>
<tr>
<td>25</td>
<td>100</td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>85-100</td>
</tr>
<tr>
<td>10</td>
<td>40-70</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>25-46</td>
</tr>
<tr>
<td>2,5</td>
<td>12-32</td>
</tr>
<tr>
<td>1,25</td>
<td>8-24</td>
</tr>
<tr>
<td>0,40</td>
<td>2-13</td>
</tr>
<tr>
<td>0,16</td>
<td>0-8</td>
</tr>
<tr>
<td>0,080</td>
<td>0-4</td>
</tr>
</tbody>
</table>

515.2.1.3. Caras de fractura

Los áridos a emplear en gravas-escoria para bases de tráfico pesado o medio deberán contener al menos un cincuenta por ciento (50%), en peso, de la fracción retenida por el tamiz 5 UNE, de elementos machacados que presenten dos (2) caras o más de fractura.

515.2.1.4. Calidad

El coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de Los Ángeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a treinta (30) en áridos para bases de tráfico pesado o medio, e inferior a treinta y cinco (35) en los restantes casos.
515.2.1.5. **Plasticidad**

Los áridos serán no plásticos y su equivalente de arena será superior a treinta (30).
Estas determinaciones se harán de acuerdo con las Normas NLT-105/72, NLT-106/72 y NLT-113/72.

debía ser superior a veinte (20), siendo: $s$, la superficie específica Blaine, y $f$, el tanto por ciento (%) en peso de los elementos que pasan por el tamiz 0,080 UNE, obtenidos en molienda normalizada de la escoria, de acuerdo con la Norma LCPC de 1970 y la Norma UNE 7144.

515.2.1.6. **Contenido de materia orgánica y otras materias perjudiciales**

No se utilizarán aquellos materiales que presenten una proporción de materia orgánica, expresada en ácido tánico, superior al cinco por diez mil (0,05%), de acuerdo con la Norma UNE 7082.
La proporción de terrones de arcilla no excederá del dos por ciento (2%) en peso, según la Norma UNE 7133.

515.2.2. **Escoria granulada**

515.2.2.1. **Definición**

Se define como escoria granulada el producto obtenido por enfriamiento brusco y controlado de la escoria de horno alto, a la salida del mismo.

515.2.2.2. **Procedencia**

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las obras, fijará la procedencia de la escoria granulada, proscribiéndose el empleo de escorias que procedan de acopios siderúrgicos.

515.2.2.3. **Reactividad**

El coeficiente de reactividad $\alpha$, definido por la expresión:

$$ \alpha = \frac{s \cdot f}{1.000} $$

515.2.2.4. **Contenido de agua**

Los valores máximos del contenido de agua $h$, respecto al peso seco de la escoria, en función del correspondiente coeficiente $\alpha$ de la escoria serán:

- $20 < \alpha \leq 40$ $h < 15\%$
- $40 < \alpha \leq 60$ $h < 20\%$
- $60 < \alpha$ $h < 25\%$

515.2.2.5. **Granulometría**

La curva granulométrica estará comprendida, en general, dentro de los límites indicados en el Cuadro 515.2.

515.2.3. **Cal**

Además de cumplir lo especificado en el Artículo 200, «Cal en polvo», para el tipo I, deberá reunir las características que se indican a continuación.

515.2.3.1. **Cal apagada**

La finura Blaine del material que pasa por el tamiz 0,080 UNE será superior a siete mil centímetros cuadrados por gramo (7.000 cm$^2$/g), según la Norma UNE 7144.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Tamiz UNE</th>
<th>Cernido ponderal acumulado (%)</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>5</td>
<td>95-100</td>
</tr>
<tr>
<td>2.5</td>
<td>75-100</td>
</tr>
<tr>
<td>1.25</td>
<td>40-85</td>
</tr>
<tr>
<td>0.40</td>
<td>13-35</td>
</tr>
<tr>
<td>0.16</td>
<td>3-14</td>
</tr>
<tr>
<td>0.080</td>
<td>1-10</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Cuadro 515.2
El porcentaje de cal libre será superior al cincuenta por ciento (50%).

515.2.3.2. Cal viva

Sólo podrá utilizarse en casos excepcionales, con la aprobación del Director y siempre que se adopten las medidas de seguridad necesarias.

El porcentaje de cal libre deberá ser superior al setenta por ciento (70%).

515.2.4. Agua

Cumplirá lo especificado en el Artículo 280 de este Pliego.

515.3. Tipo y composición de la mezcla

El tipo y composición de la mezcla serán los definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En general, el porcentaje de escoria granulada será del veinte por ciento (20%) en peso de la mezcla total seca. Este porcentaje se reducirá al quince por ciento (15%) cuando se empleen áridos calizos de machaqueo.

Cuando el porcentaje de escorias sea del quince por ciento (15%) la granulometría de los áridos estará comprendida en el huso GEG 1. Si el porcentaje de escorias es del veinte por ciento (20%) la curva granulométrica del árido estará comprendida en el huso GEG 2.

El contenido de cal será del uno por ciento (1%) en peso de la mezcla total seca.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá especificar la resistencia mínima a compresión a los siete días (7 d) de las probetas de grava-escoria, precisando el método de fabricación y curado de las mismas.

515.4. Ejecución de las obras

515.4.1. Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La ejecución de la mezcla no deberá iniciarse hasta que no se haya estudiado y aprobado su correspondiente fórmula de trabajo.

Dicha fórmula señalará:

- La granulometría de los áridos combinados por los cedazos y tamices 25; 20; 10; 5; 2,5; 1,25; 0,16, y 0,080 UNE.
- La proporción de escoria granulada.
- La proporción de cal.
- El contenido de agua.
- El valor mínimo de la densidad a obtener.

Las tolerancias admisibles respecto de la fórmula de trabajo serán las siguientes:

- Cernido por tamices superiores al 2,5 UNE ......................................... ± 6%  
- Cernido por tamices comprendidos entre el 2,5 y 0,16 UNE....... ± 3%  
- Cernido por tamiz 0,080 UNE .... ± 1,5%  
- Escoria granulada............................................ ± 1%  
- Cal ............................................................ ± 0,2%

Estos porcentajes se refieren al peso total de la mezcla seca.

Durante el transcurso de la obra el Director podrá corregir la fórmula de trabajo con objeto de mejorar la calidad de la grava-escoria, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos.

515.4.2. Preparación de la superficie existente

La grava-escoria no se extenderá hasta que no se haya comprobado que la superficie sobre la que se ha de asentar tiene la densidad debida y las rasantes indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Pliego.

Si en dicha superficie existen irregularidades que excedan de las mencionadas tolerancias, se corregirán de acuerdo con lo previsto en la unidad de obra correspondiente de este Pliego.

515.4.3. Fabricación de la mezcla

La mezcla se realizará en central que permita dosificar por separado el árido, la escoria granulada, la cal y el agua, en las proporciones y con las tolerancias fijadas en la fórmula de trabajo.

Los áridos y la escoria estarán acopiados en cantidad suficiente para permitir a la instalación
un trabajo continuo. En el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se fijará el volumen mínimo de acopios exigibles, de acuerdo con las condiciones de la obra y el volumen de mezcla a fabricar.

El tiempo máximo que podrá estar acopiada la escoria, antes de su utilización, será fijado por el Director teniendo en cuenta su procedencia y reactividad y las condiciones climáticas.

La operación de mezclado se realizará mediante dispositivos capaces de asegurar la completa homogeneización de la mezcla de árido, escoria granulada, cal y agua. El Director fijará, a partir de los ensayos iniciales, el tiempo mínimo de amasado.

En las instalaciones de mezcla discontinua, no se volverá a cargar la amasadera sin haber vaciado totalmente su contenido.

515.46. Compactación y acabado

La grava-escoria se compactará en una sola tongada, para lo cual se dispondrá de un equipo, que deberá ser aprobado por el Director, capaz de conseguir la densidad especificada.

Esta densidad vendrá fijada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y, en todo caso, deberá ser por lo menos el ciento por ciento (100%) de la densidad máxima Proctor modificado de la mezcla, determinada según la Norma NLT-108/72.

La compactación se iniciará longitudinalmente por el borde más bajo de las distintas bandas y se continuará hacia el borde más alto de la capa; solapándose los elementos de compactación en sus pasadas sucesivas, que deberán tener longitudes ligeramente distintas. Deberá disponerse en los bordes de una contención lateral adecuada, que podrá consistir en unas creces.

Una vez finalizada la compactación, la capa de grava-escoria podrá abrirse al tráfico, cuidando que éste se distribuya uniformemente y manteniendo ligeramente húmeda la superficie, para evitar que se concentren huellas de rodadas y una evaporación rápida. Si la capa de grava-escoria se hubiese abierto al tráfico, antes de proceder a la extensión de la capa superior se procederá a un planchado con rodillo liso o de neumáticos, previa corrección de las irregularidades de la rasante.

El Director podrá ordenar la ejecución de un riego de curado cuando las circunstancias de la obra lo aconsejen; en este caso el riego se realizará una vez finalizada la compactación.

515.4.4. Transporte de la mezcla

En el transporte de la mezcla se tomarán las precauciones necesarias para reducir al mínimo la segregación y las variaciones de humedad; en tiempo caluroso o para distancias de transporte en que se prevea que pueden introducirse pérdidas apreciables de humedad, se cubrirá la mezcla con lonas u otros cobertores adecuados.

515.4.5. Vertido y extensión de la mezcla

Una vez comprobada la superficie de asiento de la capa de grava-escoria e inmediatamente antes de la extensión de la misma se regará dicha superficie, de forma que quede húmeda, pero no encharcada.

Salvo que el Director indique otra cosa, la extensión de la mezcla se efectuará antes de transcurridas veinticuatro horas (24 h) a partir del momento de la fabricación.

El vertido y la extensión se realizarán tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones.

La extensión se realizará en capas de espesor tal que, una vez compactadas, quede comprendido entre quince centímetros (15 cm) y veinticinco centímetros (25 cm).

515.5. Tramos de prueba

Al iniciarse los trabajos, el Contratista construirá una sección de ensayo del ancho y longitud adecuados, de acuerdo con las condiciones establecidas anteriormente, y en ella se probará el equipo y se determinará el plan de compactación.

Se tomarán muestras de la grava-escoria, y se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas de proporción de los materiales mezclados, humedad, espesor de la capa, densidad y demás requisitos exigidos.

Se comprobará que la resistencia a compresión simple a los siete días (7 d) supera la mínima exigida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.
En el caso de que los ensayos indicasen que la grava-escoria no se ajusta a dichas condicio-
nes, deberán hacerse inmediatamente las nece-
sarias correcciones en la planta de fabricación y
sistemas de extensión y compactación o, si re-
sultase necesario, se modificará la fórmula de tra-
bajo, repitiéndose la ejecución de la sección de
ensayo una vez efectuadas las correcciones.

515.6. Tolerancias de la superficie acabada

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta
milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el
eje y bordes de perfiles transversales, cuya dis-
tancia no exceda de veinte metros (20 m), se
comparará la superficie acabada con la teórica
que pase por las cabezas de dichas estacas.

La superficie acabada no deberá rebasar la te-
órica en ningún punto, ni quedar por debajo de la
misma en más de un quinto (1/5) del espesor pre-
visto en los Planos y Pliego de Prescripciones Téc-
nicas Particulares para la capa de grava-escoria.

La superficie acabada no deberá variar en
más de diez milímetros (10 mm) cuando se com-
pruebe con una regla de tres metros (3 m), apli-
cada tanto paralela como normalmente al eje de
la carretera.

Las irregularidades que excedan de las tole-
rancias antedichas, o que retengan agua sobre su
superficie, deberán corregirse de acuerdo con lo
siguiente:

- Las zonas que rebasen la superficie teórica
  se recortarán, eliminando el material resul-
tante.

- El recrecimiento en capa delgada no se
  permitirá en ningún caso. Si la rasante de
  la capa de grava-escoria queda por debajo
  de la teórica en más de las tolerancias ad-
mitidas se adoptará una de las siguientes
  soluciones, según las instrucciones del Di-
  rector:

  - Incremento del espesor de la capa inme-
    diatamente superior.

- Reconstructed of the affected area in
  a minimum thickness of fifteen centime-
  ters (15 cm).

515.7. Limitaciones de la ejecución

La grava-escoria se ejecutará cuando la tem-
peratura ambiente, a la sombra, sea superior a los
cinco grados centígrados (5 °C) y no exista fun-
dado temor de heladas. No obstante, si la tem-
peratura ambiente tiene tendencia a aumentar,
podrá fijarse la temperatura límite en dos grados
centígrados (2 °C).

515.8. Medición y abono

La preparación de la superficie existente se
considerará incluida en la unidad de obra co-
respondiente a la construcción de la capa sub-
yacente y, por tanto, no habrá lugar a su abono
por separado. Sin embargo, cuando dicha cons-
trucción no se haya realizado bajo el mismo
Contrato, la preparación de la superficie existen-
te se abonará por metros cuadrados (m²) real-
mente preparados, medidos sobre el terreno.

La cal se abonará por toneladas (t) realmente
empleadas en obra, medidas por pesada directa
en báscula debidamente contrastada.

La ejecución de la grava-escoria se abonará
por metros cúbicos (m³) realmente fabricados y
puestos en obra, medidos en las secciones tipo
señaladas en los Planos.

El abono del árido, escoria granulada y agua
empleados en la grava-escoria se considerará in-
cluido en el de la ejecución.

La aplicación del ligante bituminoso para el
curado se abonará por toneladas (t) realmente
empleadas en obra, medidas antes de su empleo.
Si la deducción tuviera que hacerse a partir de su
volumen, éste deberá reducirse al correspon-
diente a la temperatura de veinticinco grados
centígrados (25 °C), mediante las tablas de co-
rección correspondientes a su naturaleza.