



Gestión de Infraestructuras de Andalucía, S.A.  
**CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA**

**RECOMENDACIONES PARA LA REDACCION DE: PLIEGOS DE**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL USO DE MATERIALES**  
**RECICLADOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y**  
**DEMOLICIÓN (RCD)**

*EDICIÓN 1. ABRIL 2010*

## PRESENTACIÓN

El camino emprendido, hace ya unos años, de adaptación de las tecnologías de las obras públicas a un mundo más sostenible, nos ha permitido editar numerosa normativa técnica sobre las nuevas tecnologías que se están implantando y que están disponibles para su uso en nuestra página WEB. En esta línea, la edición de este documento, que normaliza el uso de los materiales procedentes de residuos de construcción y demolición (RCD), supone un paso más, muy importante, pues viene a llenar un vacío normativo existente, definiendo unas pautas para la utilización de estos materiales.

El empleo de los materiales reciclados está contemplado en la normativa nacional actual, pero con las mismas prescripciones que los materiales naturales, lo que en la práctica hace muy difícil su utilización. Es por esto que se hacía necesario disponer de una normativa específica que regulase unas especificaciones propias para la utilización estos materiales en obras lineales, urbanizaciones, calles, y en general en las obras de construcción.

Estas recomendaciones se han redactado en base a los resultados de los trabajos efectuados durante la ejecución de dos convenios integrados de investigación firmados al efecto por GIASA con empresas del sector de la construcción (constructoras y laboratorios de materiales) y recicladores de residuos de construcción y demolición. En dichos proyectos de investigación han colaborado además una serie de técnicos y empresas intervinientes en las obras donde se han realizado y evaluado los tramos de investigación tecnológica. El conjunto de empresas y personas que han intervenido en el proceso se relacionan en el siguiente apartado.

Aunque los volúmenes de estos residuos que se producen actualmente son relativamente escasos para las grandes obras lineales que ejecuta la Consejería de Obras Públicas y Vivienda, estas recomendaciones serán de gran utilidad para los Ayuntamientos, Diputaciones y promotores privados, que al requerir menores cantidades en sus obras, tendrán disponible volúmenes adecuados a sus necesidades. De cualquier forma se prevé un fuerte aumento de los recursos de RCD disponibles para su uso en construcción en los próximos años.

Finalmente, agradecer su colaboración a las veintisiete personas y doce entidades que con gran entusiasmo y profesionalidad han intervenido en los trabajos, tanto en los proyectos de investigación como en la redacción de este documento, en la certeza de que su aportación servirá para mejorar la calidad y sostenibilidad de las obras públicas.

Manuel Atienza Díaz  
Coordinador General

## **GRUPO DE TRABAJO:**

### 1.- COORDINADOR GENERAL

- Manuel Atienza Díaz. GIASA.

### 2.- REDACTORES DE ESTAS RECOMENDACIONES

- Maria José Sierra Lopez. GIASA (Ponente)
- Manuel Salas Casanova. CEMOSA (Ponente)
- Maria del Lirio Garcia Garrido. GIASA
- Rosario Herrador Martínez. GIASA
- Manuel Martinez Martinez. GIASA

### 3.- PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “UTILIZACION DE MATERIALES PROCEDENTES DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION EN FIRMES DE CARRETERAS EN LA PROVINCIA DE MALAGA”

- EMPRESAS PARTICIPANTES
  - o GIASA
  - o CEMOSA
  - o HORMIGONES Y MINAS
  - o ARISTERRA
  - o SANDO
- EMPRESAS COLABORADORAS
  - o ESTUDIO PEREDA 4 (Dirección de Obra)
  - o OFITECO (Laboratorio de Recepción)
  - o GEOCISA (Control ADAR)
- INVESTIGADORES PRINCIPALES
  - o Por parte de GIASA: M<sup>a</sup> del Lirio Garcia Garrido, Rosario Herrador Martínez y Juan Martín Malo (de Estudio Pereda 4 en calidad de Director de las Obras)
  - o Por parte de CEMOSA: Manuel Salas Casanova, Pablo Cembrero Masa y Noemí Jiménez Redondo.
  - o Por parte de Hormigones y Minas: José A. Hurtado Hurtado y José Antonio Lozano Dueñas.
  - o Por parte de ARISTERRA: Pablo Pérez González
  - o Por parte de SANDO: Eduardo Gómez Travesí y Javier Solana Moreno
- INVESTIGADORES DE APOYO
  - o Por parte de GIASA Maria José Sierra López, Manuel Atienza Díaz. Antonio Martín Sánchez de Vivar (de Estudio Pereda 4 en calidad de Jefe de Unidad de la Dirección de Obra), Luis Hoyos Sánchez (de OFITECO en calidad de Coordinador

del Laboratorio de Recepción de Materiales de la obra) y Antonio Ruel Martínez (de GEOCISA en calidad de Coordinador del Control ADAR de la obra)

- Por parte de Hormigones y Minas Pedro Fernández Martín
- Por parte de ARISTERRA Enrique Ortega Santos
- Por parte de SANDO José Joaquín Pérez Iglesias

#### 4. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “USO DE ARIDOS RECICLADOS EN FIRMES DE CARRETERAS. PROVINCIA DE SEVILLA”

##### - EMPRESAS PARTICIPANTES

- GIASA
- AZVI
- UTE ALCORES RECICLA RCD (ALCOREC)

##### - EMPRESAS COLABORADORAS

- EUROESTUDIOS (Dirección de Obra)
- GEOCISA (Laboratorio de Recepción)
- UTE GYA EUROCONSULT (Control ADAR)

##### - INVESTIGADORES PRINCIPALES

- Por parte de GIASA: Manuel Martínez Martínez, M<sup>a</sup> del Lirio García Garrido y Juan Herrera Moscardó (en calidad de Director de las Obras)
- Por parte de AZVI: Domingo Pérez Mira y José Ramón Contreras Rosso.
- Por parte de ALCOREC Servando Mellado Delgado

##### - INVESTIGADORES DE APOYO

- Por parte de GIASA Maria José Sierra López, Manuel Atienza Díaz. Manuel Lahera León (de Euroestudios en calidad de Jefe de Unidad de la Dirección de Obra), José Camero Flores (de GEOCISA en calidad de Coordinador del Laboratorio de Recepción de Materiales de la obra), Javier Tavira Díaz (en calidad de Coordinador del Control ADAR de la obra)
- Por parte de AZVI Ignacio Torreira de la Hera

## **ÍNDICE**

**Artículo 0. Consideraciones Generales**

**Artículo 1. Zahorras artificiales de reciclados de RCD´s**

**Artículo 2. Gravacemento con áridos grueso de reciclados de residuos de hormigón. (GCR)**

**Artículo 3. Suelos reciclados de RCD´s**

## **ARTICULO 0. CONSIDERACIONES GENERALES.**

### **0.1. NOTAS PREVIAS PARA SU USO.**

### **0.2. ANTECEDENTES LEGISLATIVOS**

### **0.3. ARTICULADO TÉCNICO**

### **0.4. GARANTIAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES DE RECICLADO DE RCD ´s**

### **0.1. NOTAS PREVIAS PARA SU USO.**

Los artículos de estas recomendaciones se han redactado a modo de Pliego, de tal forma que facilite el trabajo de incorporación a los Proyectos tras la lectura y revisión, en su caso, de los mismos.

A lo largo de los distintos apartados de las recomendaciones y para su mejor comprensión se han incluido numerosos comentarios aclaratorios enmarcados por un recuadro. Cuando los comentarios se refieren a normativa, los párrafos están en letra cursiva.

### **0.2. ANTECEDENTES LEGISLATIVOS**

**El Real Decreto 105/2008**, de 1 de febrero, es el que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD ´s).

**El Plan Nacional Integrado de residuos 2008-2015**, trata a los residuos de construcción y demolición en su apartado número 12. En este apartado especifica que la legislación vigente aplicable a estos residuos es el mencionado real decreto:

*El RD 105/2008, de 1 de febrero, se instituye como pieza fundamental de la política española sobre RCD. Aplica el principio de responsabilidad del productor, el de prevención de residuos y la corresponsabilidad entre todos los agentes que intervienen en la cadena de producción y gestión de los RCD (promotores, proyectistas, direcciones facultativas, constructores, gestores, etc.). Por otra parte, se espera que contribuya al desarrollo sostenible de un sector tan importante para la economía española como es el sector de la construcción.*

En el prefacio del RD 105/2008 se justifica su redacción como norma básica:

*Existe un consenso general de todos los sectores afectados sobre la necesidad de disponer de una norma básica, específica para los residuos de construcción y demolición, que establezca los requisitos mínimos de su producción y gestión, con objeto de promover su prevención, reutilización, reciclado, valorización y el adecuado tratamiento de los destinados a eliminación.*

También dicho prefacio implica en la gestión a las administraciones públicas:

*En aquellas obras en que las administraciones públicas intervengan como promotores, se establece que éstas deberán fomentar las medidas para la prevención de residuos de*

*construcción y demolición y la utilización de áridos y otros productos procedentes de su valorización.*

De su articulado, en lo que respecta al empleo de los áridos de reciclado en las obras, destacamos:

*Artículo 8. Actividades de valoración de residuos de construcción y demolición.*

*4. Los áridos reciclados obtenidos como producto de una operación de valorización de residuos de construcción y demolición deberán cumplir los requisitos técnicos legales para el uso al que se destinen.*

*Artículo 15 Responsabilidad administrativa y régimen sancionador.*

*Disposición adicional segunda. Fomento de la prevención y de la utilización de productos procedentes de la valoración de residuos de construcción y demolición, por parte de las administraciones públicas.*

*2. Las administraciones públicas fomentarán que en las obras públicas se contemple en la fase de proyecto las alternativas que contribuyan al ahorro en la utilización de recursos naturales, en particular mediante el empleo en las unidades de obra de áridos y otros productos procedentes de la valorización de residuos.*

*3. En la contratación pública se fomentará la menor generación de residuos de construcción y demolición, así como la utilización en las unidades de obra de áridos y otros productos procedentes de valorización de residuos.*

Para el logro de los objetivos del Plan de residuos, y para el caso de los de demolición y construcción existe un apartado de las medidas a tomar, de las que destacamos:

*Los departamentos de la Administración General del Estado y las demás administraciones públicas fomentarán que en los Pliegos de prescripciones técnicas de las obras que promuevan se incluyan condiciones tendentes a facilitar el empleo de materiales reciclados procedentes de tratamiento de RCD en sustitución de materiales naturales, siempre que cumplan las especificaciones técnicas de la aplicación a que se destinen. En particular, la Administración General del Estado propondrá modificaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas de Obras de Carreteras (PG-3) y la Instrucción sobre Hormigón Estructural (EHE) con vistas a incorporar requisitos técnicos sobre el empleo de áridos reciclados en las obras.*

Las medidas del Plan son obvias, hay que prevenir la generación de residuos y fomentar su reutilización o reciclado. Sin embargo el empleo de estos materiales en las obras, y ello está reconocido en estas legislaciones, es muy inferior a lo exigido.

Una de las causas de las bajas tasas de utilización de los materiales reciclados en las obras son las actuales especificaciones técnicas.

Las especificaciones técnicas actuales, por ejemplo las del PG-3 o las de la EHE, aunque ya permiten el empleo de estos productos, las exigencias de calidad son tales que, en

la práctica, lo hacen muy difícil, por lo cual se hace necesario, y en línea con la filosofía del Plan de residuos, el desarrollo de legislación técnica específica para estos materiales.

El objetivo de estas recomendaciones es facilitar el uso en las obras de construcción de materiales procedentes del reciclado de residuos de construcción y demolición. Se presenta articulado a modo de pliego como base técnica que facilite la redacción de los Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares de los proyectos.

### 0.3. **ARTICULADO TÉCNICO**

Estas recomendaciones se redactan en base a artículos independientes para cada tipo de material y uso procedente del reciclado de RCD's. Esta edición se compone de tres artículos para los siguientes productos:

ARTÍCULO	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
1	<b>ZAHORRAS ARTIFICIALES DE RECICLADOS DE RCD's</b>	
	Zahorra artificial de hormigón (ZR HORM)	Material granular, de granulometría continua, utilizada como capa de firme y procedente de la trituración exclusiva de residuos de hormigones.
	Zahorra artificial de RCD's (ZR RCD)	Material granular, de granulometría continua, utilizada como capa de firme y procedente de la trituración controlada de RCD's.
2	<b>GRAVACEMENTO CON ÁRIDOS GRUESO DE RECICLADOS DE RESIDUOS DE HORMIGÓN. (GCR)</b>	
	Gravacemento de reciclado. (GCR).	Es la mezcla homogénea de material tratado con cemento, en las proporciones adecuadas, de áridos, cemento, agua y, eventualmente aditivos, realizada en central, que convenientemente compactada se utiliza como capa estructural en firmes de carreteras.  La fracción de árido grueso procede de la trituración exclusiva de residuos de hormigón y la fracción de árido fino procede de la trituración de árido de cantera o gravera natural.
3	<b>SUELOS RECICLADOS DE RCD's</b>	
	Suelo Seleccionado reciclado de RCD's.	Producto procedente del tratamiento de residuos de RCD's, con características físico, químicas y mecánicas que le confieren la categoría de suelo seleccionado.
	Suelo Tolerable reciclado de RCD's.	Producto procedente del tratamiento de residuos de RCD's, con características físico, químicas y mecánicas que le confieren la categoría de suelo tolerable, inferiores a las necesarias para calificarlo como suelo seleccionado.



#### **0.4. GARANTÍAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES DE RECICLADO DE RCD´s**

Hay que considerar que las características finales de estos materiales de reciclados son muy dependientes de la calidad de los procesos de tratamiento de las plantas de reciclado, **es por lo que se debe exigir compromisos de calidad de los productos a los fabricantes.**

En estas recomendaciones se solicita a los productores los siguientes documentos:

- El productor debe ser un Gestor Autorizado para la valorización de residuos de construcción y demolición.
- Documentos de calidad de los materiales:
  - Documentación correspondiente al mercado CE para los materiales sujetos a la Directiva Europea de productos para la construcción. Es el caso de las zahorras y de los áridos para hormigón o gravacemento.

Estos documentos son el etiquetado CE, la declaración de conformidad y el certificado de conformidad del Organismo Notificado.

- Para el caso de los materiales a los que no sea de aplicación el mercado CE, los documentos que se presentarán son una ficha técnica del producto, una declaración de conformidad del productor y una certificación del control de producción en fábrica por un Organismo Notificado para el mercado CE de áridos para la construcción acreditado por ENAC.
- Documentos de garantías de calidad:

Además de los documentos reseñados de calidad de cada producto, para una determinada obra el productor deberá facilitar:

- Certificado de garantía del material entregado a obra firmado por persona física.
- Certificado de suministro de materiales a obra.

En los anexos de cada artículo se incluyen modelos de estos documentos.

## **ARTÍCULO 1. ZAHORRAS ARTIFICIALES DE RECICLADOS DE RCD´s**

### **1.1. DEFINICIÓN. CLASIFICACIÓN.**

### **1.2. MATERIALES.**

- 1.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.
- 1.2.2. LIMPIEZA.
- 1.2.3. PLASTICIDAD.
- 1.2.4. REQUISITOS GEOMÉTRICOS.
  - 1.2.4.1. Granulometría.
  - 1.2.4.2. Forma del árido grueso.
  - 1.2.4.3. Porcentaje de partículas trituradas o fracturadas y de partículas totalmente redondeadas de los áridos gruesos.
- 1.2.5. REQUISITOS FÍSICOS. RESISTENCIA A LA FRAGMENTACIÓN.
- 1.2.6. REQUISITOS QUÍMICOS. AZUFRE TOTAL.

### **1.3. EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.**

- 1.3.1. CENTRAL DE FABRICACIÓN DE LA ZAHORRA RECICLADA DE HORMIGÓN (ZR HORM).
- 1.3.2. ELEMENTOS DE TRANSPORTE.
- 1.3.3. EQUIPOS DE EXTENSIÓN.
- 1.3.4. EQUIPOS DE COMPACTACIÓN.

### **1.4. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.**

- 1.4.1. ESTUDIO DEL MATERIAL Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO.
- 1.4.2. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE QUE VA A RECIBIR LA ZAHORRA.
- 1.4.3. PREPARACIÓN DEL MATERIAL.
- 1.4.4. EXTENSIÓN DE LA ZAHORRA.
- 1.4.5. COMPACTACIÓN DE LA ZAHORRA.

### **1.5. TRAMO DE PRUEBA.**

### **1.6. ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA.**

- 1.6.1. DENSIDAD.
- 1.6.2. CAPACIDAD DE SOPORTE.
- 1.6.3. RASANTE, ESPESOR Y ANCHURA.
- 1.6.4. REGULARIDAD SUPERFICIAL.

### **1.7. LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN.**

### **1.8. CONTROL DE CALIDAD**

- 1.8.1. CONTROL DE PROCEDENCIA DEL MATERIAL.
  - 1.8.1.1. Control documental.
  - 1.8.1.2. Verificación de la instalación.
  - 1.8.1.3. Ensayos de control de procedencia.

1.8.2. CONTROL DE EJECUCIÓN.

1.8.2.1. Fabricación.

1.8.2.2. Puesta en obra.

1.8.3. CONTROL DE RECEPCIÓN DE LA UNIDAD TERMINADA.

**1.9. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO DEL LOTE.**

1.9.1. DENSIDAD.

1.9.2. CAPACIDAD DE SOPORTE.

1.9.3. ESPESOR.

1.9.4. RASANTE.

1.9.5. REGULARIDAD SUPERFICIAL.

**1.10. MEDICIÓN Y ABONO.**

**1.11. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD.**

**NORMAS DE REFERENCIA EN ESTE ARTÍCULO.**

**ANEJOS**

ANEJO NÚMERO 1. HUSOS GRANULOMÉTRICOS.

ANEJO NÚMERO 2. DOCUMENTACIÓN DE SUMINISTROS Y CONTROL DE RECEPCIÓN.

## **1.1 DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN.**

Se define como zahorra el material granular, de granulometría continua, utilizado como capa de firme.

En estas recomendaciones definimos dos tipos de zahorras de materiales reciclados, su clasificación se realiza según los criterios de la norma UNE EN 13242:2003+A1.

La categoría de un material de reciclado se determina en base a los tipos de residuos que componen su fracción gruesa, lo que se determina de acuerdo con el proyecto de norma europea PEN-EN 933-11.

La nomenclatura utilizada para los componentes es:

- Rc = Hormigón, productos de hormigón, morteros  
Piezas para fábricas de albañilería de hormigón
- Rb = Piezas para fábrica de albañilería de arcilla (es decir, ladrillos y tejas).  
Piezas para fábrica de albañilería de silicato de calcio  
Hormigón celular no flotante.
- Ra = Materiales bituminosos.
- FL = Material flotante en volumen.
- X = Otros.

Los tipos de zahorras de reciclado especificados en estas recomendaciones son:

- **Zahorra artificial de hormigón, (ZR HORM)** al constituido por trituración exclusiva de residuos de hormigón:

La categoría de este material, según la norma UNE EN 13242:2003+A1 se especifica como  $Rc_{90}$ ,  $Rb_{10}$ ,  $Ra_5$ ,  $X_i$ ,  $FL_5$ . El material grueso analizado de acuerdo con el proyecto de norma PEN-EN 933-11, debe contener un porcentaje de:

- $Rc \geq 90$  % en masa
- $Rb \leq 10\%$  en masa
- $Ra \leq 5\%$  en masa
- $X \leq 1\%$  en masa
- $FL \leq 5$  cm<sup>3</sup>/kg.

- **Zahorra artificial de RCD's, (ZR RCD)**, al constituido por trituración controlada de residuos de RCD's.

La categoría de este material, según la norma UNE EN 13242:2003+A1 se especifica como  $Rc_{50}$ ,  $Rb_{30}$ ,  $Ra_5$ ,  $X_i$ ,  $FL_5$ . El material grueso analizado de acuerdo con el proyecto de norma PEN-EN 933-11, debe contener un porcentaje de:

- $R_c \geq 70$  % en masa
- $R_b \leq 10$ % en masa
- $R_a \leq 5$ % en masa
- $X \leq 1$ % en masa
- $FL \leq 10$  cm<sup>3</sup>/kg.

## **1.2 MATERIALES**

*NORMA UNE EN 13242:2003+A1*

*OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN. NOTA 1*

*Los áridos empleados en construcción deberían cumplir con todos los requisitos de esta norma europea. El mandato M/125 "Áridos" incluye áridos reciclados y algunos materiales de procedencia nueva o no habitual así como los áridos naturales y artificiales conocidos y tradicionales. Los áridos reciclados se incluyen en las normas, existiendo para ellos normas de métodos de ensayo específicas que se encuentran en estado avanzado de elaboración. Para materiales no habituales de origen secundario, sin embargo, el trabajo de normalización ha empezado recientemente y se necesita más tiempo para definir claramente la procedencia y características de estos materiales. Durante este tiempo, estos materiales no habituales, cuando se comercialicen como áridos deben cumplir totalmente con esta norma y con la reglamentación nacional sobre sustancias peligrosas (véase el anexo ZA de esta norma) dependiendo de su uso previsto. Se pueden pedir características y requisitos específicos caso por caso dependiendo de la experiencia de uso del producto, siempre que se encuentren definidos en documentos contractuales.*

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en:

- El Real Decreto 1630/92 (modificado por el Real Decreto 1328/95), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE; en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento se estará a lo establecido en su artículo 9.
- Lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.
- Lo dispuesto en el Real Decreto 105/2008.

### **1.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Estos materiales podrán utilizarse para las categorías de tráfico pesado T2 a T4, siempre que cumplan las prescripciones técnicas de estas recomendaciones y dispongan del obligado marcado CE.

A efectos de empleo la zorra artificial de hormigón (ZR HORM) es equiparable a la zorra artificial, y la zorra artificial de RCD 's (ZR RCD) es equiparable a la zorra natural definidas en el artículo 510 del PG-3.

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.

### 1.2.2 LIMPIEZA

Los materiales estarán exentos de terrones de arcilla, marga, materia orgánica, o cualquier otra que pueda afectar a la durabilidad de la capa.

El coeficiente de limpieza, según el anexo C de la UNE 146130, deberá ser inferior a dos (2).

El equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8, de los dos tipos de zahorra (la de hormigón y la de RCD´s) deberán cumplir lo indicado en la siguiente tabla número 1.1. 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 unidades a los valores indicados en la tabla 1.1.

TABLA .1.1 -EQUIVALENTE DE ARENA DE LAS ZAHORRAS

<b>T2 a T4 Arcenes de T00 a T2</b>	<b>Arcenes de T3 a T4</b>
EA > 35	EA > 30

### 1.2.3 PLASTICIDAD

El material será "no plástico", según la UNE 103104.

### 1.2.4 REQUISITOS GEOMÉTRICOS

#### 1.2.4.1 Granulometría

La granulometría de las zahorras, determinada según la norma UNE EN 933-1, deberá estar comprendida dentro de alguno de los husos fijados en la tabla 1.2 para las ZR HORM y en la tabla 1.3 para las ZR RCD.

TABLA 1.2 – HUSOS GRANULOMÉTRICOS DE LAS ZAHORRAS RECICLADAS DE HORMIGÓN.

ZR HORM	ABERTURA DE TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)										
	45	32	22	16	11,2	8	4	2	0,5	0,25	0,063
ZR HORM 32/0	100	99-75	-	84-57	-	63-40	45-26	32-15	21-7	16-4	9-0
ZR HORM 22/0	-	100	99-75	-	82-54	73-45	54-31	40-20	24-9	18-5	9-0
ZR HORM 22/0 D	-	100	99-75	-	70-42	58-30	37-14	15-0	6-0	4-0	2-0

TABLA 1.3 – HUSOS GRANULOMÉTRICOS DE LAS ZAHORRAS RECICLADAS DE RCD 's.

ZR RCD	ABERTURA DE TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)												
	56	45	40	32	22	16	11,2	8	4	2	0,5	0,25	0,063
ZR RCD 40/0	100	-	99-75	-	87-58	-	-	63-35	46-22	35-15	23-7	18-4	9-0
ZR RCD 32 /0	-	100	-	99-75	-	84-56	-	68-40	51-27	40-20	26-7	20-4	11-00
ZR RCD 22 /0	-	-	-	100	99-75	-	82-52	75-45	61-32	50-25	32-10	24-5	11-0

En el anejo primero de estas recomendaciones figuran los gráficos de los husos granulométricos indicados

Las designaciones de las zahorras se hacen según el apartado 4.2 Tamaño de árido de la norma UNE EN 13242:2003+A1. Las categorías decididas para esos áridos combinados es la  $G_n 75$ .

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.

#### 1.2.4.2 Forma del árido grueso

La forma del árido grueso debe ser determinada mediante el índice de lajas, según la norma UNE-EN 933-3.

Para los dos tipos de zahorra la categoría mínima será la indicada en la tabla 1.4

TABLA 1.4 – CATEGORÍA PARA LOS VALORES MÁXIMOS DEL ÍNDICE DE LAJAS

Índice de lajas	Categoría (FI)
$\leq 35$	$F_{35}$

### 1.2.4.3 Porcentaje de partículas trituradas o fracturadas y de partículas totalmente redondeadas de los áridos gruesos

El porcentaje de partículas trituradas o fracturadas y el porcentaje de partículas totalmente redondeadas de los áridos gruesos, se determinarán según la norma UNE-EN 933-5.

Para los dos tipos de zahorras las categorías mínimas serán las indicadas en la tabla número 1.5

TABLA 1.5 – CATEGORÍA DE LOS PORCENTAJES DE PARTÍCULAS TRITURADAS O FRACTURADAS Y DE PARTÍCULAS TOTALMENTE REDONDEADAS EN LOS ÁRIDOS GRUESOS

Tipo de tráfico	Porcentaje de partículas trituradas o fracturadas (% en masa)	Porcentaje de partículas totalmente redondeadas (% en masa)	Categoría (C)
T2	75 a 100		
Otros casos: T3, T4 y Arcenes	50 a 100	0 a 10	C <sub>50/10</sub>

### 1.2.5 REQUISITOS FÍSICOS. RESISTENCIA A LA FRAGMENTACIÓN

La resistencia a la fragmentación se debe determinar por medio del coeficiente de los Ángeles, de acuerdo con la norma UNE-EN 1097-2:1998.

Los coeficientes de desgaste los Ángeles de los dos tipos de zahorra, no deberán de superar las categorías indicadas en la tabla número 1.6

TABLA 1.6 – CATEGORÍA DEL VALOR MÁXIMO DEL COEFICIENTE DE LOS ÁNGELES

Tipo de zahorra	Coficiente de los Ángeles (*)	Categoría (LA)
ZR HORM	≤ 45	LA <sub>45</sub>
ZR RCD	≤ 50	LA <sub>50</sub>

(\*) En el caso de que se obtengan valores de desgaste los Ángeles superiores a 40, e inferiores a los indicados en la tabla, se comprobará, en el laboratorio la susceptibilidad de la zahorra a la compactación según el siguiente procedimiento:

Se compactará la zahorra en las condiciones de Proctor Modificado.



A este material compactado se le determinarán los valores de:

- Análisis granulométrico.
- Equivalente de arena.

Se aceptará este valor de desgaste los Ángeles si los resultados obtenidos, tras la compactación, siguen cumpliendo los requisitos de granulometría y equivalente de arena indicados en estas recomendaciones.

### 1.2.6 REQUISITOS QUÍMICOS. AZUFRE TOTAL

El contenido total de azufre en el árido se debe determinar de acuerdo con la norma UNE-EN 1744-1.

Los contenidos totales de azufre serán inferiores, para las dos tipos de zahorra, a los indicados en la tabla número 1.7

TABLA 1.7 – CATEGORÍA PARA EL MÁXIMO CONTENIDO TOTAL DE AZUFRE

Situación de obra	Contenido de azufre total (% SO <sub>3</sub> )	Categoría (S)
-	≤ 1	S <sub>i</sub>
En contacto con una capa tratada con cemento o una estructura de hormigón.	≤ 0.5	-

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

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.4 del PG-3.

#### 1.3.1 CENTRAL DE FABRICACIÓN DE LA ZAHORRA RECICLADA DE HORMIGÓN (ZR HORM).

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.4.1 del PG-3.

#### 1.3.2 ELEMENTOS DE TRANSPORTE

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.4.2 del PG-3.

#### 1.3.3 EQUIPOS DE EXTENSIÓN

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.4.3 del PG-3.

### **1.3.4 EQUIPOS DE COMPACTACIÓN**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.4.4 del PG-3.

## **1.4 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

### **1.4.1 ESTUDIO DEL MATERIAL Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO**

El ensayo proctor se realiza en el laboratorio preparando porciones de la muestra de ensayo con distintos grados de humedad, que posteriormente serán compactados con una determinada energía, según el procedimiento normalizado, normal o modificado.

Las humectaciones y compactaciones de estas porciones de muestras de acuerdo con el procedimiento mencionado, se hacen sin ningún “tiempo de maduración”, de tal manera que una vez amasada la porción de ensayo con la dotación de agua calculada se procede a su compactación.

Los materiales procedentes del reciclado de RCD´s presentan un coeficiente de absorción de agua superior a los habituales de los áridos naturales. Esta absorción de agua, además, se produce de una manera más lenta que en el caso de los naturales, lo que afecta al procedimiento de los ensayos de compactación Proctor. El tiempo que transcurre en el laboratorio desde el amasado de las distintas porciones de la muestra de ensayo hasta su compactación en el molde no es suficiente para que se produzca la total absorción de agua por los áridos; en consecuencia la humedad óptima que se determina, si partimos de muestras no suficientemente saturadas, esta será inferior a la necesaria para conseguir una correcta compactación en obra.

Por ello, los ensayos proctor para estos materiales hay que realizarlos tras una saturación previa, lo que se indica como ensayo proctor “tras saturación”. Deberán mantenerse en el estado de humedad un mínimo de una hora, tiempo que se incrementará lo necesario para garantizar que los áridos han completado su absorción de agua.

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.5.1 del PG-3, con la siguiente modificación:

La humedad de puesta en obra y compactación se determinará con el ensayo de Proctor modificado UNE 103501, sobre las zavorras previamente humectadas con una dotación de agua en el entorno de la humedad óptima, (Proctor modificado “tras saturación”).

### **1.4.2 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE QUE VA A RECIBIR LA ZAVORRA**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.5.2 del PG-3.

### **1.4.3 PREPARACIÓN DEL MATERIAL**

Cuando las zavorras se fabriquen en central, el material previo a su amasado se encontrará humectado en el acopio en el entorno de la humedad óptima. En caso de faltarle algo de agua, ésta se le adicionará en la obra.

En los demás casos la zavorra estará humectada, en el entorno de la humedad óptima en los acopios de los que partirá a obra. En caso necesario, antes de extender una tongada

se procederá a su homogeneización y ajuste de humedad; para ello se emplearán 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.

#### **1.4.4 EXTENSIÓN DE LA ZAHORRA**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.5.4 del PG-3.

#### **1.4.5 COMPACTACIÓN DE LA ZAHORRA**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.5.5 del PG-3.

#### **1.5 TRAMO DE PRUEBA**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.5.6 del PG-3.

#### **1.6 ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA**

##### **1.6.1 DENSIDAD**

Para la zahorra de hormigón, (ZR HORM), la compactación deberá alcanzar una densidad no inferior al cien por cien (100%) de la máxima de referencia, obtenida en el ensayo Proctor Modificado, según UNE 103501 realizado sobre la zahorra previamente humectada.

En el caso de la zahorra reciclada de RCD's, (ZR RCD), o cuando la ZR HORM 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 realizado sobre la zahorra previamente humectada.

##### **1.6.2 CAPACIDAD DE SOPORTE**

El valor del módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga del ensayo de carga con placa (Ev2), según la NLT-357, será superior al menor valor de los siguientes:

- Los especificados en la tabla número 1.8, establecida según las categorías de tráfico pesado.

TABLA 1.8 - VALOR MÍNIMO DEL MÓDULO  $E_{v2}$  (MPa)

TIPO DE ZAHORRA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
	T2	T3	T4 y arcenes
ZR HORM	150	100	80
ZR RCD		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).

En pliegos particulares de algunas administraciones, se admite que no se cumpla la relación de módulos indicada, ( $K \leq 2,2$ ), siempre que se cumplan las siguientes dos condiciones:

- El valor obtenido para  $E_2$  sea igual o superior al solicitado.
- El valor obtenido para  $E_1$  sea superior al 60% de lo solicitado para  $E_2$ .

### 1.6.3 RASANTE, ESPESOR Y ANCHURA

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.7.3 del PG-3.

### 1.6.4 REGULARIDAD SUPERFICIAL

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.7.4 del PG-3.

### 1.7 LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.8 del PG-3.

### 1.8 CONTROL DE CALIDAD

#### 1.8.1 CONTROL DE PROCEDENCIA DEL MATERIAL

Es preceptivo que el material disponga del marcado CE.

El control de procedencia consistirá en:

- Control documental.

- Visita de verificación de la instalación de fabricación de la zavorra.
- Ensayos de control de procedencia.

### **1.8.1.1 Control documental**

*Código Técnico Parte 1. Artículo 7.2.1 Control de la documentación de los suministros*

*Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:*

- a) los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;*
- b) el certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y*
- c) los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.*

En el anejo 2 de documentación de suministro y control de estas recomendaciones se incluyen ejemplos de modelos de etiqueta de marcado CE para las zavorras y de los documentos de certificados de garantía y suministro.

### **1.8.1.2 Verificación de la instalación**

Se realizará una visita de inspección de la instalación de acuerdo con los criterios y fichas de inspección elaboradas por GIASA.

Tras la cual se documentará:

- Origen de los residuos.
- Clasificación de los residuos.
- Procedimiento del tratamiento.
- Control de producción.

### **1.8.1.3 Ensayos de control de procedencia**

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:

- Clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados, según el apartado 5.6 de la norma UNE-EN 13242:2003+A1. Ensayo realizado según PNE-EN 933-11.

- 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.
- Partículas trituradas, según la UNE-EN 933-5.
- Humedad natural, según la UNE-EN 1097-5.
- Contenido de azufre total UNE-EN 1744-1.

## **1.8.2 CONTROL DE EJECUCIÓN**

### **1.8.2.1 Fabricación**

Se examinará la descarga al acopio o en el tajo, desechando las partidas que, a simple vista, presenten restos de residuos que alteren la clasificación de material solicitada a la planta de acuerdo con las indicadas en estas recomendaciones. Se acopiarán aparte aquéllos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lajas, 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 zahorras 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:
  - Clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados, según el apartado 5.6 de la norma UNE-EN 13242:2003+A1. Ensayo realizado según PNE-EN 933-11.
  - 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.
- Proporción de los componentes en los áridos gruesos reciclados, según la PNE-EN 933-11.
- Contenido en azufre total UNE-EN 1744-1.
- 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 (apartado 510.9.3) se hubieran aprobado diez (10) lotes consecutivos.

### **1.8.2.2 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, mediante procedimientos aceptados por el Director de las Obras:
  - A su llegada a obra.
  - En el momento de la compactación.
- 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.

### **1.8.3 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 NLT-357, 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), según la NLT-330, que deberá cumplir lo especificado en el apartado 510.7.4.

## **1.9 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO**

### **1.9.1 DENSIDAD**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.10.1 del PG-3.

Los valores de densidad y humedad de referencia serán los determinados con el proctor modificado tras saturación, como se indica en el apartado 1.4.1 de estas

### **1.9.2 CAPACIDAD DE SOPORTE**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.10.2 del PG-3.

### **1.9.3 ESPESOR**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.10.3 del PG-3.



#### **1.9.4 RASANTE**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.10.4 del PG-3.

#### **1.9.5 REGULARIDAD SUPERFICIAL**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.10.5 del PG-3.

#### **1.10 MEDICIÓN Y ABONO**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.11 del PG-3.

#### **1.11 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD**

El cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias requeridas a los productos contemplados en este artículo, se podrá acreditar por medio del correspondiente certificado que, cuando dichas especificaciones estén establecidas exclusivamente por referencia a normas, podrá estar constituido por un certificado de conformidad a dichas normas.

Estos productos dispondrán, como mínimo, del obligado marcado CE

Si, además del marcado CE, los referidos productos disponen de una marca, sello o distintivo de calidad que asegure el cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias de este artículo, se reconocerá como tal cuando dicho distintivo esté homologado por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

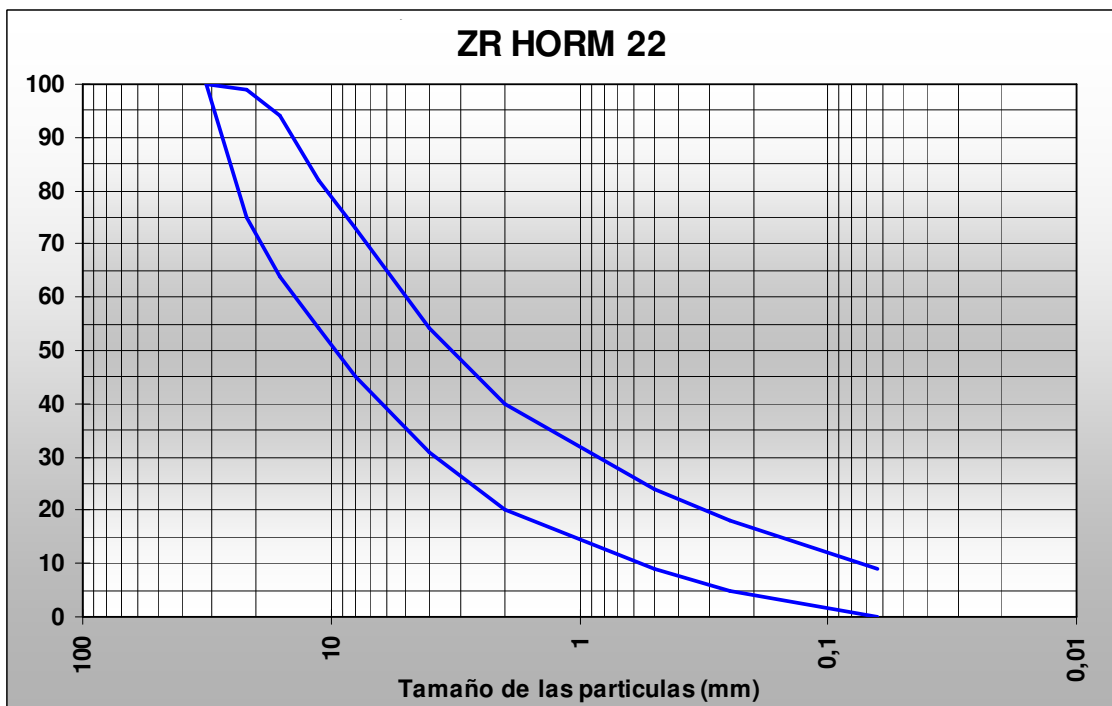
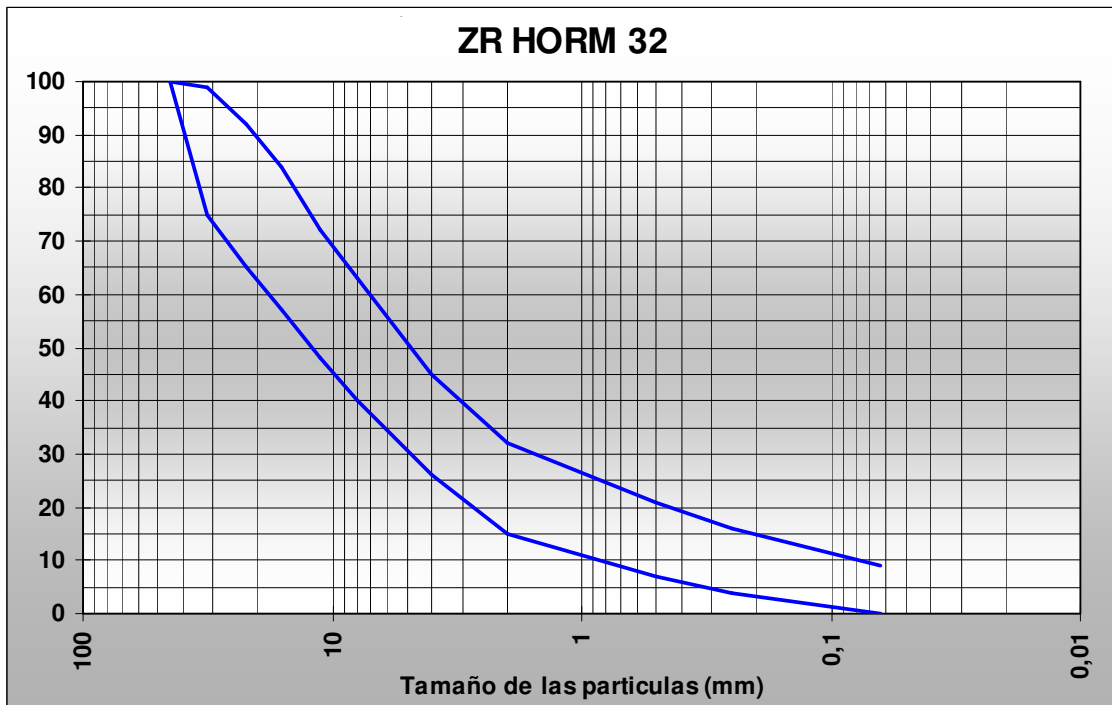
El certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias de este artículo podrá ser otorgado por las Administraciones Públicas competentes en materia de carreteras, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (según ámbito) o los Organismos españoles -públicos y privados- autorizados para realizar tareas de certificación o ensayos en el ámbito de los materiales, sistemas y procesos industriales, conforme al Real Decreto 2200/95, de 28 de diciembre.

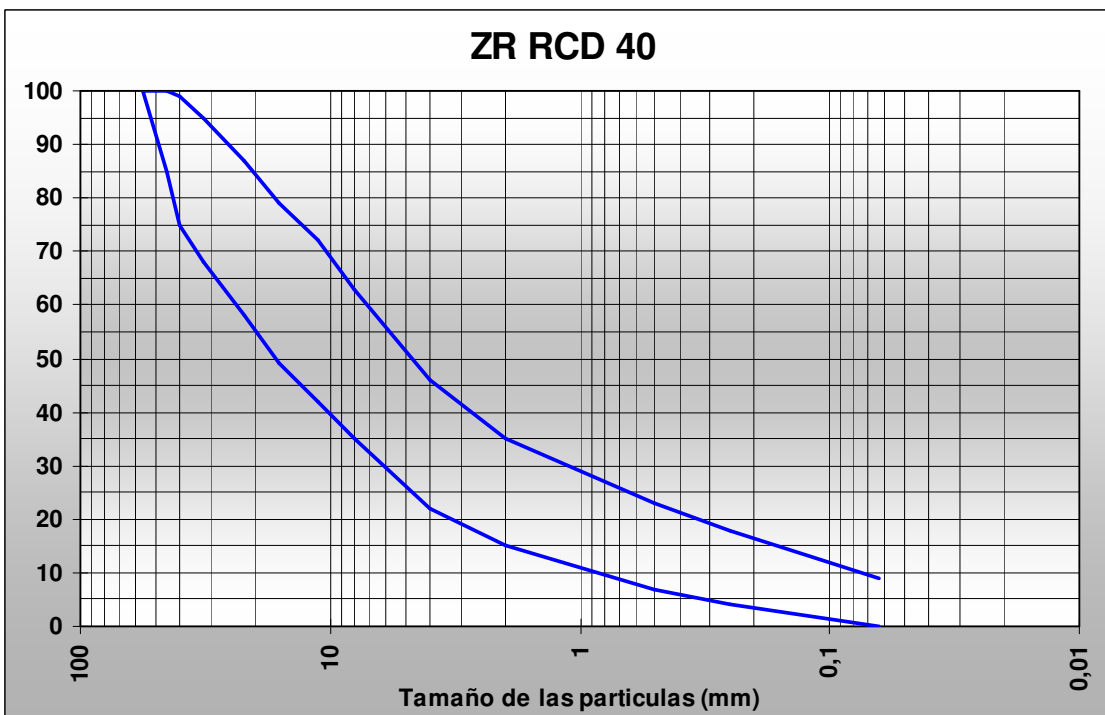
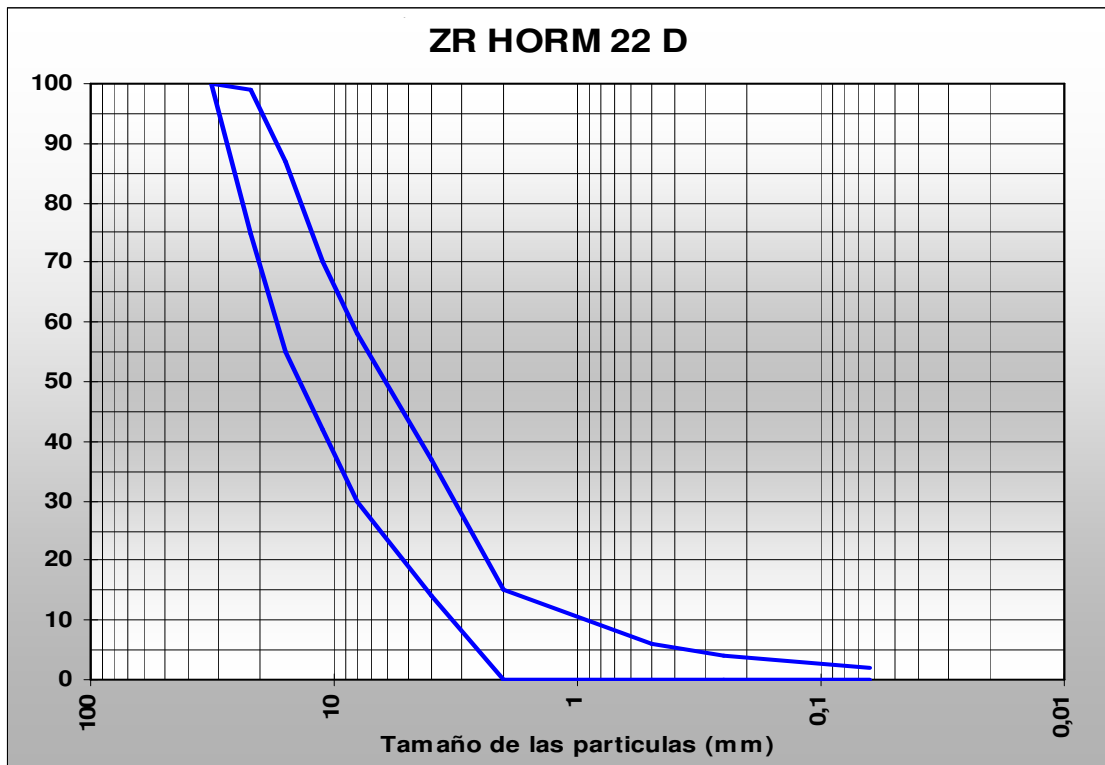
#### **NORMAS DE REFERENCIA EN ESTE ARTÍCULO**

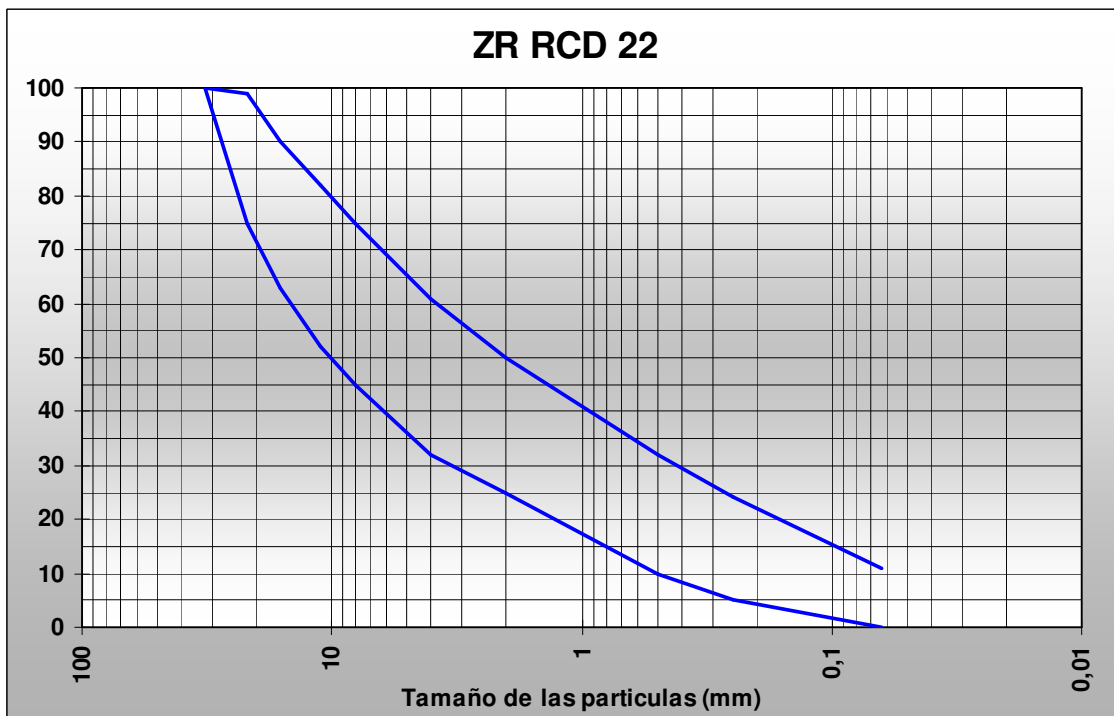
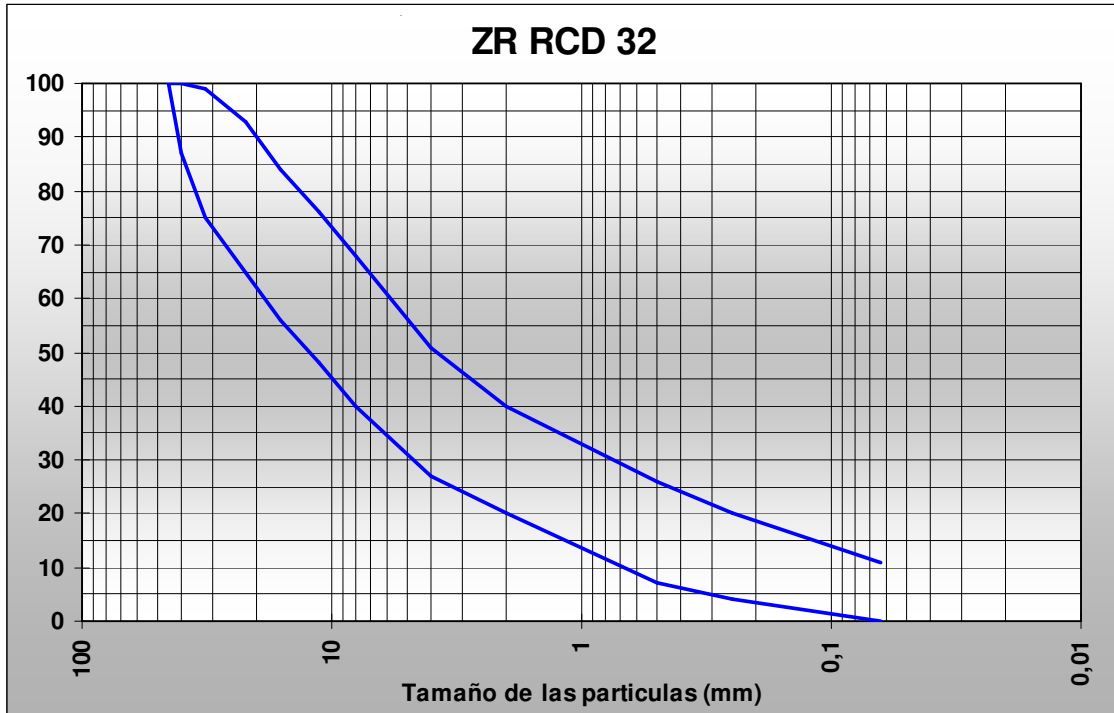
- UNE- EN 13242:2003+A1:2008 Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerados hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes.
- PNE-EN 933-11. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 11 Ensayo de clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados.
- NLT-326 Ensayo de lixiviación en materiales para carreteras (Método del tanque).

- NLT-330 Cálculo del índice de regularidad internacional (IRI) en pavimentos de carreteras
- NLT-357 Ensayo de carga con placa.
- 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 103501 Geotecnia. Ensayo de compactación. Proctor modificado.
- UNE 146130 Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras áreas pavimentadas.
- UNE-EN 196-2 Métodos de ensayo de cementos. Parte 2: Análisis químico de cemento.
- UNE-EN 933-1 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Métodos del tamizado.
- UNE-EN 933-2 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo, tamaño nominal de las aberturas.
- UNE-EN 933-3 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 3: Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas.
- UNE-EN 933-5 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 5: Determinación del porcentaje de caras de fractura de las partículas de árido grueso.
- UNE-EN 933-8 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.
- UNE-EN 933-9 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno.
- UNE-EN 1097-2 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.
- UNE-EN 1097-5 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 5: Determinación del contenido en agua por secado en estufa.
- UNE-EN 1744-1 Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico.

**ANEJO NÚMERO 1**  
**HUSOS GRANULOMÉTRICOS**







## **ANEJO NÚMERO 2**

### **DOCUMENTACIÓN DE SUMINISTRO Y CONTROL.**

- **Documentos que garanticen que el productor es un gestor autorizado para la valorización de residuos de construcción y demolición.**
- **Marcado CE.**
- **Certificado de garantía del fabricante.**
- **Certificado de suministro del fabricante.**

## **GESTOR AUTORIZADO**

Se adjunta modelo donde el productor declara que es Gestor autorizado para la valorización de residuos de la construcción y demolición.

## **MARCADO CE**

En este caso de las zavorras, es obligado disponer del marcado CE.

Esta documentación del marcado CE consiste en:

- Etiqueta CE. De acuerdo con la norma de aplicación a cada producto.
- Declaración de conformidad.
- Certificado de conformidad del control de Organismo Notificado, el certificado de control de producción.

Se comprobará que la zavorra que se empleará en la obra se encuentra relacionada en este certificado.

## **CERTIFICADO DE GARANTÍA DEL FABRICANTE**

Este documento es similar al de la declaración de conformidad, pero se refiere al producto que en particular se va a suministrar a una determinada obra.

## **CERTIFICADO DE SUMINISTRO**

El suministrador de la zavorra proporcionará un certificado final de suministro, en el que se recogerá la totalidad del producto suministrado.

El certificado de suministro deberá mantener la necesaria trazabilidad de los materiales o productos certificados.


A continuación se adjunta:

- Un ejemplo de marcado CE de una zavorra de reciclado de hormigón.
- Un modelo con la información mínima que debe presentar un certificado de garantía.
- Un modelo con la información mínima que debe presentar un certificado de suministro.



**EJEMPLO DE MARCADO CE**

ZAHORRA RECICLADA DE HORMIGÓN

 <p>0123</p>			<p><i>Marcado de conformidad CE, representado por el símbolo "CE", según la Directiva 93/68/CEE</i></p>
<p><b>Compañía, dirección</b></p> <p>07</p> <p>0123-CPD-0456</p>			<p><i>Número de identificación del organismo de inspección</i></p> <hr/> <p><i>Nombre o marca de identificación y dirección registrada del fabricante</i></p> <hr/> <p><i>Los últimos dígitos del año en que se estampó el marcado</i></p> <hr/> <p><i>Número del certificado CE</i></p> <hr/> <p><i>Número de la norma europea</i></p>
<p>EN 12620:2002+A1:2007</p> <p><b>Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerantes hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes</b></p>			<p><i>Descripción del producto e información de las características reguladas</i></p>
Forma de las partículas	Valor declarado	(FI)	
Tamaño de partículas	Denominación	( $d/D$ ) y categoría de tolerancia (por ejemplo, G <sub>2</sub> 80-20)	
Densidad de partículas	Valor declarado	(Mg/m <sup>3</sup> )	
Limpieza			
Contenido en finos	Categoría	(por ejemplo, f <sub>10</sub> )	
Calidad de los finos	Cumple/no cumple el valor umbral/valor declarado	(%, M <sub>B</sub> , SE)	
Porcentaje de partículas machacadas	Categoría	(por ejemplo, C <sub>90/1</sub> )	
Resistencia a la fragmentación y machaqueo	Categoría	(por ejemplo, L <sub>A,90</sub> )	
Estabilidad en volumen	Categoría	(por ejemplo, V <sub>2</sub> )	
Absorción/succión de agua	Valor declarado	(% en masa)	
Composición/contenido			
Clasificación de áridos gruesos reciclados	Categoría	(por ejemplo, R <sub>C,90</sub> , X <sub>1</sub> , FL <sub>10</sub> )	
Sulfatos solubles en agua de áridos reciclados	Categoría	(por ejemplo, SS <sub>0,1</sub> )	
Sulfatos solubles en ácido	Categoría	(por ejemplo, AS <sub>0,1</sub> )	
Azufre total	Categoría	(por ejemplo, S <sub>0,01</sub> )	
Componentes que alteran la velocidad de fraguado y endurecimiento de materiales tratados con conglomerantes hidráulicos	Cumple/no cumple el valor umbral	(Tiempo de fraguado en min y resistencia a la compresión S %)	
Resistencia al desgaste	Categoría	(por ejemplo, M <sub>DR</sub> 25)	
Liberación de metales pesados por lixiviación	Valor umbral válido en el lugar de uso		
Liberación de otras sustancias peligrosas	Por ejemplo, sustancia X: 0,2 µm <sup>3</sup>		
Durabilidad frente al hielo y deshielo	Categoría	(por ejemplo, F <sub>4</sub> o MS <sub>25</sub> )	

{ ◀A1 }

**MODELO DE DECLARACIÓN DE GESTOR AUTORIZADO**

LOGOTIPO EMPRESA	<b>REQUISITOS ADMINISTRATIVOS GESTOR AUTORIZADO</b>	
------------------	---	--

Nombre de la empresa  
Dirección  
Gestor autorizado número: GRU-

XXX a, xx de xxxx de 20xx

Se adjunta la resolución por la cual se acredita que la empresa \_\_\_\_\_ es gestor autorizado por la Junta de Andalucía para la **valorización de residuos de la construcción y demolición**

Sin otro particular, le saluda atentamente.

Fdo.  
Cargo:  
Sello:

## MODELO DE CERTIFICADO DE GARANTÍA

LOGOTIPO EMPRESA	<b>CERTIFICADO DE GARANTÍA DE ÁRIDOS RECICLADOS</b>	
------------------	---	--

Nombre de la empresa  
Dirección

Cliente: Nombre del cliente  
Obra: Nombre de obra

XXX a, xx de xxxx de 2010

En referencia a los suministros efectuados a su obra, del siguiente producto:

<b>Designación</b>

Fabricado en nuestro centro de producción sito en:

Dirección del centro de producción

Adjuntamos la siguiente documentación de garantía de calidad:

<b>Producto con Marcado CE</b>	
Declaración de Conformidad CE	<input type="checkbox"/>
Etiqueta CE completa	<input type="checkbox"/>
Certificado de Conformidad del Organismo Notificado	<input type="checkbox"/>

Y certifico que el producto es conforme a las características declaradas en la documentación que se adjunta.

Sin otro particular, le saluda atentamente.

Fdo.  
Cargo:  
Sello:

## MODELO DE CERTIFICADO DE SUMINISTRO

LOGOTIPO EMPRESA	<b>CERTIFICADO DE SUMINISTRO DE ÁRIDOS RECICLADOS</b>	
------------------	---	--

Nombre de la empresa

Nombre y cargo del responsable de suministro:

Dirección (Nombre, domicilio, teléfono/fax, CIF, NIF)

XXX a, xx de xxxxx de 2010

### Certifico

Que hasta la fecha presente, se han entregado a:

Cliente:	Nombre del cliente
Obra:	Nombre de obra

Los suministros que a continuación se detallan:

Identificación del producto o material	Cantidad

**Declaro bajo mi responsabilidad la conformidad de los suministros arriba indicados con las características técnicas declaradas en el momento de la entrega.**

Fdo.  
Cargo:  
Sello:

## **ARTÍCULO 2. GRAVACIMIENTO CON ÁRIDOS GRUESOS DEL RECICLADO DE RESIDUOS DE HORMIGÓN. (GCR HORM).**

### **2.1 DEFINICIÓN.**

### **2.2 MATERIALES.**

2.2.1 CEMENTO.

2.2.2 ÁRIDOS.

2.2.2.1 Características generales.

2.2.2.2 Composición química.

2.2.2.3 Árido grueso.

2.2.2.3.1 Requisitos geométricos.

2.2.2.3.1.1 Forma del árido grueso.

2.2.2.3.1.2 Porcentaje de partículas trituradas o fracturadas y de partículas totalmente redondeadas de los áridos gruesos.

2.2.2.3.2 Requisitos físicos. Resistencia a la fragmentación.

2.2.2.4 Árido fino.

2.2.2.4.1 Plasticidad.

2.2.2.4.2 Equivalente de arena.

2.2.3 AGUA.

2.2.4 ADITIVOS.

### **2.3 TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA.**

### **2.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.**

2.4.1 CENTRAL DE FABRICACIÓN.

2.4.2 ELEMENTOS DE TRANSPORTE.

2.4.3 EQUIPOS DE EXTENSIÓN.

2.4.4 EQUIPO DE COMPACTACIÓN.

2.4.5 EQUIPO PARA LA EJECUCIÓN DE JUNTAS TRANSVERSALES EN FRESCO.

### **2.5 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.**

2.5.1 ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO.

2.5.2 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE EXISTENTE.

2.5.3 FABRICACIÓN DE LA MEZCLA.

2.5.4 TRANSPORTE DE LA MEZCLA.

2.5.5 VERTIDO Y EXTENSIÓN DE LA MEZCLA.

2.5.6 PREFISURACIÓN.

2.5.7 COMPACTACIÓN Y TERMINACIÓN.

2.5.8 EJECUCIÓN DE LAS JUNTAS DE TRABAJO.

2.5.9 CURADO Y PROTECCIÓN SUPERFICIAL.

### **2.6 TRAMO DE PRUEBA.**

## **2.7 ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA.**

- 2.7.1 DENSIDAD.
- 2.7.2 RESISTENCIA MECÁNICA.
- 2.7.3 TERMINACIÓN, RASANTE, ANCHURA Y ESPESOR.
- 2.7.4 REGULARIDAD SUPERFICIAL.

## **2.8 LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN.**

### **2.9 CONTROL DE CALIDAD.**

- 2.9.1 CONTROL DE PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES CONSTITUYENTES.
  - 2.9.1.1 Control documental.
  - 2.9.1.2 Visita de verificación de la instalación de fabricación de la gravacemento.
  - 2.9.1.3 Ensayos de control de procedencia de los materiales constituyentes.
    - 2.9.1.3.1 Cemento.
    - 2.9.1.3.2 Áridos.
- 2.9.2 CONTROL DE EJECUCIÓN.
  - 2.9.2.1 Fabricación.
  - 2.9.2.2 Puesta en obra.
    - 2.9.2.2.1 Vertido y extensión.
    - 2.9.2.2.2 Compactación.
    - 2.9.2.2.3 Curado y protección superficial.
- 2.9.3 CONTROL DE RECEPCIÓN DE LA UNIDAD TERMINADA.

### **2.10 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO.**

- 2.10.1 DENSIDAD.
- 2.10.2 RESISTENCIA MECÁNICA.
- 2.10.3 ESPESOR.
- 2.10.4 RASANTE.
- 2.10.5 REGULARIDAD SUPERFICIAL.

### **2.11 MEDICIÓN Y ABONO.**

### **2.12 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD.**

## **ANEJOS**

ANEJO NÚMERO 1. HUSOS GRANULOMÉTRICOS.

ANEJO NÚMERO 2. DOCUMENTACIÓN DE SUMINISTROS Y CONTROL DE RECEPCIÓN.

## **2.1 DEFINICIÓN**

Se define la gravacemiento de reciclado, como una mezcla homogénea, en las proporciones adecuadas de áridos, cemento, agua y, eventualmente, aditivos, realizada en central, que convenientemente compactada se utiliza como capa estructural en firmes de carreteras.

En este artículo la fracción gruesa de los áridos procede del reciclado de residuos de hormigón y la fracción fina de la trituración de árido natural.

Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Fabricación de la mezcla en central.
- Preparación de la superficie existente.
- Transporte y extensión de la mezcla.
- Prefisuración.
- Compactación y terminación.
- Curado y protección superficial.

En este artículo se definen dos tipos de gravacemiento con áridos gruesos reciclados (GCR 32 y GCR 22).

## **2.2 MATERIALES**

*NORMA UNE EN 13242:2003+A1*

*OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN. NOTA 1*

*Los áridos empleados en construcción deberían cumplir con todos los requisitos de esta norma europea. El mandato M/125 "Áridos" incluye áridos reciclados y algunos materiales de procedencia nueva o no habitual así como los áridos naturales y artificiales conocidos y tradicionales. Los áridos reciclados se incluyen en las normas, existiendo para ellos normas de métodos de ensayo específicas que se encuentran en estado avanzado de elaboración. Para materiales no habituales de origen secundario, sin embargo, el trabajo de normalización ha empezado recientemente y se necesita más tiempo para definir claramente la procedencia y características de estos materiales. Durante este tiempo, estos materiales no habituales, cuando se comercialicen como áridos deben cumplir totalmente con esta norma y con la reglamentación nacional sobre sustancias peligrosas (véase el anexo ZA de esta norma) dependiendo de su uso previsto. Se pueden pedir características y requisitos específicos caso por caso dependiendo de la experiencia de uso del producto, siempre que se encuentren definidos en documentos contractuales.*

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en:

- El Real Decreto 1630/92 (modificado por el Real Decreto 1328/95), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE; en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento se estará a lo establecido en su artículo 9.

- Lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.
- Lo dispuesto en el Real Decreto 105/2008.

### **2.2.1 CEMENTO**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.2.1 del PG-3.

### **2.2.2 ÁRIDOS**

#### **2.2.2.1 Características generales**

El árido grueso procederá del reciclado de hormigones.

El árido fino procederá de la trituración de piedra de cantera o gravera.

Los áridos 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 podrá 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 Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras deberá fijar los ensayos para determinar la inalterabilidad del material. Si se considera conveniente, para caracterizar los componentes de los áridos que puedan ser lixiviados y que puedan significar un riesgo potencial para el medio ambiente o para los elementos de construcción situados en sus proximidades, se empleará la NLT-326.

#### **2.2.2.2 Composición química**

No se utilizarán los materiales que presenten una proporción de materia orgánica, según la UNE 103204, superior al uno por ciento (1%).

El contenido ponderal de compuestos totales de azufre y sulfatos solubles en ácido (SO<sub>3</sub>), referidos al material granular en seco, determinados según la UNE-EN 1744-1, no será superior al uno por ciento (1%) ni a ocho décimas expresadas en términos porcentuales (0,8%).

Los áridos no presentarán reactividad potencial con los álcalis del cemento.

Para su comprobación se realizará, en primer lugar, un estudio petrográfico, del cual se obtendrá información sobre el tipo de reactividad que, en su caso, puedan presentar.



Si del estudio petrográfico del árido se deduce la posibilidad de que presente reactividad álcali-sílice o álcali-silicato, se debe realizar el ensayo descrito en la UNE 146508 EX (método acelerado en probetas de mortero).

Si del estudio petrográfico del árido se deduce la posibilidad de que presente reactividad álcali-carbonato, se debe realizar el ensayo descrito en la UNE 146507-2 EX. En el caso de mezcla, natural o artificial, de áridos calizos y silíceos, este ensayo se realizará sobre la fracción calizo-dolomítica del árido.

### 2.2.2.3 Árido grueso

Se define como árido grueso a la parte del árido total retenida en el tamiz de cuatro (4) milímetros de la UNE-EN 933-2.

El árido grueso procederá del reciclado de hormigones.

La categoría de un material reciclado se determina en base a los tipos de residuos que componen su fracción gruesa, lo que se determina de acuerdo con el proyecto de norma europea PEN-EN 933-11.

La nomenclatura utilizada para los componentes es:

- Rc = Hormigón, productos de hormigón, morteros  
Piezas para fábricas de albañilería de hormigón
- Rb = Piezas para fábrica de albañilería de arcilla (es decir, ladrillos y tejas).  
Piezas para fábrica de albañilería de silicato de calcio  
Hormigón celular no flotante.
- Ra = Materiales bituminosos.
- FL = Material flotante en volumen.
- X = Otros.

La categoría de este material, según la norma UNE EN 13242:2003+A1 se especificará como  $Rc_{90}$ ,  $Rb_{10}$ ,  $Ra_{1}$ ,  $X_{1}$ ,  $FL_{2}$ . El material grueso analizado de acuerdo con el proyecto de norma PEN-EN 933-11, debe contener un porcentaje de:

- $Rc \geq 90$  % en masa
- $Rb \leq 10$  % en masa
- $Ra \leq 1$  % en masa
- $X \leq 1$  % en masa
- $FL \leq 2$  cm<sup>3</sup>/kg.

#### 2.2.2.3.1 REQUISITOS GEOMÉTRICOS

##### 2.2.2.3.1.1 Forma del árido grueso

La forma del árido grueso debe ser determinada mediante el índice de lajas, según la norma UNE-EN 933-3.

La categoría mínima será la indicada en la tabla 2.1

TABLA 2.1 – CATEGORÍA PARA LOS VALORES MÁXIMOS DEL ÍNDICE DE LAJAS

Tipo de capa	Categoría de tráfico pesado	Índice de lajas	Categoría (FI)
Calzada	T00 a T2	≤ 30	F <sub>35</sub>
	T3 y T4	≤ 35	
Arcenes	T00 a T4	≤ 40	

2.2.2.3.1.2 Porcentaje de partículas trituradas o fracturadas y de partículas totalmente redondeadas de los áridos gruesos.

El porcentaje de partículas trituradas o fracturadas y el porcentaje de partículas totalmente redondeadas de los áridos gruesos, se determinarán según la norma UNE-EN 933-5.

Las categorías mínimas serán las indicadas en la tabla número 2.2

TABLA 2.2 – CATEGORÍA DE LOS PORCENTAJES DE PARTÍCULAS TRITURADAS O FRACTURADAS Y DE PARTÍCULAS TOTALMENTE REDONDEADAS EN LOS ÁRIDOS GRUESOS

Tipo de capa	Categoría de tráfico pesado	Porcentaje de partículas trituradas o fracturadas (% en masa)	Porcentaje de partículas totalmente redondeadas (% en masa)	Categoría (C)
Calzada	T00 a T1	90 a 100	0 a 3	C <sub>90/3</sub>
	T2	50 a 100	0 a 10	C <sub>50/10</sub>
	T3 y T4	30 a 100		
Arcenes	T00 a T1	50 a 100		C <sub>50/10</sub>
	T2 a T4	30 a 100		

2.2.2.3.2 REQUISITOS FÍSICOS. RESISTENCIA A LA FRAGMENTACIÓN

La resistencia a la fragmentación se debe determinar por medio del coeficiente de los Ángeles, de acuerdo con la norma UNE-EN 1097-2:1998.

Los coeficientes de desgaste los Ángeles, no deberán de superar las categorías indicadas en la tabla número 2.3

TABLA 2.3 – CATEGORÍA DEL VALOR MÁXIMO DEL COEFICIENTE DE LOS ÁNGELES

Tipo de capa	Categoría de tráfico pesado	Coefficiente de los Ángeles	Categoría (LA)
Calzada	T00 a T1	$\leq 35$	$LA_{35}$
	T2 y T4	$\leq 40$	$LA_{40}$
Arcenes	T00 a T4	$\leq 45$	$LA_{45}$

#### 2.2.2.4 Árido fino

Se define como árido fino a la fracción del árido total inferior a cuatro (4) milímetros.

El árido fino procederá de la trituración de piedra de cantera o gravera.

##### 2.2.2.4.1 PLASTICIDAD

El árido fino será no plástico, según UNE 103104.

##### 2.2.2.4.2 EQUIVALENTE DE ARENA

El equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8, deberá ser superior a cuarenta (40), para la gravacemiento tipo GCR 22, y a treinta y cinco (35), para la gravacemiento tipo GCR 32. De no cumplirse estas condiciones, su valor de azul de metileno, según la UNE-EN 933-9, deberá ser inferior a diez (10) y, simultáneamente, el equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8, deberá ser superior a treinta (30), para ambos tipos.

#### 2.2.3 AGUA

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.2.3 del PG-3.

#### 2.2.4 ADITIVOS

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.2.4 del PG-3.

### 2.3 TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares definirá el tipo y composición de la gravacemiento, cuya granulometría, contenido de cemento y resistencia a compresión simple deberán cumplir lo indicado en este apartado.

La granulometría de los áridos empleados en la fabricación de la gravacemiento deberá ajustarse a uno de los husos definidos en la tabla 2.4. El tipo GCR 32 sólo se podrá emplear en carreteras con categoría de tráfico pesado T3 y T4 y en arcenes, en sustitución del suelocemento SC40.

TABLA 2.4 – HUSOS GRANULOMÉTRICOS DEL ÁRIDO DE LA GRAVACEMIENTO

GCR	ABERTURA DE TAMICES									
	45	32	22	16	11,2	8	4	2	0,5	0,06
<b>GCR 32</b>	100	99-75	-	83-53	-	63-38	48-25	37-16	21-6	7-1
<b>GCR 22</b>	-	100	99-75	-	79-52	68-44	51-28	39-19	22-7	7-1

*En el anejo primero de estas recomendaciones figuran los gráficos de los husos granulométricos indicados*

El contenido mínimo de cemento será tal que permita la consecución de las resistencias indicadas en la tabla 2.5. En cualquier caso dicho contenido no será inferior al tres y medio por ciento (3,5%) en masa, respecto del total del árido en seco.

TABLA 2.5 - RESISTENCIA MEDIA (\*) A COMPRESIÓN A SIETE DÍAS (7 d), SEGÚN LA NLT-305, (MPa)

ZONA	MÍNIMA	MÁXIMA
Calzada	4.5	7.0
Arcenes	4.5	6.0

(\*) Por resistencia media se entiende la media aritmética de los resultados obtenidos al menos sobre tres (3) probetas de la misma amasada, definida de acuerdo a lo indicado en el apartado 2.9.2.1.

Las probetas se compactarán según la NLT-310, con la energía que proporcione la densidad mínima requerida en el apartado 2.7.1 y nunca con una energía mayor.

En el caso de emplearse cementos para usos especiales (ESP VI-1) estos valores se disminuirán en un quince por ciento (15%).

El plazo de trabajabilidad de una mezcla con cemento se determinará de acuerdo con la norma UNE 41240, a la temperatura media prevista durante la ejecución de las obras, entre las doce (12,00) y las quince (15,00) horas; no pudiendo ser inferior al indicado en la tabla 2.6. En el supuesto de la puesta en obra por franjas, el material resultante deberá tener un

plazo de trabajabilidad tal que permita completar la compactación de cada una de ellas antes de que haya finalizado dicho plazo en la franja adyacente ejecutada previamente.

TABLA 2.6 – PLAZO MÍNIMO DE TRABAJABILIDAD (t<sub>pm</sub>)

TIPO DE EJECUCIÓN	t <sub>pm</sub>
Anchura completa	180
Por franjas	240

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

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.4 del PG-3.

### **2.4.1 CENTRAL DE FABRICACIÓN**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.4.1 del PG-3.

### **2.4.2 ELEMENTOS DE TRANSPORTES**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.4.2 del PG-3.

### **2.4.3 EQUIPO DE EXTENSIÓN**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.4.3 del PG-3.

### **2.4.4 EQUIPO DE COMPACTACIÓN**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.4.4 del PG-3.

### **2.4.5 EQUIPO PARA LA EJECUCIÓN DE JUNTAS TRANSVERSALES EN FRESCO**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.4.5 del PG-3.

## **2.5 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

### **2.5.1 ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO**

La producción de un material tratado con cemento no se podrá iniciar en tanto que el Director de las Obras no haya aprobado la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en el laboratorio y verificada en la central de fabricación y en el tramo de prueba, la cual deberá señalar, como mínimo:

- La identificación y proporción (en seco) de cada fracción de árido en la alimentación (en masa). En el caso del árido grueso reciclado se controlará que su categoría es la  $RC_{90}$ .
- La granulometría del árido combinado, por los tamices establecidos en la definición del huso granulométrico dada en el apartado 2.3.
- La dosificación en masa o en volumen, según corresponda, de cemento, de agua y, eventualmente, de aditivos (\*).
- La densidad máxima y la humedad óptima del Proctor modificado, según la UNE 103501 (\*).
- La densidad mínima a alcanzar.
- El plazo de trabajabilidad de la mezcla (\*).

El ensayo proctor se realiza en el laboratorio preparando porciones de la muestra de ensayo con distintos grados de humedad, que posteriormente serán compactados con una determinada energía, según el procedimiento normalizado, normal o modificado.

Las humectaciones y compactaciones de estas porciones de muestras de acuerdo con el procedimiento mencionado, se hacen sin ningún "tiempo de maduración", de tal manera que una vez amasada la porción de ensayo con la dotación de agua calculada se procede a su compactación.

Los materiales procedentes del reciclado de RCD's presentan un coeficiente de absorción de agua superior a los habituales de los áridos naturales. Esta absorción de agua, además, se produce de una manera más lenta que en el caso de los naturales, lo que afecta al procedimiento de los ensayos de compactación Proctor. El tiempo que transcurre en el laboratorio desde el amasado de las distintas porciones de la muestra de ensayo hasta su compactación en el molde no es suficiente para que se produzca la total absorción de agua por los áridos en consecuencia la humedad óptima que se determina, si partimos de muestras no suficientemente saturadas, esta será inferior a la necesaria para conseguir una correcta compactación en obra.

Por ello, los ensayos Proctor para estos materiales hay que realizarlos tras una saturación previa, lo que se indica como ensayo Proctor "tras saturación". Deberán mantenerse en el estado de humedad un mínimo de una hora, tiempo que se incrementará lo necesario para garantizar que los áridos han completado su absorción de agua.

(\*) Los ensayos físico mecánicos para las determinaciones de Proctor Modificado, resistencias a compresión simple o plazos de trabajabilidad, se realizarán con el árido grueso reciclado previamente saturado de agua.

Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director de las Obras podrá corregir la fórmula de trabajo, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos. En todo caso se estudiará y aprobará una nueva fórmula de trabajo si varía la procedencia de alguno de los componentes de la mezcla.

Las tolerancias admisibles respecto a la fórmula de trabajo serán las indicadas en la tabla 2.7, teniendo en cuenta que en ningún caso los valores podrán sobrepasar los límites establecidos en el correspondiente huso granulométrico adoptado.

TABLA 2.7 – TOLERANCIAS ADMISIBLES RESPECTO DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

CARACTERÍSTICA		UNIDAD	TOLERANCIA
Cernido tamices UNE-EN 933-2	Tamaño máximo	% sobre la masa total de material	0
	> 4 mm.		± 6
	≤ 4 mm.		± 3
	0.063 mm. (incluido cemento)		± 1.5
Cemento			± 0.3
Humedad de compactación (agua total)		% respecto de la óptima	-1.0 / +0.5

### 2.5.2 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE EXISTENTE

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.5.2 del PG-3.

### 2.5.3 FABRICACIÓN DE LA MEZCLA

En el momento de iniciar la fabricación de la mezcla las fracciones de los áridos estarán acopiadas en cantidad suficiente para permitir a la central un trabajo sin interrupciones. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras fijará el volumen mínimo de acopios exigibles en función de las características de la obra y del volumen de mezcla que se vaya a fabricar. En el caso de obras con una superficie de calzada inferior a setenta mil metros cuadrados (70.000 m<sup>2</sup>) estará acopiado el cien por cien (100%) del volumen. En obras de carreteras con categoría de tráfico pesado T00 a T2 o con una superficie de calzada superior a setenta mil metros cuadrados (70.000 m<sup>2</sup>) el volumen mínimo a exigir en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se determinará en función de las características de la obra, con el margen de seguridad necesario, no siendo nunca inferior al correspondiente al treinta por ciento (30%) del total.

La carga de las tolvas se realizará de forma que su contenido esté siempre comprendido entre el cincuenta y el cien por cien (50 a 100%) de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones de los materiales granulares.

La operación de mezcla se realizará mediante dispositivos capaces de asegurar la completa homogeneización de los componentes. El Director de las Obras fijará, a partir de los ensayos iniciales, el tiempo mínimo de amasado.

Antes de su mezclado, el árido grueso reciclado estará acopiado saturado de agua.

Se comenzará mezclando los áridos y el cemento, añadiéndose posteriormente el agua y los aditivos, que irán disueltos en aquélla. La cantidad de agua añadida a la mezcla será la necesaria para alcanzar la humedad fijada en la fórmula de trabajo, teniendo en cuenta la existente en los áridos, sobre todo la del árido grueso reciclado, así como la variación del contenido de agua que se pueda producir por evaporación durante la ejecución de los trabajos. El amasado se proseguirá hasta obtener la completa homogeneización de los componentes de la mezcla, dentro de las tolerancias fijadas.

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

#### **2.5.4 TRANSPORTE DE LA MEZCLA**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.5.4 del PG-3.

#### **2.5.5 VERTIDO Y EXTENSIÓN DE LA MEZCLA**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.5.5 del PG-3.

#### **2.5.6 PREFISURACIÓN**

Se hará siempre prefisuración en estas capas de gravacemento con árido grueso reciclado.

Para ello, antes de iniciar la compactación de la capa, se realizarán en ella juntas transversales en fresco. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras establecerá la distancia a la que deben realizarse las juntas transversales en fresco, dependiendo de la categoría de tráfico pesado, de la zona climática y del espesor de las capas que se dispongan por encima. Salvo justificación en contrario, la separación entre juntas estará comprendida entre tres y cuatro metros (3 a 4 m).

Si en la fórmula de trabajo, para el contenido de cemento solicitado, se obtienen resistencias superiores a cinco (5) megapascales (Mpa) la separación de juntas será de dos con cinco (2.5) metros

Se empleará el equipo y los métodos de ejecución aprobados y fijados por el Director de las Obras, después de la realización del tramo de prueba.

#### **2.5.7 COMPACTACIÓN Y TERMINACIÓN**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.5.7 del PG-3.



### **2.5.8 EJECUCIÓN DE LAS JUNTAS DE TRABAJO**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.5.8 del PG-3.

### **2.5.9 CURADO Y PROTECCIÓN SUPERFICIAL**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.5.9 del PG-3.

## **2.6 TRAMO DE PRUEBA**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.6 del PG-3.

## **2.7 ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA**

### **2.7.1 DENSIDAD**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.7.1 del PG-3.

La densidad de referencia, según lo indicado en el apartado 2.5.1 es la determinada con el ensayo de proctor modificado tras saturación.

### **2.7.2 RESISTENCIA MECÁNICA**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.7.2 del PG-3.

### **2.7.3 TERMINACIÓN, RASANTE, ANCHURA Y ESPESOR**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.7.3 del PG-3.

### **2.7.4 REGULARIDAD SUPERFICIAL**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.7.4 del PG-3.

## **2.8 LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.8 del PG-3.

## **2.9 CONTROL DE CALIDAD**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.9 del PG-3.

## **2.9.1 CONTROL DE PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES CONSTITUYENTES.**

El control de procedencia de los materiales constituyentes consistirá en:

- Control documental, de los materiales constituyentes.
- Visita de verificación de la instalación de fabricación de la gravacemento.
- Ensayos de control de procedencia de los materiales constituyentes.

### **2.9.1.1 Control documental**

*Código Técnico Parte 1. Artículo 7.2.1 Control de la documentación de los suministros*

*Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:*

- d) los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;*
- e) el certificado de garantía del fabricante, firmado por física; y*
- f) los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al mercado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.*

En el anejo 2 de documentación de suministro y control de estas recomendaciones se indica ejemplos de modelos de etiqueta de marcado CE de los materiales constituyentes de la gravacemento.

### **2.9.1.2 Verificación de la instalación de fabricación de la gravacemento**

Se realizará una visita de inspección tanto de la instalación de fabricación de la gravacemento como de la planta de suministro del árido grueso reciclado, de acuerdo con los criterios y fichas de inspección elaboradas por GIASA.

Tras la cual se documentará:

- Origen de los materiales constituyentes, en especial el árido grueso reciclado.
- Acopios de los áridos y almacenamiento del resto de los componentes, cemento y en su caso aditivos.
- Procedimiento de fabricación de la gravacemento.
- Control de producción.

### **2.9.1.3 Ensayos de control de procedencia de los materiales constituyentes**

#### **2.9.1.3.1 CEMENTO**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.9.1.1 del PG-3.

#### **2.9.1.3.2 ÁRIDOS**

Los áridos empleados para la fabricación de la gravacemento con áridos reciclados deberán disponer del marcado CE.

De cada procedencia del árido de la gravacemento y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán cuatro (4) muestras, según la UNE-EN 932-1, y de cada una de ellas se determinará:

- Clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados, según el apartado 5.6 de la norma UNE-EN 13242:2003+A1. Ensayo realizado según PNE-EN 933-11.
- El coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2.
- Índice de lajas, según la UNE-EN 933-3.
- Proporción de partículas trituradas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5.
- El contenido ponderal de compuestos totales de azufre y sulfatos solubles en ácido, según la UNE-EN 1744-1.
- La granulometría de cada fracción, según la UNE-EN 933-1.
- Equivalente de arena del árido fino, según la UNE-EN 933-8, y, en su caso, de azul de metileno, según la UNE-EN 933-9.
- Límite líquido y el índice de plasticidad del árido fino, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.

El Director de las Obras podrá ordenar la realización de los siguientes ensayos adicionales:

- Proporción de terrones de arcilla del árido grueso y del árido fino, según la UNE 7133.

### **2.9.2 CONTROL DE EJECUCIÓN**

#### **2.9.2.1 Fabricación**

Se examinará la descarga al acopio o la alimentación de la central de fabricación, desechando los áridos que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica, componentes del árido grueso reciclado que no corresponda con su clasificación  $RC_{90}$  o tamaños superiores al máximo aprobado en la fórmula de trabajo. Se acopiarán aparte

los que presenten alguna anomalía de aspecto, tales como distinta coloración, segregación, plasticidad, etc., hasta la decisión de su aceptación o rechazo.

Se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores y de los accesos.

A cada fracción granulométrica del árido que se produzca o reciba, se realizarán los siguientes ensayos:

- Por cada mil metros cúbicos (1.000 m<sup>3</sup>) o cada día si se emplea menos material, sobre un mínimo de dos (2) muestras, una por la mañana y otra por la tarde:
  - Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1, para cada fracción del árido.
  - Equivalente de arena del árido fino, según la UNE-EN 933-8, y, en su caso, azul de metileno, según la UNE-EN 933-9.
  - Humedad del árido grueso reciclado UNE 103300.
  
- Por cada cinco mil metros cúbicos (5.000 m<sup>3</sup>) o una (1) vez a la semana si se emplea menos material:
  - Clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados, según el apartado 5.6 de la norma UNE-EN 13242:2003+A1. Ensayo realizado según PNE-EN 933-11.
  - El índice de lajas del árido grueso, según la UNE-EN 933-3.
  - Proporción de partículas trituradas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5.
  - Contenido ponderal de compuestos totales de azufre y sulfatos solubles en ácido, según la UNE-EN 1744-1, del material granular.
  - Coeficiente de Los Ángeles del árido grueso de la gravacemiento, según la UNE-EN 1097-2.
  - Proporción de terrones de arcilla del árido grueso y del árido fino, según la UNE 7133.

Asimismo se tomará un mínimo de dos (2) veces al día (mañana y tarde), según la UNE-EN 932-1, al menos una (1) muestra representativa de la mezcla de componentes en seco, y se determinará su granulometría, según la UNE-EN 933-1.

Al menos una (1) vez cada quince días (15 d) se verificará, en su caso, la precisión de las básculas de dosificación, mediante un conjunto adecuado de pesas patrón.

Antes del proceso de amasado se comprobará que el árido grueso de reciclado se encuentra convenientemente humectado.

A la salida del mezclador se controlará el aspecto de la mezcla en cada elemento de transporte, rechazándose todas las mezclas segregadas y aquella cuya envuelta no sea homogénea.

Al menos una (1) vez por lote se determinará la humedad del material tratado, según la UNE 103300, y en todo caso se llevará a cabo este control dos (2) veces al día, una por la mañana y otra por la tarde. Asimismo, se llevará un control del consumo medio de cemento.

Se tomarán muestras a la descarga del mezclador con las que se fabricarán probetas para la comprobación de su resistencia a compresión, que se conservarán según las condiciones previstas en la UNE 83301. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, fijará el número de amasadas diferentes que se deben controlar, así como el número de probetas por amasada que haya que fabricar.

En carreteras con categoría de tráfico pesado T00 y T0, se controlarán por cada lote como mínimo tres (3) amasadas diferentes, valor que se podrá reducir a dos (2) en los restantes casos. El número de probetas confeccionadas de cada amasada no será inferior a tres (3).

En el caso de centrales discontinuas se considerará como amasada cada una de las descargas de la mezcladora, mientras que en centrales continuas será el producto resultante de tres (3) descargas seguidas de la mezcladora.

Para la fabricación de probetas se utilizará el método indicado en la NLT-310, si bien las probetas deberán compactarse hasta alcanzar una densidad seca no superior a la mínima exigida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Dichas probetas se ensayarán a la edad de siete días (7 d), según la NLT-305, ensayo que se realizará con las probetas refrentadas, (sus dos caras de apoyo), con mortero de azufre.

### **2.9.2.2 Puesta en obra**

#### 2.9.2.2.1 VERTIDO Y EXTENSIÓN

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.9.2.2.1 del PG-3.

#### 2.9.2.2.2 COMPACTACIÓN

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.9.2.2.2 del PG-3.

#### 2.9.2.2.3 CURADO Y PROTECCIÓN SUPERFICIAL

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.9.2.2.3 del PG-3.

### **2.9.3 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 criterios siguientes:

- Quinientos metros (500 m) de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m<sup>2</sup>) de calzada.
- La fracción construida diariamente.

El espesor de la capa se comprobará mediante la extracción de testigos cilíndricos en emplazamientos aleatorios, en número no inferior al establecido por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, por el Director de las Obras. El número mínimo de testigos por lote será de dos (2), aumentándose hasta cinco (5) si el espesor de alguno de los dos (2) primeros fuera inferior al prescrito. Los orificios producidos se rellenarán con material de la misma calidad que el utilizado en el resto de la capa, el cual será correctamente enrasado y compactado.

La regularidad superficial de la capa ejecutada se comprobará mediante el Índice de Regularidad Internacional (IRI), según la NLT-330, que deberá cumplir lo especificado en el apartado 513.7.4 del PG-3.

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 que la superficie extendida y compactada presenta un aspecto uniforme, así como una ausencia de segregaciones. Se verificará también la anchura de la capa.

## **2.10 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO**

### **2.10.1 DENSIDAD**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.10.1 del PG-3.

### **2.10.2 RESISTENCIA MECÁNICA**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.10.2 del PG-3.

### **2.10.3 ESPESOR**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.10.3 del PG-3.

### **2.10.4 RASANTE**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.10.4 del PG-3.

### **2.10.5 REGULARIDAD SUPERFICIAL**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.10.5 del PG-3.

## **2.11 MEDICIÓN Y ABONO**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.11 del PG-3.

## **2.12 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD**

El cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias requeridas a los productos contemplados en este artículo, se podrá acreditar por medio del correspondiente certificado que, cuando dichas especificaciones estén establecidas exclusivamente por referencia a normas, podrá estar constituido por un certificado de conformidad a dichas normas.

Los áridos que componen este tipo de gravacemento dispondrán, como mínimo, del obligado marcado CE

Si los referidos productos disponen de una marca, sello o distintivo de calidad que asegure el cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias de este artículo, se reconocerá como tal cuando dicho distintivo esté homologado por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

El certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias de este artículo podrá ser otorgado por las Administraciones Públicas competentes en materia de carreteras, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (según ámbito) o los Organismos españoles -públicos y privados- autorizados para realizar tareas de certificación o ensayos en el ámbito de los materiales, sistemas y procesos industriales, conforme al Real Decreto 2200/95, de 28 de diciembre.

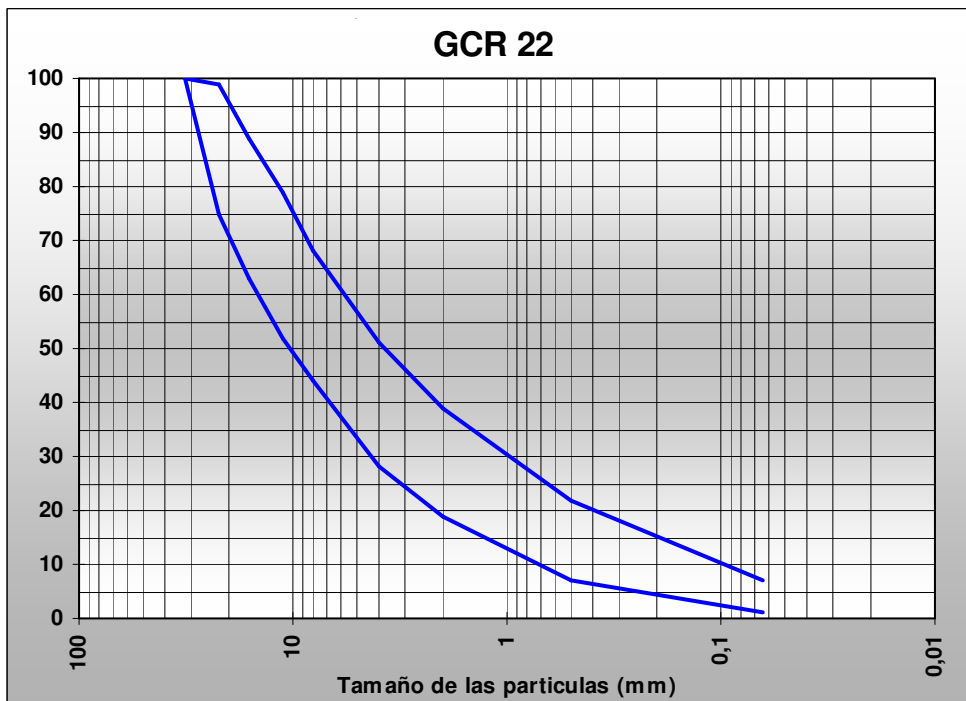
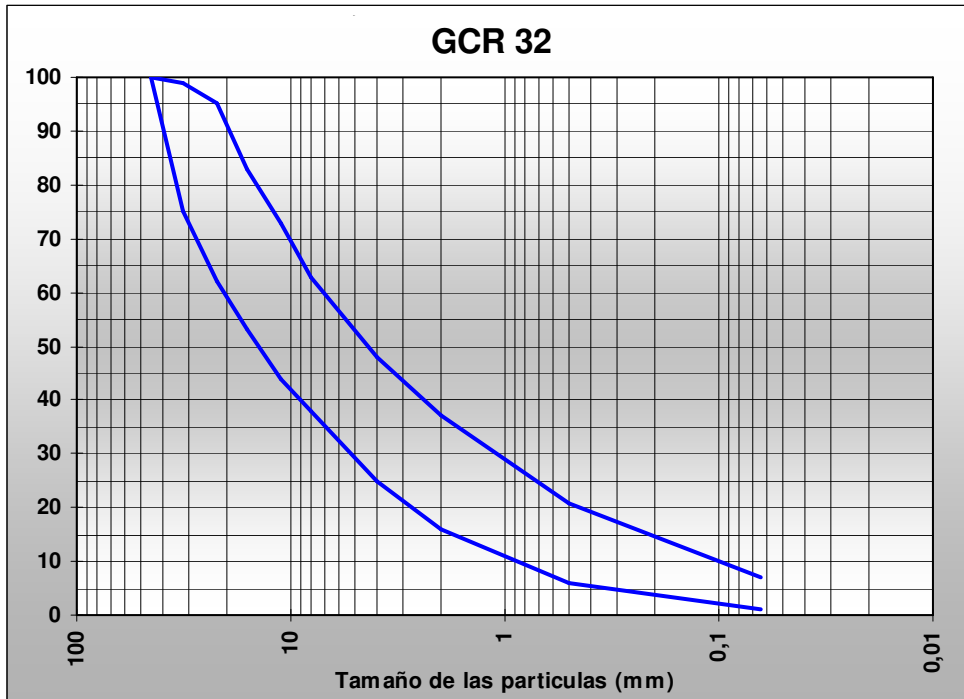
## **NORMAS DE REFERENCIA EN ESTE ARTÍCULO**

- UNE- EN 13242:2003+A1:2008 Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerados hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes.
- PNE-EN 933-11. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 11 Ensayo de clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados.
- NLT-305 Resistencia a compresión simple de materiales tratados con conglomerantes hidráulicos.
- NLT-310 Compactación con martillo vibrante de materiales granulares tratados.
- NLT-326 Ensayo de lixiviación en materiales para carreteras (Método del tanque).
- NLT-330 Cálculo del índice de regularidad internacional (IRI) en pavimentos de carreteras.

- UNE 7133 Determinación de terrones de arcilla en áridos para la fabricación de morteros y hormigones.
- UNE 41240 Materiales tratados con conglomerantes hidráulicos. Métodos de ensayo. Determinación del plazo de trabajabilidad.
- UNE 83301 Ensayos de hormigón. Fabricación y conservación de probetas.
- 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 103300 Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa.
- UNE 103501 Geotecnia. Ensayo de compactación. Proctor modificado.
- UNE 103503 Determinación "in situ" de la densidad de un suelo por el método de la arena.
- UNE 146507-1 Ensayos de áridos. Determinación de la reactividad potencial de los áridos. Método químico. Parte 1: Determinación de la reactividad álcali-sílice y álcali-silicato.
- UNE-EN 196-3 Métodos de ensayo de cementos. Parte 3: Determinación del tiempo de fraguado y de la estabilidad de volumen.
- UNE-EN 932-1 Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 1: Métodos de muestreo.
- UNE-EN 933-1 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Métodos del tamizado.
- UNE-EN 933-2 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo, tamaño nominal de las aberturas.
- UNE-EN 933-3 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 3: Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas.
- UNE-EN 933-5 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 5: Determinación del porcentaje de caras de fractura de las partículas de árido grueso.
- UNE-EN 933-8 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.
- UNE-EN 933-9 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo azul de metileno.
- UNE-EN 1097-2 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.
- UNE-EN 1744-1 Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico.



**ANEJO NÚMERO 1**  
**HUSOS GRANULOMÉTRICOS**



## **ANEJO NÚMERO 2**

### **DOCUMENTACIÓN DE SUMINISTRO Y CONTROL.**

#### **De los constituyentes**

- **Marcado CE.**

#### **De los áridos de reciclados, además.**

- **Documentos que garanticen que el productor es un gestor autorizado para la valorización de los residuos de construcción y demolición.**
- **Certificado de garantía del fabricante.**
- **Certificado de suministro del fabricante.**

## **MARCADO CE**

Los Constituyentes empleados en la fabricación de la gravacemento están obligados por la Directiva Europea a disponer del mercado CE.

Esta documentación consiste en:


- Etiqueta CE. De acuerdo con la norma de aplicación a cada producto.
- Declaración de conformidad.
- El certificado de conformidad del control de producción en fábrica otorgado por un Organismo Notificado.  
Se comprobará que el producto se encuentra relacionado en este certificado.

A continuación se adjuntan ejemplos de etiquetas CE de los productos empleados en este artículo:

- Árido grueso reciclado.
- Árido fino de cantera.
- Cemento.
- Aditivos.

ÁRIDO GRUESO RECICLADO

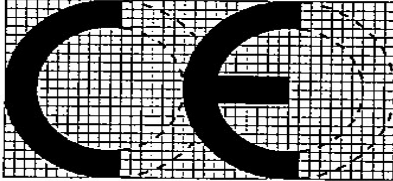
{A1▶}

 0123			<p><i>Marcado de conformidad CE, representado por el símbolo "CE", según la Directiva 93/68/CEE</i></p>
Compañía, dirección			<p><i>Número de identificación del organismo de inspección</i></p>
07			<p><i>Nombre o marca de identificación y dirección registrada del fabricante</i></p>
0123-CPD-0456			<p><i>Dos últimos dígitos del año en que se estampó el marcado</i></p>
EN 13242:2002+A1:2007			<p><i>Número del certificado CE</i></p>
Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerantes hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes			<p><i>Número de la norma europea</i></p>
Forma de las partículas	Valor declarado	(F1)	<p><i>Descripción del producto e información de las características reguladas</i></p>
Tamaño de partículas	Denominación	(d/D) y categoría de tolerancia (por ejemplo, G <sub>2</sub> -20)	
Densidad de partículas	Valor declarado	(Mg/m <sup>3</sup> )	
Limpieza			
Contenido en finos	Categoría	(por ejemplo, f <sub>16</sub> )	
Calidad de los finos	Cumple/no cumple el valor umbral/valor declarado	(% , MB , SE)	
Porcentaje de partículas machacadas	Categoría	(por ejemplo, C <sub>90,5</sub> )	
Resistencia a la fragmentación y machaqueo	Categoría	(por ejemplo, LA <sub>50</sub> )	
Estabilidad en volumen	Categoría	(por ejemplo, V <sub>5</sub> )	
Absorción/succión de agua	Valor declarado	(% en masa)	
<b>Composición/contenido</b>			
Clasificación de áridos gruesos reciclados	Categoría	(por ejemplo, Rc <sub>90</sub> X <sub>1</sub> , FL <sub>10</sub> )	
Sulfatos solubles en agua de áridos reciclados	Categoría	(por ejemplo, SS <sub>0,7</sub> )	
Sulfatos solubles en ácido	Categoría	(por ejemplo, AS <sub>0,2</sub> )	
Azufre total	Categoría	(por ejemplo, S <sub>NR</sub> )	
Componentes que alteran la velocidad de fraguado y endurecimiento de materiales tratados con conglomerantes hidráulicos	Cumple/no cumple el valor umbral	(Tiempo de fraguado en min y resistencia a la compresión S %)	
Resistencia al desgaste	Categoría	(por ejemplo, M <sub>DE</sub> 25)	
Liberación de metales pesados por lixiviación	Valor umbral válido en el lugar de uso		
Liberación de otras sustancias peligrosas	Por ejemplo, sustancia X: 0,2 µm <sup>3</sup>		
Durabilidad frente al hielo y deshielo	Categoría	(por ejemplo, F <sub>4</sub> o MS <sub>25</sub> )	

{◀A1}

Figura ZA.1 – Ejemplo de información de marcado CE para áridos por el sistema 2+

ÁRIDO FINO DE CANTERA

		
01234		
Empresa, Apartado de correos 21, B-1050		
02		
0123-CPD-0456		
EN 12620 Áridos para hormigón		
Forma de las partículas	Valor declarado	(IL)
Tamaño de las partículas	Denominación	(d/D)
Densidad de partículas	Valor declarado	(Mg/m <sup>3</sup> )
<b>Limpieza</b>		
Calidad de los finos	Cumple / no cumple el valor umbral y categoría	(%) (AM, EA)
Contenido en conchas	Categoría	(p.c., CC <sub>10</sub> )
Resistencia a la fragmentación y machaqueo	Categoría	(LA <sub>15</sub> )
Resistencia al pulimento	Categoría	(CPA <sub>56</sub> )
Resistencia a la abrasión	Categoría	(CAA <sub>10</sub> , A <sub>N30</sub> )
Resistencia al desgaste	Categoría	(M <sub>DE20</sub> )
<b>Composición / contenido:</b>		
Cloruros	Valor declarado	(% C)
Sulfatos solubles en ácido	Categoría	(p. c., AS <sub>0,2</sub> )
Azufre total	Cumple / no cumple el valor umbral	(% S)
Componentes que alteran la velocidad de fraguado y endurecimiento del hormigón	Cumple / no cumple el valor umbral	(Tiempo de fraguado en minutos y resistencia a la compresión S %)
Contenido en carbonatos	Valor declarado	(% CO <sub>2</sub> )
<b>Estabilidad en volumen</b>		
Retracción por secado	Cumple / no cumple el valor umbral	(% WS)
Componentes que alteran la estabilidad en volumen de las escorias de a..h. enfriadas por aire	Valor declarado	(aspecto)
Contenido en carbonatos	Valor declarado	(% CO <sub>2</sub> )
Absorción de agua	Valor declarado	(% WA)
Emisión de radioactividad	Valor declarado a petición	
Emisión de metales pesados	} Valor umbral válido en el lugar de uso	
Emisión de carbonos poliaromáticos		
Emisión de otras sustancias peligrosas		Por ejemplo, sustancia X: 0,2 µm <sup>3</sup>
Durabilidad frente al hielo y deshielo	Valor declarado	(H o SM)
Durabilidad frente a la reactividad álcali-sílice	Valor declarado a petición	

CEMENTO

La documentación a aportar será conforme con la legislación específica vigente.

ADITIVOS

<p>CE</p> <p>0123-CPD-0001</p>
<p><b>AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050</b></p> <p>00</p> <p>0123-CPD-0456</p> <p><b>EN 934-2</b></p> <p>Aditivo para hormigón Reductor de agua de alta actividad superplastificante EN 934-2:T3.1/3.2</p> <p>Contenido máximo en cloruros ..... , en masa Contenido máximo en alcalinos ..... , en masa Comportamiento a la corrosión<sup>1)</sup>: NEN 3532</p> <p>Sustancias peligrosas X: menor que ..... ppm</p> <p><sup>1)</sup> Solamente se requiere cuando se coloca en el marcado de un miembro nacional con reglamentaciones sobre esta materia.</p>

**MODELO DE DECLARACIÓN DE GESTOR AUTORIZADO**

LOGOTIPO EMPRESA	<b>REQUISITOS ADMINISTRATIVOS GESTOR AUTORIZADO</b>	
------------------	---	--

Nombre de la empresa  
Dirección  
Gestor autorizado número: GRU-

XXX a, xx de xxxxx de 20xx

Se adjunta la resolución por la cual se acredita que la empresa \_\_\_\_\_ es gestor autorizado por la Junta de Andalucía para la **valorización de residuos de la construcción y demolición**

Sin otro particular, le saluda atentamente.

Fdo.  
Cargo:  
Sello:



## MODELO DE CERTIFICADO DE GARANTÍA

LOGOTIPO EMPRESA	<b>CERTIFICADO DE GARANTÍA DE ÁRIDOS RECICLADOS</b>	
------------------	---	--

Nombre de la empresa  
Dirección

Cliente: Nombre del cliente  
Obra: Nombre de obra

XXX a, xx de xxxx de 2010

En referencia a los suministros efectuados a su obra, del siguiente producto:

<b>Designación</b>

Fabricado en nuestro centro de producción sito en:

Dirección del centro de producción

Adjuntamos la siguiente documentación de garantía de calidad:

<b>Producto con Marcado CE</b>	
Declaración de Conformidad CE	<input type="checkbox"/>
Etiqueta CE completa	<input type="checkbox"/>
Certificado de Conformidad del Organismo Notificado	<input type="checkbox"/>

Y certifico que el producto es conforme a las características declaradas en la documentación que se adjunta.

Sin otro particular, le saluda atentamente.

Fdo.  
Cargo:  
Sello:

## MODELO DE CERTIFICADO DE SUMINISTRO

LOGOTIPO EMPRESA	<b>CERTIFICADO DE SUMINISTRO DE ÁRIDOS RECICLADOS</b>	
------------------	---	--

Nombre de la empresa

Nombre y cargo del responsable de suministro:

Dirección (Nombre, domicilio, teléfono/fax, CIF, NIF)

XXX a, xx de xxxxx de 2010

### Certifico

Que hasta la fecha presente, se han entregado a:

Cliente:	Nombre del cliente
Obra:	Nombre de obra

Los suministros que a continuación se detallan:

Identificación del producto o material	Cantidad

**Declaro bajo mi responsabilidad la conformidad de los suministros arriba indicados con las características técnicas declaradas en el momento de la entrega.**

Fdo.  
Cargo:  
Sello:

## **ARTÍCULO 3. SUELOS DE RECICLADOS DE RCD´s**

### **3.1. DEFINICIÓN. CLASIFICACIÓN.**

### **3.2. MATERIALES.**

- 3.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.
- 3.2.2. SUELO SELECCIONADO.
- 3.2.3. SUELO TOLERABLE.

### **3.3. EMPLEO.**

- 3.3.1. USO POR ZONAS
  - 3.3.1.1. Coronación.
  - 3.3.1.2. Cimiento.
  - 3.3.1.3. Núcleo.
  - 3.3.1.4. Espaldones.
- 3.3.2. GRADO DE COMPACTACIÓN.
- 3.3.3. HUMEDAD DE PUESTA EN OBRA.
- 3.3.4. PRECAUCIONES ESPECIALES CON DISTINTOS TIPOS DE SUELOS.
  - 3.3.4.1. Suelos con yesos.
  - 3.3.4.2. Suelos con sales solubles.
  - 3.3.4.3. Suelos con materia orgánica.

### **3.4. EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.**

### **3.5. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.**

- 3.5.1. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE APOYO DEL RELLENO TIPO TERRAPLÉN.
- 3.5.2. EXTENSIÓN DE LAS TONGADAS.
- 3.5.3. HUMECTACIÓN O DESECACIÓN.
- 3.5.4. COMPACTACIÓN.

### **3.6. LIMITACIONES A LA EJECUCIÓN.**

### **3.7. CONTROL DE CALIDAD**

- 3.7.1. CONTROL DE PROCEDENCIA DEL MATERIAL.
  - 3.7.1.1. Control documental.
  - 3.7.1.2. Verificación de la instalación.
  - 3.7.1.3. Ensayos de control de procedencia.
- 3.7.2. CONTROL DE EJECUCIÓN.
  - 3.7.2.1. Control de fabricación / recepción.
  - 3.7.2.2. Puesta en obra.
  - 3.7.2.3. Control de la compactación.
    - 3.7.2.3.1. Generalidades.

3.7.2.3.2. Ensayos de referencia.

- a) Ensayo de compactación proctor.
- b) Ensayo de carga con placa.
- c) Ensayo de la huella.

3.7.2.3.3. Determinación "in situ"

- a) Definición de lote.
- b) Muestras y ensayos a realizar en cada lote.

3.7.2.3.4. Análisis de los resultados.

### **3.8. MEDICIÓN Y ABONO.**

### **3.9. +**

### **3.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD.**

#### **NORMAS DE REFERENCIA EN ESTE ARTÍCULO.**

### **ANEJOS**

DOCUMENTACIÓN DE SUMINISTROS Y CONTROL DE RECEPCIÓN.

### **3.1 DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN.**

Se define como suelos reciclados de RCD 's, a los materiales preparados en las plantas de tratamientos de residuos de construcción y demolición que cumpliendo las características físico, químicas y mecánicas indicadas en estas recomendaciones se puedan emplear, con garantías de estabilidad presente y futura, en la construcción de terraplenes de carreteras de tráfico T2 a T4.

La definición de terraplén, así como de las zonas de los rellenos tipo terraplén son las indicadas en los apartados 330.1 y 330.2 del artículo 330 del PG-3.

En estas recomendaciones definimos dos tipos de suelos de materiales reciclados, su clasificación se realiza en base a los criterios del PG-3 y a las experimentaciones realizadas en obras con estos materiales reciclados.

Asimismo las especificaciones sobre la composición de los materiales gruesos de estos suelos se fundamenta en la norma UNE-EN 13242:2003+A1 y su ensayo se realizará según lo indicado en la norma UNE-EN 933-11.

Los tipos de suelos de reciclado de RCD 's especificados en estas recomendaciones son:

- **Suelo seleccionado.**

Suelo cuyas características cumplen las especificaciones definidas en los apartados 3.2.1 y 3.2.2 de este artículo.

- **Suelo tolerable.**

Suelo cuyas características cumplen las especificaciones definidas en los apartados 3.2.1 y 3.2.3 de este artículo.

### **3.2 MATERIALES**

***PG-3. Artículo 330.3.2 Características de los materiales***

*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.*

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en:

- El Real Decreto 1630/92 (modificado por el Real Decreto 1328/95), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE; en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento se estará a lo establecido en su artículo 9.

- Lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.
- Lo dispuesto en el Real Decreto 105/2008.

### **3.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Estos materiales podrán utilizarse para las categorías de tráfico pesado T2 a T4, siempre que cumplan las prescripciones técnicas de estas recomendaciones y que el productor disponga y facilite la siguiente documentación:

- El productor certificará que es gestor autorizado para la valorización de residuos de construcción y demolición.
- El productor facilita ficha técnica de este producto.
- El productor facilita una declaración de conformidad de este producto.
- El productor facilita el certificado del control de producción de este suelo en planta, emitido por un Organismo Notificado para el marcado CE de áridos para la construcción acreditado por ENAC.
- El productor facilita un certificado de las cantidades de suelos suministrados a la obra.

Estos suelos colocados en el terraplén, 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.

Estos suelos de reciclados cumplirán 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 > 35 %), según UNE 103101.

### **3.2.2 SUELO SELECCIONADO**

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.
  - Dos por ciento ( $MO < 2\%$ ), según UNE 103204 en los casos que se deba a la presencia de residuos de materiales bituminosos procedentes del fresado de firmes asfálticos.

El contenido de materia orgánica será aceptado en el intervalo 0.2% - 2% siempre y cuando el productor certifique lo solicitado en este apartado, que este resultado de contenido de materia orgánica se deba a la presencia de residuos de fresado de firmes asfálticos. No podrá utilizarse, como materia prima para la fabricación de estos materiales, suelos que puedan aportar materia orgánica como son suelos de desbroce, de tierras de labores agrícolas, etc.

- Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al:
  - Cero con dos por ciento ( $SS < 0,2\%$ ), según NLT 114.
  - Uno por ciento ( $SS < 1\%$ ), según NLT 114, siempre y cuando el contenido el contenido de yesos sea inferior al 1%.

El contenido de sales solubles será aceptado en el intervalo 0.2% - 1% ya que estos porcentajes pueden darse en el caso de presentar el suelo una gran proporción de residuos de hormigones. Se limita por tanto la presencia de residuos potencialmente más inestables como es el yeso.

- 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.

### 3.2.3 SUELO TOLERABLE

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

- Contenido en materia orgánica inferior al dos por ciento ( $MO < 2\%$ ), según UNE 103204.
- Contenido en yeso inferior al cinco por ciento ( $\text{yeso} < 5\%$ ), según NLT 115.
- Contenido en otras sales solubles distintas del yeso inferior al uno por ciento ( $SS < 2\%$ ), según NLT 114.

El contenido de sales solubles será aceptado en el intervalo 1- 2% ya que estos porcentajes pueden darse en el caso de presentar el suelo una gran proporción de residuos de hormigones. En este caso es imprescindible comprobar la limitación del contenido de yesos especificada.

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

### **3.3 EMPLEO**

En los siguientes apartados se indican en qué zonas de los rellenos de los terraplenes se pueden emplear los suelos de reciclados de RCD's definidos en estas recomendaciones

#### **3.3.1 USO POR ZONAS**

Teniendo en cuenta las condiciones básicas indicadas en el apartado 3.2 de este artículo, así como las que en su caso se exijan en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, se utilizarán, en las diferentes zonas del relleno tipo terraplén, los suelos que en este apartado se indican.

##### **3.3.1.1 Coronación**

Se utilizarán suelos seleccionados y su capacidad de soporte será 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, será como mínimo de cinco ( $CBR \geq 5$ ), según UNE 103502.

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.

##### **3.3.1.2 Cimiento**

En el cimiento se utilizarán suelos tolerables ó 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.

### **3.3.1.3 Núcleo**

Se utilizarán suelos tolerables ó 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 con índice CBR menor de tres ( $CBR < 3$ ) puede venir condicionada por problemas de resistencia, deformabilidad y puesta en obra, por lo que su empleo queda desaconsejado y en todo caso habrá de justificarse mediante un estudio especial, aprobado por el Director de las Obras, conforme a lo indicado en el apartado 330.4.4 del PG-3.

Asimismo la posible utilización de suelos con yesos, con otras sales solubles o con materia orgánica (según la clasificación del apartado 3.2), se regirá por lo indicado en el apartado 3.3.4 de este artículo.

### **3.3.1.4 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.

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.

## **3.3.2 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.

El ensayo proctor se realizará sobre muestras de suelos humectadas previamente en el entorno de la prevista proctor, y mantenidas en este estado de humedad un mínimo de una hora, tiempo que se incrementará lo necesario para garantizar que los áridos han completado su absorción de agua.
--

Los suelos 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 cimientó, 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.

### **3.3.3 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 en la planta de tratamiento.

Hay residuos, como son los procedentes de la trituración de hormigones, que presentan una capacidad de absorción más lenta que la de los materiales naturales. Esto supone, en muchos casos, que con dotaciones similares de humedad haya diferencias en la trabajabilidad de estos suelos dependiendo si estos áridos se encuentran o no saturados. Por ello, tanto para realizar los ensayos proctor como para su puesta en obra, hay que asegurar que los áridos han completado su absorción, lo que se consigue con una humectación previa, sea en planta o en obra. De ser necesario, posteriormente en el proceso de extendido del suelo y previo a la compactación se añadirá al agua necesaria para conseguir la humedad óptima de compactación.

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.

Se debe garantizar que los áridos del suelo hayan completado su proceso de absorción, por ello los suelos deben ser humectados, (y mantenidos en este estado el tiempo suficiente), previamente al proceso de compactación.

Para el mejor aprovechamiento de los materiales desde el punto de vista de su contenido de humedad, es recomendable que la humectación previa se realice en los acopios de la planta de tratamiento.

### **3.3.4 PRECAUCIONES ESPECIALES CON DISTINTOS TIPOS DE SUELOS.**

En estas recomendaciones sólo se contemplan el empleo de suelos tolerables o seleccionados reciclados de RCD's, limitándose los valores de hinchamiento libre y colapso. No se especifican, por tanto, criterios de empleos de suelos que puedan presentar procesos de hinchamiento o colapso.

Las precauciones especiales que hay que tener con estos suelos son las relativas a sus características químicas.

#### **3.3.4.1 Suelos con yesos**

Las características químicas de los suelos tolerables reciclados indicadas en estas recomendaciones limitan al 5% el contenido máximo de yesos. No obstante y en previsión de que se pueda superar este valor o que en alguna obra se permita el empleo de suelos reciclados que superen estos valores, a continuación se transcribe las precauciones para estos suelos con yesos del apartado 330.4.4.3 del PG-3.

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 NLT 115, 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.

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

#### **3.3.4.2 Suelos con sales solubles**

Cuando el productor certifique que la procedencia de las sales solubles en estos suelos de reciclados de RCD's es de trituraciones de hormigones, se permitirá su empleo en cualquier zona del terraplén limitándose su contenido al 2%.

En el caso de que no se pueda certificar la procedencia de estas sales, se actuará de acuerdo con lo prescrito en el apartado 330.4.4.4 del PG-3:

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.

### **3.3.4.3 Suelos con materia orgánica**

Cuando el productor certifique que la procedencia de la materia orgánica en estos suelos de reciclados de RCD's es de materiales componentes de los firmes asfálticos de carreteras o calles, se permitirá su empleo en cualquier zona del terraplén limitándose su contenido al 2%.

En el caso de que no se pueda certificar la procedencia de esta materia orgánica, y como se indica en el apartado 3.2.2 no se podrán utilizar como materia prima de estos materiales suelos con materia orgánica como son los desbroces o suelos para labores agrícolas. En todo caso, se actuará de acuerdo con lo prescrito en el apartado 330.4.4.5 del PG-3:

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%).

## **3.4 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 de este artículo.

Previamente a la ejecución de los rellenos, el Contratista presentará un programa de trabajos en que se especificará, al menos:

- La documentación de la planta de tratamiento y transporte.
- Los equipos de extendido y compactación.
- Los procedimientos de compactación, para su aprobación por el Director de las Obras.

### **3.5 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.

#### **3.5.1 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE APOYO DEL RELLENO TIPO TERRAPLÉN**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 330.6.1 del PG-3.

#### **3.5.2 EXTENSIÓN DE LAS TONGADAS**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 330.6.2 del PG-3.

#### **3.5.3 HUMECTACIÓN O DESECACIÓN**

Antes de su compactación, los suelos estarán suficientemente humectados en tiempo y dotación que permita garantizar que los áridos han completado su absorción de agua.

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 la planta de tratamiento, 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 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.

#### **3.5.4 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 indican en los apartados 3.3.2 y 3.3.3 de estas recomendaciones, 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 PG-3.

### **3.6 LIMITACIONES A LA EJECUCIÓN**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 330.7 del PG-3.

### **3.7 CONTROL DE CALIDAD**

#### **3.7.1 CONTROL DE PROCEDENCIA DEL MATERIAL**

Es preceptivo que el material disponga de la certificación referida en el apartado 3.2.1 de estas recomendaciones.

El control de procedencia consistirá en:

- Control documental.
- Verificación de la planta de tratamiento.
- Ensayos de control de procedencia.

##### **3.7.1.1 Control documental**

*Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de la obra, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y lo solicitado en estas recomendaciones.*

*Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:*

- a) La certificación de que el productor es un gestor autorizado para la valorización de residuos de construcción y demolición.*
- b) Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;*
- c) El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física;*
- d) El certificado de suministro de materiales a obra, firmado por persona física;*
- e) los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al certificado de control de producción de estos productos*

En el anejo de documentación de suministro y control de este artículo se incluyen ejemplos de modelos de etiqueta de estos productos, modelos de certificado del CPF y de los documentos de certificados de garantía y suministro.

### **3.7.1.2 Verificación de la instalación**

Se realizará una visita de inspección de la instalación de acuerdo con los criterios y fichas de inspección elaboradas por GIASA.

Tras la cual se documentará:

- Origen de los residuos.
- Clasificación de los residuos.
- Procedimiento del tratamiento.
- Control de producción.

### **3.7.1.3 Ensayos de control de procedencia**

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:

- 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 o 103501 Geotecnia. Ensayo de compactación Próctor normal o Próctor modificado, según sea el ensayo exigido en obra
- UNE 103502 Método de ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo.

- UNE 103601 Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro.
- NLT 114 Determinación del contenido de sales solubles de los suelos.
- NLT 115 Contenido de yeso en suelos.
- NLT 254 Ensayo de colapso en suelos.

### **3.7.2 CONTROL DE EJECUCIÓN**

#### **3.7.2.1 Control de fabricación / recepción**

Se examinará la descarga al acopio o en el tajo, desechando las partidas que, a simple vista, presenten restos de residuos que alteren la clasificación de material solicitada a la planta de acuerdo con las indicadas en estas recomendaciones. Se acopiarán aparte aquéllos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, etc.

Los controles de recepción de los suelos podrán realizarse en los acopios de la planta de tratamiento, (fabricación), o a su llegada a obra, (recepción).

Para el control de fabricación/ recepción se realizarán los siguientes ensayos:

- Por cada mil metros cúbicos (1.000 m<sup>3</sup>) de material producido.
  - UNE 103500 o 103501 Geotecnia. Ensayo de compactación Próctor normal o Próctor modificado, según sea el ensayo exigido en obra.
- Por cada cinco mil metros cúbicos (5.000 m<sup>3</sup>) de material producido.
  - 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.
- Por cada diez mil metros cúbicos (10.000 m<sup>3</sup>) de material producido.
  - 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 103302 Determinación de la densidad relativa de las partículas de un suelo.
  - UNE 103502 Método de ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo.



- UNE 103601 Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro.
- NLT 114 Determinación del contenido de sales solubles de los suelos.
- NLT 115 Contenido de yeso en suelos.
- NLT 254 Ensayo de colapso en suelos.

### **3.7.2.2 Puesta en obra**

Antes de verter los suelos, se comprobará su aspecto en cada elemento de transporte y se rechazarán todos los materiales que a simple vista se sospeche que no cumplan las especificaciones.

Se comprobarán frecuentemente:

- La humedad de los suelos, mediante procedimientos aceptados por el Director de las Obras:
  - A su llegada a obra.
  - En el momento de la compactación.
- 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.
  - La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios.
  - El número de pasadas de cada compactador.

### **3.7.2.3 Control de la compactación**

#### **3.7.2.3.1 Generalidades**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 330.6.5.1 del PG-3.

#### **3.7.2.3.2 Ensayos de referencia**

##### **a) Ensayo de compactación Procter**

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. Estos ensayos se realizarán sobre los suelos previamente humectados como se indican en el apartado 3.3.2 de estas recomendaciones.

En la planta de tratamiento se clasificarán los suelos que se enviarán a la obra en grupos similares. A estos efectos se consideraran similares aquellos suelos en los que se cumpla:

- Pertenencia al mismo tipo de clasificación definida en el apartado 3.2 de estas recomendaciones.
- 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 indicada en el apartado 330.6.5.4 del PG-3.

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 determinada planta de tratamiento 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 NLT 357, con alguno complementario como el de huella según NLT 256, o el método de control de procedimiento, según determine el Director de las Obras.

#### **b) Ensayo de carga con placa**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 330.6.5.2 apartado b del PG-3.

#### **c) Ensayo de la huella**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 330.6.5.2 apartado c del PG-3.

### 3.7.2.3.3 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 m<sup>2</sup>) y en el resto de las zonas, una superficie de cinco mil metros cuadrados (5.000 m<sup>2</sup>) si el terraplén es de menos de cinco metros (5 m) de altura y de diez mil metros cuadrados (10.000 m<sup>2</sup>) 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 PG-3.
- La fracción construida diariamente.
- La fracción construida con el mismo material, de la misma planta de tratamiento 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 NLT 357 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 exigida, 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 en el apartado 3.5.5.3 a) de estas recomendaciones 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.

#### 3.7.2.3.4 Análisis de los resultados

Será de aplicación lo indicado en el apartado 330.6.5.4 del PG-3.

### **3.8 MEDICIÓN Y ABONO**

Será de aplicación lo indicado en el apartado 330.8 del PG-3.

### **3.9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD**

El cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias requeridas a los productos contemplados en estas recomendaciones, se podrá acreditar por medio del correspondiente certificado que, cuando dichas especificaciones estén establecidas exclusivamente por referencia a normas, podrá estar constituido por un certificado de conformidad a dichas normas.

Estos productos dispondrán, como mínimo, de las certificaciones referenciadas en el apartado 1.2.1 de estas recomendaciones.

### **NORMAS DE REFERENCIA EN ESTE 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.
- NLT 114 Determinación del contenido de sales solubles de los suelos.
- NLT 115 Contenido de yeso en suelos.
- NLT 254 Ensayo de colapso en suelos.
- NLT 256 Ensayo de huella en terrenos.
- NLT 357 Ensayo de carga con placa.

## **ANEJO**

### **DOCUMENTACIÓN DE SUMINISTRO Y CONTROL.**

- **Documentos que garanticen que el productor es un gestor autorizado para la valorización de residuos de construcción y demolición.**
- **Certificado de garantía del fabricante.**
- **Certificado de suministro del fabricante.**

## **GESTOR AUTORIZADO**

Se adjunta modelo donde el productor declara que es Gestor autorizado para la valorización de residuos de la construcción y demolición.

## **CERTIFICADO DE CONTROL DE PRODUCCIÓN DE LOS SUELOS**

Esta documentación consiste en:

- Certificado de conformidad del control de producción del suelo emitido por un Organismo Notificado para el mercado CE de los áridos acreditado por ENAC.

Se comprobará que el suelo que se empleará en la obra se encuentra relacionado en este certificado.

## **CERTIFICADO DE GARANTÍA DEL FABRICANTE**

Este documento es similar al de la declaración de conformidad, pero se refiere al producto que en particular se va a suministrar a una determinada obra.

## **CERTIFICADO DE SUMINISTRO**

El suministrador del suelo proporcionará un certificado final de suministro, en el que se recogerá la totalidad del producto suministrado.

El certificado de suministro deberá mantener la necesaria trazabilidad de los materiales o productos certificados.

A continuación se adjunta:

- Un ejemplo de certificado de control de producción.
- Un modelo de declaración de gestor autorizado.
- Un modelo con la información mínima que debe presentar un certificado de garantía.
- Un modelo con la información mínima que debe presentar un certificado de suministro.

**MODELO DE DECLARACIÓN DE GESTOR AUTORIZADO**

LOGOTIPO EMPRESA	<b>REQUISITOS ADMINISTRATIVOS GESTOR AUTORIZADO</b>	
------------------	---	--

Nombre de la empresa  
Dirección  
Gestor autorizado número: GRU-

XXX a, xx de xxxx de 20xx

Se adjunta la resolución por la cual se acredita que la empresa \_\_\_\_\_ es gestor autorizado por la Junta de Andalucía para la **valorización de residuos de la construcción y demolición**

Sin otro particular, le saluda atentamente.

Fdo.  
Cargo:  
Sello:



**MODELO DE CERTIFICADO DE GARANTÍA**

LOGOTIPO EMPRESA	<b>CERTIFICADO DE GARANTÍA DE ÁRIDOS RECICLADOS</b>	
------------------	---	--

Nombre de la empresa  
Dirección

Cliente: Nombre del cliente  
Obra: Nombre de obra

XXX a, xx de xxxx de 2010

En referencia a los suministros efectuados a su obra, del siguiente producto:

<b>Designación</b>

Fabricado en nuestro centro de producción sito en:

Dirección del centro de producción

Adjuntamos la siguiente documentación de garantía de calidad:

<b>Producto con Marcado CE</b>	
Declaración de Conformidad CE	<input type="checkbox"/>
Etiqueta CE completa	<input type="checkbox"/>
Certificado de Conformidad del Organismo Notificado	<input type="checkbox"/>

Y certifico que el producto es conforme a las características declaradas en la documentación que se adjunta.

Sin otro particular, le saluda atentamente.

Fdo.  
Cargo:  
Sello:

## MODELO DE CERTIFICADO DE SUMINISTRO

LOGOTIPO EMPRESA	<b>CERTIFICADO DE SUMINISTRO DE ÁRIDOS RECICLADOS</b>	
------------------	---	--

Nombre de la empresa

Nombre y cargo del responsable de suministro:

Dirección (Nombre, domicilio, teléfono/fax, CIF, NIF)

XXX a, xx de xxxxx de 2010

### Certifico

Que hasta la fecha presente, se han entregado a:

Cliente:	Nombre del cliente
Obra:	Nombre de obra

Los suministros que a continuación se detallan:

Identificación del producto o material	Cantidad

**Declaro bajo mi responsabilidad la conformidad de los suministros arriba indicados con las características técnicas declaradas en el momento de la entrega.**

Fdo.  
Cargo:  
Sello: