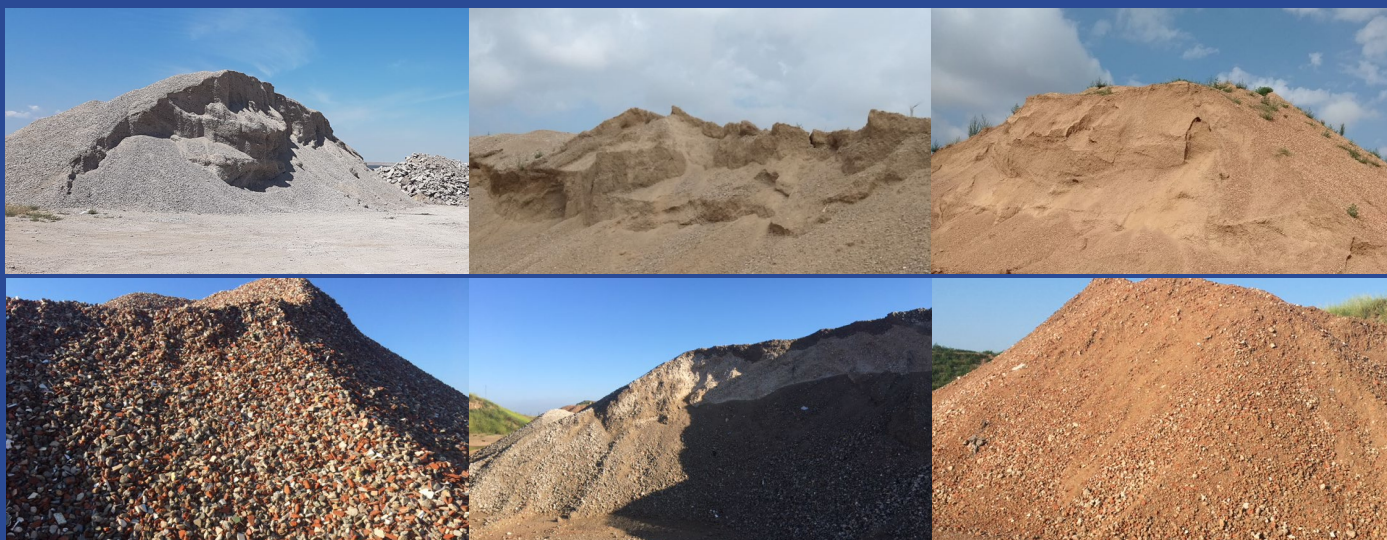




GUÍA PARA LA UTILIZACIÓN DE ÁRIDOS RECICLADOS

ADAPTADA AL DECRETO 110/2024, DE 11 DE DICIEMBRE, DEL CONSEJO DE GOBIERNO, POR EL QUE SE REGULAN LOS REQUISITOS DE UTILIZACIÓN Y USOS ADMITIDOS DE ÁRIDOS RECICLADOS PROCEDENTES DE OPERACIONES DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN LA COMUNIDAD DE MADRID



Índice

CAPÍTULO 0.- DECRETO 110/2024 – GUÍA DE ÁRIDOS RECICLADOS DE AGESMA	5
CAPÍTULO 1.- DECRETO 110/2024. CATEGORÍAS ÁRIDOS RECICLADOS	8
Sección 1. Artículos DECRETO	8
Sección 2. Anexos DECRETO	10
Sección 3. Adaptación de la Guía de AGESMA al DECRETO	13
CAPÍTULO 2.- CARACTERIZACIÓN DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS	14
Sección 1. INTRODUCCIÓN.	14
Sección 2. DEFINICIONES.	15
Sección 3. SUELOS RECICLADOS DE RCD.	18
ARTÍCULO 2.3.1.- DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN.	18
ARTÍCULO 2.3.2.- MATERIALES.	19
ARTÍCULO 2.3.2.1.- Características generales.	20
ARTÍCULO 2.3.2.2.- Suelo seleccionado.	21
ARTÍCULO 2.3.2.3.- Suelo adecuado.	22
ARTÍCULO 2.3.2.4.- Suelo tolerable.	22
ARTÍCULO 2.3.10.- NORMATIVA DE REFERENCIA.	23
Sección 4. ZAHORRAS ARTIFICIALES DE RECICLADOS DE RCD.	25
ARTÍCULO 2.4.1.- DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN.	25
ARTÍCULO 2.4.2.- MATERIALES.	27
ARTÍCULO 2.4.2.1- Características Generales.	28
ARTÍCULO 2.4.2.2- Limpieza (Contenido en impurezas).	28
ARTÍCULO 2.4.2.3- Calidad de los finos.	28
ARTÍCULO 2.4.2.4- Plasticidad.	29
ARTÍCULO 2.4.2.5- Capacidad soporte (Índice CBR).	29
ARTÍCULO 2.4.2.6- Requisitos geométricos.	29
ARTÍCULO 2.4.2.6.1.- Granulometría.	29
ARTÍCULO 2.4.2.6.2.- Forma del árido grueso.	29
ARTÍCULO 2.4.2.6.3.- Angulosidad (porcentaje de caras de fractura).	29
ARTÍCULO 2.4.2.7- Requisitos físicos. Resistencia a la fragmentación (coeficiente de Los Ángeles).	30
ARTÍCULO 2.4.2.8- Requisitos químicos.	30
ARTÍCULO 2.4.2.8.1.- Compuestos de azufre.	30
ARTÍCULO 2.4.2.8.2.- Compuestos orgánicos.	31
ARTÍCULO 2.4.12.- NORMATIVA DE REFERENCIA.	31
Sección 5. ARENA RECICLADA DE RCD PARA SU EMPLEO EN CAMAS DE TUBERÍAS.	33
ARTÍCULO 2.5.1.- DEFINICIÓN.	33
ARTÍCULO 2.5.2.- MATERIALES.	34
ARTÍCULO 2.5.3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES.	34
ARTÍCULO 2.5.4.- PROCEDENCIA.	35

ARTÍCULO 2.5.5.- DESIGNACIÓN.	35
ARTÍCULO 2.5.6.- ESPECIFICACIONES.	35
ARTÍCULO 2.5.6.1.- Composición.	35
ARTÍCULO 2.5.6.2.- Granulometría.	36
ARTÍCULO 2.5.6.2.1.- Tamaño máximo.	36
ARTÍCULO 2.5.6.2.2.- Contenido en finos.	36
ARTÍCULO 2.5.6.3.- Plasticidad.	36
ARTÍCULO 2.5.6.4.- Características químicas.	37
ARTÍCULO 2.5.9.- NORMAS REFERIDAS EN ESTE ARTÍCULO.	37
Sección 6. GRAVAS RECICLADAS DE RCD.	39
ARTÍCULO 2.6.1.- DEFINICIÓN.COMPOSICIÓN.	39
ARTÍCULO 2.6.2.- MATERIALES.	39
ARTÍCULO 2.6.3.- CARACTERISTICAS GENERALES.	40
ARTÍCULO 2.6.4.- PROCEDENCIA.	41
ARTÍCULO 2.6.5.- DESIGNACIÓN	41
ARTÍCULO 2.6.6.- ESPECIFICACIONES.	41
ARTÍCULO 2.6.6.1.- Composición	41
ARTÍCULO 2.6.6.2.- Granulometría.	42
ARTÍCULO 2.6.6.3.- Índice de lajas.	43
ARTÍCULO 2.6.6.4.- Desgaste Los Ángeles.	43
ARTÍCULO 2.6.6.5.- Características químicas.	43
ARTÍCULO 2.6.9.- NORMAS REFERIDAS EN ESTE ARTÍCULO.	43
Sección 7. MATERIALES GRANULARES RECICLADOS TRATADOS CON CEMENTO. SUELOCEMENTO (SCR).	45
ARTÍCULO 2.7.1.- DEFINICION. CLASIFICACIÓN.	45
ARTÍCULO 2.7.2.- MATERIALES.	46
ARTÍCULO 2.7.2.1.- Cemento.	46
ARTÍCULO 2.7.2.2.- Materiales granulares reciclados.	46
ARTÍCULO 2.7.2.2.1.- Características generales.	46
ARTÍCULO 2.7.2.2.2.- Procedencia.	47
ARTÍCULO 2.7.2.2.3.- Composición RCD.	47
ARTÍCULO 2.7.2.2.4.- Composición química.	48
ARTÍCULO 2.7.2.2.5.- Plasticidad.	49
ARTÍCULO 2.7.2.3.- Agua.	49
ARTÍCULO 2.7.2.4.- Aditivos.	49
ARTÍCULO 2.7.3.- TIPO Y COMPOSICION DE LA MEZCLA.	49
ARTÍCULO 2.7.15.- NORMAS REFERIDAS EN ESTE ARTÍCULO	50
Sección 8. MATERIALES GRANULARES RECICLADOS TRATADOS CON CEMENTO. GRAVACEMENTO (GCR).	52
ARTÍCULO 2.8.1.- DEFINICION. CLASIFICACIÓN.	52
ARTÍCULO 2.8.2.- MATERIALES.	52
ARTÍCULO 2.8.2.1.- Cemento.	53
ARTÍCULO 2.8.2.2.- Áridos.	53
ARTÍCULO 2.8.2.2.1.- Características generales.	53
ARTÍCULO 2.8.2.2.2.- Composición química.	54
ARTÍCULO 2.8.2.2.3.- Árido grueso.	54
ARTÍCULO 2.8.2.2.3.1.- Requisitos geométricos.	54
ARTÍCULO 2.8.2.2.3.1.1.- Forma del árido grueso.	54
ARTÍCULO 2.8.2.2.3.1.2.- Porcentaje de partículas trituradas o fracturadas y de partículas totalmente redondeadas de los áridos gruesos.	55
ARTÍCULO 2.8.2.2.3.2.- Requisitos físicos. Resistencia a la fragmentación.	55
ARTÍCULO 2.8.2.2.4.- Árido fino.	56

ARTÍCULO 2.8.2.2.4.1.- Plasticidad.	56
ARTÍCULO 2.8.2.2.4.2.- Equivalente de arena	56
ARTÍCULO 2.8.2.3.- Agua.	56
ARTÍCULO 2.8.2.4.- Aditivos.	56
ARTÍCULO 2.8.3.- TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA.	56
ARTÍCULO 2.8.13.- NORMAS REFERIDAS EN ESTE ARTÍCULO.	57
Sección 9. MATERIALES GRANULARES TRATADOS CON CEMENTO. BASE DE HORMIGÓN DE CARRETERAS (BHR).	60
ARTÍCULO 2.9.1.- DEFINICION. CLASIFICACIÓN.	60
ARTÍCULO 2.9.2.- MATERIALES.	60
ARTÍCULO 2.9.2.1.- Cemento.	61
ARTÍCULO 2.9.2.2.- Áridos.	61
ARTÍCULO 2.9.2.2.1.- Características generales.	61
ARTÍCULO 2.8.2.2.2.- Composición química.	62
ARTÍCULO 2.9.2.2.3.- Árido grueso.	62
ARTÍCULO 2.9.2.2.3.1.- Requisitos geométricos.	63
ARTÍCULO 2.9.2.2.3.1.1.- Forma del árido grueso.	63
ARTÍCULO 2.9.2.2.3.1.2.- Porcentaje de partículas trituradas o fracturadas y de partículas totalmente redondeadas de los áridos gruesos.	63
ARTÍCULO 2.9.2.2.3.2.- Requisitos físicos. Resistencia a la fragmentación.	63
ARTÍCULO 2.9.2.2.4.- Árido fino.	64
ARTÍCULO 2.9.2.2.4.1.- Plasticidad.	64
ARTÍCULO 2.9.2.2.4.2.- Equivalente de arena.	64
ARTÍCULO 2.9.2.3.- Agua.	64
ARTÍCULO 2.9.2.4.- Aditivos.	64
ARTÍCULO 2.9.2.5.- Productos filmógenos de curado.	64
ARTÍCULO 2.9.3.- TIPO Y COMPOSICIÓN DEL BHR.	64
ARTÍCULO 2.9.11.- NORMAS REFERIDAS EN ESTE ARTÍCULO.	65
Sección 10. AUTOCONSUMO	67
Sección 11. DOCUMENTACIÓN DE SUMINISTRO Y CONTROL.	68
ARTÍCULO 2.11.1.- DOCUMENTOS QUE GARANTICEN QUE EL PRODUCTOR ES UN GESTOR AUTORIZADO.	68
ARTÍCULO 2.11.2.- DOCUMENTOS MARCADO CE.	68
ARTÍCULO 2.11.3.- CERTIFICADO DE GARANTÍA DEL FABRICANTE.	69
ARTÍCULO 2.11.4.- CERTIFICADO DE SUMINISTRO DEL FABRICANTE	70
Sección 12. FICHAS DE CARACTERIZACIÓN.	71

CAPÍTULO 0.- DECRETO 110/2024 – GUÍA DE ÁRIDOS RECICLADOS DE AGESMA

En el **DECRETO 110/2024**, de 11 de diciembre, del Consejo de Gobierno, por el que se regulan los requisitos de utilización y usos admitidos de áridos reciclados procedentes de operaciones de valorización de residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid, se expone:

La implantación de un modelo de economía circular es uno de los principales objetivos de la política medioambiental europea, que supone la utilización eficiente y sostenible de los recursos haciendo especial hincapié en la minimización de los residuos, previniendo su producción e incentivando una gestión adecuada de los mismos que permita reutilizar, reciclar y valorizar los recursos que aún contienen. Ello redundará no solo en una mejor protección del medio ambiente, sino también en una mayor autosuficiencia, competitividad y ahorro, todas ellas cuestiones de especial relevancia en contextos de disrupción de flujos comerciales internacionales y escasez de materias primas.

Con respecto a los residuos de construcción y demolición (RCD):

En este contexto, la Directiva (UE) 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos, establece la obligación general de los Estados miembros de aprobar medidas para evitar la generación de residuos y en particular, el desarrollo de acciones que promuevan la prevención, reutilización y reciclado de los residuos de construcción y demolición.

La Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular recoge una serie de objetivos específicos de preparación para la reutilización, reciclado y valorización material para los residuos de construcción y demolición. Además, la Estrategia Española de Economía Circular (España Circular 2030), aprobada en junio de 2020, considera como sector prioritario de actuación los residuos de construcción y demolición y prevé diversas medidas para la mejor gestión y reutilización de los residuos valorizados, en sintonía con los objetivos marcados a nivel comunitario europeo.

Objetivos:

El objeto del decreto es establecer los requisitos y usos admitidos de utilización de los áridos reciclados procedentes de operaciones de valorización de residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid en condiciones que garanticen la protección de la salud de las personas y del medio ambiente, y con una adecuada calidad técnica.

porcentajes mínimos de incorporación de áridos RCD en obras de construcción:

Por su parte, el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022 contempla como objetivo el establecimiento de un Acuerdo Marco Sectorial para impulsar la utilización de áridos reciclados procedentes de RCD en obras de construcción con medidas como la inclusión, siempre que sea posible, en los proyectos de construcción

de obra pública de un porcentaje mínimo del 5 % de áridos reciclados que, igualmente se aplicará, cuando sea posible, en la obra privada.

La Ley 1/2024, de 17 de abril, de Economía Circular de la Comunidad de Madrid en el artículo 12.2.b), denominado “Medidas ambientales de las prescripciones técnicas de los contratos”, con el fin de fomentar y favorecer la utilización de materiales procedentes de la valorización de RCD, establece que las obras públicas de la Comunidad de Madrid deberán incluir con carácter preferente la utilización de material árido u otros productos proceden tes de la valorización de residuos de construcción y demolición o de la valorización de otros residuos inertes, cuando el material obtenido alcance las condiciones técnicas adecuadas de conformidad con la normativa específica aplicable, en los contratos de obras y de concesión de obras, dando preferencia, si es posible, a los generados dentro de la propia obra. Exigiéndose el empleo de un porcentaje mínimo del 10 % sobre el total de áridos utilizado en el proyecto.

Asimismo, en la Comunidad de Madrid, la “Estrategia de Gestión Sostenible de los Residuos de la Comunidad de Madrid (2017-2024)”, aprobada por Acuerdo del Consejo de Gobierno de 27 de noviembre de 2018, contiene las estipulaciones programáticas relativas a una mejor gestión de los residuos de la construcción y demolición. De forma más concreta, el “Plan Regional de Residuos de Construcción y Demolición de la Comunidad de Madrid”, recogido en dicha Estrategia, fija como línea de actuación y objetivos el “Fomento del uso de materiales procedentes de la valorización del RCD”, así como la implantación de estándares de utilización de árido reciclado.

La pretensión de la Comunidad de Madrid con la aprobación del presente decreto es establecer unas categorías de áridos reciclados, avalados por el marcado CE, las normas UNE u otras certificaciones emitidas por organismos autorizados, que queden acreditados técnicamente para unos determinados usos y, por tanto, sean susceptibles de ser utilizados en las distintas aplicaciones previstas sin necesidad de un título habilitante, quedando la utilización del resto de áridos reciclados con características distintas a las contempladas en el decreto vinculados a una autorización previa del órgano competente en la materia. Para ello, como innovación, la norma sistematiza los diversos usos o aplicaciones a los que pueden destinarse los áridos reciclados en función de las distintas categorías existentes, según su composición, granulometría y otros parámetros. Mediante dicha sistematización de los usos admitidos y requisitos de utilización de los áridos reciclados procedentes de RCD valorizados se clarifica y simplifica el procedimiento de obtención del fin de condición de residuo de los materiales resultantes de las instalaciones de tratamiento y reciclado de RCD, reduciendo cargas burocráticas y favoreciendo así un mayor dinamismo económico en la región.

En marzo de 2023 **AGESMA redactó una guía para el empleo de áridos RCD** en obras de construcción en la Comunidad de Madrid.

Los objetivos de la guía son coincidentes con las del Decreto 110/2024:

Esta guía surge por la necesidad de mejorar la información en materia de RCD y poder cumplir los objetivos de gestión de RCD fijados en el PEMAR (Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2016-2022).

El principal objetivo es el de promocionar la utilización de los materiales procedentes de los RCD valorizables en las obras de construcción, tales como obras de tierra, de capas estructurales (sub-bases de carretera, capa de forma y sub-balasto en obras de ferrocarril), así como la fabricación de hormigones, etc., siempre y cuando se garantice que los **materiales reciclados cumplan los requisitos de calidad** y prescripciones de la normativa vigente en cada caso. A tal fin, se fomentará que en los Pliegos de Prescripciones Técnicas de las obras y en la valoración de las ofertas en la contratación pública se incluyan condiciones que faciliten el empleo de los materiales procedentes de RCD valorizables antes mencionados **en sustitución de los materiales naturales**.

Para que los objetivos de empleo de los áridos RCD sea el recogido en el Decreto 110/2024 es imprescindible:

- Que el uso de los áridos RCD estén contemplado en el proyecto.
- Para que se incorporen los áridos RCD a los proyectos de las obras de construcción se precisa de una normativa específica para estos materiales.

La guía de AGESMA facilita a los Proyectistas poder prescribir el empleo de los áridos RCD en sus proyectos ya que:

- Establece las características de los áridos RCD en un formato similar al empleado en la normativa general (PG-3, CÓDIGO ESTRUCTURAL) para los áridos naturales.

Como se ha indicado, El DECRETO 110/2024 **establece categorías de áridos reciclados**, avalados por el marcado CE, las normas UNE u otras certificaciones emitidas por organismos autorizados, **que queden acreditados técnicamente para unos determinados usos** y, por tanto, sean susceptibles de ser utilizados en las distintas aplicaciones previstas sin necesidad de un título.

Siempre con el objetivo de facilitar a los Proyectistas, Direcciones de Obras, Contratistas, Gestores de Valorización de Residuos y Laboratorios de Control, en el presente documento se adapta las características establecidas en la Guía de AGESMA a las categorías de áridos reciclados establecidas en el Decreto 110/2024.

CAPÍTULO 1.- DECRETO 110/2024. CATEGORÍAS ÁRIDOS RECICLADOS

Sección 1. Artículos DECRETO

En los diferentes artículos del DECRETO se definen las categorías de los áridos reciclados.

En el artículo 2, se encuentran las definiciones de:

- a) “Árido reciclado de residuos de la construcción y demolición”: Es el árido resultante del tratamiento del material inorgánico previamente utilizado en la construcción que cumpla con los requisitos técnicos y legales del uso final al que se destine.
- b) “Categorías de áridos reciclados”: Clasificación de áridos reciclados basada en características comunes de composición del material, establecidas a partir de rangos predefinidos de porcentajes máximos y/o mínimos de todos los elementos que componen una muestra de árido reciclado.

En el artículo 5 se definen las Categorías y granulometrías de los áridos reciclados:

1. A efectos de definir los usos admitidos de los áridos reciclados, se atenderá a su categoría y granulometría.
2. En función del porcentaje de los componentes descritos en el anexo I se establecen las categorías de áridos reciclados que se describen a continuación, cuya composición se detalla en el anexo II:
 - a) Categoría **ARHe**: Denominada “Áridos Reciclados para Hormigón estructural”.
 - b) Categoría **ARH**: Denominada “Áridos Reciclados de Hormigón”.
 - c) Categoría **ARMh**: Denominada “Áridos Reciclados Mixtos de hormigón”.
 - d) Categoría **ARMc**: Denominada “Áridos Reciclados Mixtos cerámicos”.
 - e) Categoría **ARC**: Denominada “Áridos Reciclados Cerámicos”.
 - f) Categoría **ARMa**: Denominada de “Áridos Reciclados Mixtos con asfalto”.
3. Se establecen las siguientes granulometrías de áridos reciclados según el tamaño del árido:
 - a) Árido fino: la parte del árido total que pasa por el tamiz 4 mm, según norma UNE EN 933-2, salvo en las mezclas bituminosas en las que el tamaño del tamiz que atraviesa es 2 mm.
 - b) Árido grueso: la parte del árido total retenida en el tamiz 4 mm, según norma UNE-EN 933-2, salvo en las mezclas bituminosas en las que el tamaño del tamiz que atraviesa es 2 mm.
 - c) Árido combinado: es el árido compuesto de una mezcla de áridos gruesos y finos con $D > 6,3$ mm. Puede producirse sin separación previa en fracciones de áridos finos y áridos gruesos o por combinación de fracciones independientes de áridos finos y gruesos.
 - d) Árido ligero: árido de origen mineral con una densidad de partículas no superior a 2.000 kg/m^3 ($2,00 \text{ Mg/m}^3$), o con una densidad aparente no superior a 1.200 kg/m^3 ($1,20 \text{ Mg/m}^3$).

En el artículo 7 se detallan los **Requisitos para la utilización de áridos reciclados**:

1. Los áridos reciclados deberán proceder de instalaciones de gestión y tratamiento de residuos de la construcción y demolición o de plantas móviles debidamente autorizadas por la correspondiente Comunidad Autónoma, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 33 de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
2. El suministro de los áridos reciclados deberá acompañarse de la documentación que certifique que **cuentan con el debido marcado CE** en aquellos usos para los que resulte exigible por la legislación de aplicación y que se han obtenido de acuerdo con los requerimientos y control de producción exigidos por las normas UNE correspondientes y por el Reglamento (UE) 305/2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo. **Para el resto de los usos, los áridos reciclados deberán contar con una declaración de prestaciones del fabricante, acompañada de las certificaciones de un organismo autorizado que acrediten las características del producto y del proceso de producción.**

Para los áridos reciclados que no estén recogidos en el marcado CE, la Declaración de prestaciones del fabricante al que hace mención el DECRETO puede ser la establecida en el REGLAMENTO DE CERTIFICACIÓN DE AGESMA, en el que la Declaración de prestaciones está acompañada de un certificado de control de producción emitido por una Entidad Notificada.

Sección 2. Anexos DECRETO

El DECRETO consta de tres Anexos:

- ANEXO I en el que se definen los componentes principales de los áridos reciclados.
- ANEXO II en el que se definen las categorías de los áridos reciclados en función del porcentaje en peso de sus componentes principales.
- ANEXO III en el que se definen las aplicaciones admitidas según la categoría y granulometría de los áridos reciclados

ANEXO I

ANEXO I

Componentes principales de los áridos reciclados

Componente	Descripción
Rc	Áridos gruesos reciclados compuestos de hormigón, productos de hormigón mortero y/o unidades de albañilería de hormigón
Ru	Áridos gruesos reciclados compuestos por áridos no tratados, piedra natural y/o áridos tratados con conglomerantes hidráulicos
Rb	Áridos gruesos reciclados compuestos por unidades de albañilería de arcilla (ladrillos y tejas), áridos reciclados de unidades de albañilería de silicato cálcico y/o de hormigón aireado no flotante
Ra	Áridos gruesos reciclados compuestos por materiales bituminosos
Rg	Áridos gruesos reciclados compuestos por vidrio
X	Áridos reciclados cohesivos (arcilla y/o arena), áridos reciclados metálicos (ferrosos y no ferrosos) y/o de madera no flotante, plástico, caucho y yeso
FL*	Componentes flotantes (impropios)

*Aplicable para los áridos reciclados de hormigón estructural ARHe.

La determinación de los componentes de un árido reciclado se realiza de acuerdo con lo indicado en la norma:

- **UNE-EN 933-11:2009/AC:2010.** Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 11: Ensayo de clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados.

ANEXO II

ANEXO II

Categorías de los áridos reciclados en función del porcentaje en peso de sus componentes principales

Categoría	Descripción	Criterios Clasificación según composición (UNE 933-11 y tabla 30.8.5 del artículo 30.8.4 del Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio)
ARHe	Áridos Reciclados para Hormigón estructural	$Rc+Ru \geq 95\%$ $Rb = 0\%$ $Ra \leq 1\%$ $X+Rg \leq 0,5\% FL$ $\leq 2\%$
ARH	Áridos Reciclados de Hormigón	$Rc+Ru \geq 90\%$ $Rb \leq 10\%$ Ra $\leq 5\%$ $X \leq 1\%$
ARMh	Áridos Reciclados Mixtos de hormigón	$70\% \leq Rc+Ru < 90\%$ $10\% < Rb < 30\%$ $Ra \leq 5\%$ X $\leq 1\%$
ARMc	Áridos Reciclados Mixtos cerámicos	$30\% \leq Rc+Ru < 70\%$ $70\% \leq Rb \geq 30\%$ $Ra \leq 5\%$ $X \leq 1\%$
ARC	Áridos Reciclados Cerámicos	$Rc+Ru < 30\%$ $Rb > 70\%$ $Ra \leq 5\%$ $Rg \leq 1\%$ $X \leq 2\%$ (Yeso $< 1\%$)
ARMa	Áridos Reciclados Mixtos con asfalto	$Rc+Ru \geq 50\%$ $Rb \leq 20\%$ $5\% < Ra < 30\%$ $Rg < 1\%$ $X \leq 2\%$ (Yeso $< 1\%$)

ANEXO III

En esta Anexo, en diferentes tablas, se especifican los diferentes usos de los áridos reciclados en función de la categoría y granulometría, pero mantienen las exigencias de calidad de la normativa vigente para áridos naturales, como se puede observar en la siguiente tabla para material granular no ligado:

ANEXO III

Aplicaciones admitidas según la categoría y granulometría de los áridos reciclados

APLICACIONES ADMITIDAS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS ⁽¹⁾	CATEGORÍAS DE ÁRIDOS ADMITIDAS						GRANULOMETRÍA Y ESPECIFICIDADES DEL MATERIAL ⁽²⁾
	ARHe	ARH	ARMh	ARMc	ARC	ARMa	
Firmes: capas de material granular no ligado							
Bases, subbases y arcenes de carreteras	X	X	X	X		X	- <u>Granulometría:</u> árido fino, árido grueso, con tamaño máximo 32 mm.
Capa de rodadura, bases, subbases y arcenes de caminos rurales, vías peatonales y carriles bici	X	X	X	X		X	- <u>Tipo de material a sustituir:</u> Zahorra [ZA 0/32, ZA 0/25 y ZA 0/20].
Capas drenantes	X	X	X	X		X	- <u>Granulometría:</u> árido fino, árido grueso, con tamaño máximo 20 mm. - <u>Tipo de material a sustituir:</u> zahorra drenante ZAD 0/20.

En la tabla se especifica que áridos reciclados con las categorías ARHe, ARH, ARMh y ARMa se podrían emplear como zavorras para capas de base, subbase y arcenes de carreteras caminos rurales, vías peatonales y carriles bici, así como capas drenantes.

Pero con solo la categoría y granulometría no basta, un árido ARMh puede cumplir como zavorra para capa de arcén y subbase y no para capa de base de carreteras, es necesario además fijar el resto de las características exigidas en las normativas técnicas específicas como son, entre otras, el PG-3 o el Código Estructural, como sí hace la Guía de AGESMA.

Sección 3. Adaptación de la Guía de AGESMA al DECRETO

Para incorporar en un proyecto de obra de construcción los áridos reciclados además de especificar lo indicado en el DECRETO: categoría y granulometría del árido reciclado es necesario definir el resto de las especificaciones exigidas por la normativa para el uso previsto.

Así, por ejemplo, a una zahorra para capa base de una carretera se le solicita diferentes grados de resistencia al desgaste de los ángeles en función del tipo de tráfico a la que va a estar sometida.

Todas estas especificaciones, en función del uso al que va a estar sometido el árido reciclado, están reflejadas en la Guía de AGESMA, por lo que, en los siguientes apartados de este documento se indicarán:

- Para cada categoría de árido reciclado (ANEXO I del DECRETO) y usos revistos (ANEXO III del DECRETO) las especificaciones técnicas exigidas por la normativa (GUÍA AGESMA).
- Para facilitar al Proyectista la incorporación de estos áridos reciclados, esta conjunción de normativas: el DECRETO y la GUÍA, este documento se ordena por los tipos de materiales solicitados por la normativa técnica.

CAPÍTULO 2.- CARACTERIZACIÓN DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS

Sección 1. INTRODUCCIÓN.

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 actuando sobre las dos causas anteriormente expuestas:

- En estas Recomendaciones se recogen las categorías de los áridos reciclados establecidas en el Anexo II, así como los usos en obras de construcción indicados en el Anexo III del Decreto 110/2024.
- En sus diversos artículos, redactados a modo de pliego, además de la definición de la categoría se indican las especificaciones técnicas que permiten el empleo de los áridos reciclados que en la actualidad se preparan en las plantas de tratamiento de RCD de la Comunidad de Madrid, sin que ello suponga rebajar el nivel de calidad de la obra si esta se ejecutase con áridos naturales.
- Esta guía exige, al igual que el Decreto 110/2024, para todos los tipos de áridos reciclados que dispongan de certificación, que en el caso de que su empleo esté sujeto al Reglamento de Productos de Construcción nº 305/2011, como son las zahorras artificiales, será el marcado CE y para los materiales no contemplados por este Reglamento, como serían los suelos, entonces se solicita una certificación de productos no sujetos a marcado CE.

Este documento está basado en la Guía de áridos reciclados de AGESMA.

Sección 2. DEFINICIONES.

- **Capacidad de soporte:** es la aptitud de un suelo, terraplén, desmonte o capa de firme para soportar las cargas de tráfico con deformaciones volumétricas, tensiones y alterabilidad climática dentro de unos límites fijados experimentalmente o analíticamente.
- **Capas de asiento del firme:** son las capas formadas por suelos o materiales de aportación, por la estabilización de los existentes, o por materiales procedentes de residuos de construcción (RCD), cuya finalidad es mejorar y homogeneizar la capacidad soporte del cimiento del firme, proteger los suelos susceptibles al agua mediante impermeabilización o evacuación, facilitar las labores de construcción, y obtener las superficies geométricas precisas. Son las capas o capa de aportación formada por suelos o materiales granulares, tratados o no con conglomerantes, situadas bajo el plano de explanada con el fin de mejorar alguna de las cualidades del cimiento.
- **Cimiento del firme:** son el conjunto formado por el Terreno Natural Subyacente (en adelante TNS) y capas de suelos u otros materiales que se encuentra bajo el plano de explanada y comprende las capas de asiento y el terraplén o el terreno natural subyacente.
- **Coefficiente de equivalencia:** es el número de ejes tipo a que equivale un conjunto de ejes de un vehículo cualquiera, a efectos de dimensionamiento de la estructura del firme.
- **Estructura del firme:** conjunto de capas ejecutadas con materiales seleccionados colocado sobre el cimiento del firme, que sirven para soportar las cargas del tráfico y permitir la circulación en condiciones de seguridad y comodidad. Constituye la estructura resistente de la calzada o arcén y comprende en general, de abajo arriba, las capas de subbase, base y pavimento.
- **Explanación:** superficie superior de la coronación de terraplenes y la inferior de los desmontes. También ejecución de las operaciones necesarias para conseguir dicha superficie.
- **Grava-cemento:** mezcla homogénea de áridos, cemento, agua y excepcionalmente aditivos, realizada en central, que convenientemente compactada se utiliza como capa estructural en firmes de carreteras.
- **Hormigón magro vibrado:** mezcla homogénea de áridos, cemento, agua y aditivos, empleada en capas de base bajo pavimentos de hormigón, que se pone en obra con una consistencia tal que requiere el empleo de vibradores internos para su compactación.
- **Hormigón vibrado:** mezcla homogénea de áridos, agua y conglomerantes, que se pone en obra con maquinaria específica, y se utiliza en pavimentos de firmes rígidos.

- **Pavimento de hormigón:** pavimento constituido por losas de hormigón en masa, separadas por juntas, o por una losa continua de hormigón armado; el hormigón se pone en obra con una consistencia tal que requiere el empleo de vibradores internos para su compactación y maquinaria específica para su extensión y acabado superficial.
- **Pavimento:** parte superior de un firme, que debe resistir los esfuerzos producidos por la circulación, proporcionando a ésta una superficie de rodadura cómoda y segura. RCD, es el residuo procedente de la construcción o demolición, formado por fragmentos o restos de ladrillos, hormigón, argamasa, acero, hierro, entre otros.
- **Suelo granular:** es el suelo constituido por arenas y gravas en su mayor parte.
- **Suelo:** es la formación natural de estructura blanda resultado de la alteración de las rocas o de la evolución de las sustancias vegetales.
- **Suelo-cemento:** mezcla homogénea de materiales granulares (zahorra, o suelo granular), cemento, agua y eventualmente aditivos, fabricada generalmente en central, que convenientemente compactada se utilizada como capa estructural en firmes de carretera en central. Si se fabrica in situ con equipos de reciclado o estabilizadoras se denomina suelo-cemento in situ.
- **Terraplenes, pedraplenes y todos-uno:** son las capas de materiales sueltos situadas entre el terreno natural subyacente y las capas de asiento, necesarias para rellenar las depresiones hasta conseguir la cota adecuada. En general las referencias del texto al núcleo de terraplenes serán aplicables a pedraplenes y todos-uno, salvo que se especifique lo contrario.
- **Terreno natural subyacente (TNS):** es el terreno natural sobre el que se apoyan los distintos elementos constructivos de la carretera, tales como las capas de asiento del firme en los desmontes, terraplenes, pedraplenes, estructuras, obras de fábrica, drenajes y cualquier otro elemento constructivo.
- **Zahorra:** material granular, de granulometría continua, utilizada como capa de firme. Se denomina zahorra artificial al constituido por partículas total o parcialmente trituradas. Zahorra natural es el material formado básicamente por partículas no trituradas.
- **Zahorra artificial reciclada de hormigón (ZARHor):** material granular, de granulometría continua, utilizada como capa de firme y procedente de la trituración exclusiva de residuos de hormigones. Esta zahorra podrá colocarse directamente bajo las capas asfálticas o de hormigón del firme.
- **Zahorra artificial reciclada mixta de RCD (ZARM):** material granular, de granulometría continua, utilizada como capa de firme y procedente de la trituración controlada de RCD. Esta zahorra podrá colocarse directamente bajo las capas asfálticas o de hormigón del firme.

- **Zahorra artificial reciclada mixta de asfalto de RCD (ZARA):** material granular, de granulometría continua, utilizada como capa de firme y procedente de la trituración controlada de RCD. Esta zahorra no podrá colocarse directamente como capas asfálticas o de hormigón del firme, necesariamente deberá existir una capa de zahorra de las anteriores o natural debajo de esta ZARA.
- **Arena Reciclada (AR):** en este artículo se definen las características de la arena reciclada que se prepara en las plantas de tratamiento de RCD. La finalidad más habitual de este árido es el de lecho de tuberías.
- **Gravas recicladas (GR):** en este artículo se definen las características de la grava reciclada que se prepara en las plantas de tratamiento de RCD. La finalidad más habitual de este árido es el de material drenante y dependiendo de su tamaño grueso se diferencian las gravas y los macadam.

Sección 3. SUELOS RECICLADOS DE RCD.

ARTÍCULO 2.3.1.- DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN.

Se define como suelos reciclados de RCD, a los materiales preparados en las plantas de tratamientos de residuos de construcción y demolición que, cumpliendo las características físicas, químicas y mecánicas indicadas en esta guía 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 esta guía se define tres 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 fundamentan en la norma UNE-EN 13242 y su ensayo se realizará según lo indicado en la norma UNE-EN 933-11.

Las categorías de áridos reciclados que pueden utilizarse para su empleo como suelos son las indicadas en la siguiente tabla:

APLICACIONES ADMITIDAS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS	CATEGORÍAS DE ÁRIDOS ADMITIDAS						GRANULOMETRÍA Y ESPECIFICIDADES DEL MATERIAL (2)
	ARHe	ARH	ARMh	ARMc	ARC	ARMa	
Terraplenes y rellenos							
Terraplenes	X	X	X	X		X	Granulometría: árido fino, árido grueso, con tamaño máximo 100 mm para la sustitución de suelos seleccionados y adecuados. Tipos de suelos a sustituir: Suelos seleccionados, adecuados, tolerables y marginales
Rellenos de zanjas	X	X	X	X		X	Granulometría: árido fino, árido grueso, con tamaño máximo 100 mm. Tipos de material a sustituir: Suelos seleccionados y suelos adecuados.

APLICACIONES ADMITIDAS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS	CATEGORÍAS DE ÁRIDOS ADMITIDAS						GRANULOMETRÍA Y ESPECIFICIDADES DEL MATERIAL (2)
	ARHe	ARH	ARMh	ARMc	ARC	ARMa	
Camas de apoyo de tuberías	X	X	X	X		X	Granulometría: árido fino, árido grueso con tamaño 60 mm. Tipo de material a sustituir: suelos seleccionados y suelos adecuados.
Trasdós de obras de fábrica	X	X	X	X		X	Granulometría: árido fino, árido grueso con tamaño 100 mm. Tipo de material a sustituir: suelos seleccionados y suelos adecuados.
Restauración de espacios degradados y/o afectados por actividades mineras.	X	X	X	X		X	Granulometría: árido fino, árido grueso con tamaño 100 mm. Tipo de material a sustituir: suelos seleccionados, adecuados, tolerables y marginales, sujetos al Proyecto/Plan de Restauración aprobado, en su caso.

Las especificaciones técnicas para los suelos indicados en la tabla son:

- **Suelo seleccionado. (SR-SEL):** Suelo cuyas características cumplen las especificaciones definidas en los apartados 2.3.2.1 y 2.3.2.2 de este artículo.
- **Suelo adecuado. (SR-ADE):** Suelo cuyas características cumplen las especificaciones definidas en los apartados 2.3.2.1 y 2.3.2.3 de este artículo.
- **Suelo tolerable. (SR-TOL):** Suelo cuyas características cumplen las especificaciones definidas en los apartados 2.3.2.1 y 2.3.2.4 de este artículo.

ARTÍCULO 2.3.2.- 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 Reglamento Europeo de productos de construcción N° 305/2011.
- 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.
- Lo dispuesto en el INFORME sobre el contenido de sustancias peligrosas en los productos de construcción, conforme a lo dispuesto en el artículo 67, apartado 1, del Reglamento (UE) n° 305/2011.

ARTÍCULO 2.3.2.1.- Características generales.

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

- El productor certifica que es gestor autorizado para la valorización de residuos de construcción y demolición.
- El productor facilita ficha técnica de este producto.
- El productor facilita un Certificado voluntario de caracterización del producto.
- 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.

ARTÍCULO 2.3.2.2.- 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 en los casos que se deba a la presencia de tierras de excavación.
 - Uno por ciento ($MO < 1\%$), según UNE 103204 en los casos que se deba a la presencia de RCD no bituminosos.
 - 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.
 - Dos por ciento ($SS < 2\%$), según NLT 114, siempre y cuando el contenido de yesos sea inferior al 2%, según la NLT-115.

El contenido de sales solubles será aceptado en el intervalo 0.2% - 2% 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 ($D_{max} < 100 \text{ mm}$).
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento ($\# 0,40 < 15\%$) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
 - Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\# 2 < 80\%$).
 - Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento ($\# 0,40 < 75\%$).
 - Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento ($\# 0,080 < 25\%$).
 - Límite líquido menor de treinta ($LL < 30$), según UNE 103103.

- Índice de plasticidad menor de diez ($IP < 10$), según UNE 103103 y UNE 103104.

ARTÍCULO 2.3.2.3.- Suelo adecuado.

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

- Contenido en materia orgánica inferior al uno por ciento ($MO < 1\%$), según UNE 103204.
- 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.
- Contenido en sales solubles, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ($SS < 0,2\%$), según NLT 114.
- Dos por ciento ($SS < 2\%$), según NLT 114, siempre y cuando el contenido de yesos sea inferior al 2%, según la NLT-115.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ($D_{max} < 100 \text{ mm}$).
- Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\# 2 < 80\%$).
- Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al treinta y cinco por ciento ($\# 0,080 < 35\%$).
- Límite líquido inferior a cuarenta ($LL < 40$), según UNE 103103.
- Si el límite líquido es superior a treinta ($LL > 30$) el índice de plasticidad será superior a cuatro ($IP > 4$), según UNE 103103 y UNE 103104.

ARTÍCULO 2.3.2.4.- Suelo tolerable.

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

- Contenido en materia orgánica inferior al dos por ciento ($MO < 2\%$), según UNE 103204.
- Contenido en yeso inferior al cinco por ciento ($\text{yeso} < 5\%$), según NLT 115.
- Contenido en otras sales solubles distintas del yeso inferior al cuatro por ciento ($SS < 4\%$), según NLT 114.

El contenido de sales solubles será aceptado en el intervalo 1- 4% 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 Proctor 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 Proctor normal UNE 103500.

ARTÍCULO 2.3.10.- NORMATIVA DE REFERENCIA.

Esta guía incorpora referencia a otras publicaciones. Para las referencias sin fecha, se aplica la edición en vigor del documento normativo al que se haga referencia (incluyendo sus modificaciones). Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación:

- UNE-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.
- 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 Proctor normal.

- UNE 103501 Geotecnia. Ensayo de compactación Proctor modificado.
- 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.

Sección 4. ZAHORRAS ARTIFICIALES DE RECICLADOS DE RCD.

ARTÍCULO 2.4.1.- DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN.

Se define como zahorra el material granular, de granulometría continua, utilizado como capa de firme. En esta guía se definen dos tipos de zahorras de materiales reciclados, su clasificación se realiza según los criterios de la norma UNE EN 13242. 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 la norma UNE EN 933-11.

Las categorías de áridos reciclados que pueden utilizarse para su empleo como zahorras son las indicadas en la siguiente tabla 4.1.

Tabla 4.1.- Categorías de áridos reciclados para su empleo como zahorras

APLICACIONES ADMITIDAS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS	CATEGORÍAS DE ÁRIDOS ADMITIDAS						GRANULOMETRÍA Y ESPECIFICIDADES DEL MATERIAL
	ARHe	ARH	ARMh	ARMc	ARC	ARMa	
Firmes: capas de material granular no ligado							
Bases, subbases y arcenes de carreteras	X	X	X	X		X	- Granulometría: árido fino, árido grueso, con tamaño máximo 32 mm.
Capa de rodadura, bases, subbases y arcenes de caminos rurales, vías peatonales y carriles bici	X	X	X	X		X	- Tipo de material a sustituir: Zahorra [ZA 0/32, ZA 0/25 y ZA 0/20].
Capas drenantes	X	X	X	X		X	- Granulometría: árido fino, árido grueso, con tamaño máximo 20 mm.
							- Tipo de material a sustituir: zahorra drenante ZAD 0/20.

Los tipos de zahorras de reciclado especificados en esta guía son:

- **Zahorra artificial reciclada de hormigón, (ZARHor)** al constituido por trituración exclusiva de residuos de hormigón.

La categoría de esta zahorra es la definida en el Decreto 110/2024 como ARH (ÁRIDOS RECICLADOS DE HORMIGÓN) en el Decreto 110/2024:

Tabla 4.2.- Composición zahorra de hormigón

Categoría	Descripción	Criterios Clasificación según composición (UNE 933-11 y tabla 30.8.5 del artículo 30.8.4 del Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio)
ARH	Áridos Recicladados de Hormigón	$R_c + R_u \geq 90\%$ $R_b \leq 10\%$ R_a $\leq 5\%$ $X \leq 1\%$

- **Zahorra artificial reciclada mixta I de RCD, (ZARM I)**, al constituido por trituración controlada de residuos mixtos de hormigón.

La categoría de esta zahorra es la definida en el Decreto 110/2024 como ARMh (ÁRIDOS RECICLADOS MIXTOS DE HORMIGÓN) en el Decreto 110/2024:

Tabla 4.3.- Composición zahorra de mixta I

Categoría	Descripción	Criterios Clasificación según composición (UNE 933-11 y tabla 30.8.5 del artículo 30.8.4 del Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio)
ARMh	Áridos Recicladados Mixtos de hormigón	$70\% \leq R_c + R_u < 90\%$ $10\% < R_b < 30\%$ $R_a \leq 5\%$ X $\leq 1\%$

Zahorra artificial reciclada mixta II de RCD, (ZARM II), al constituido por trituración controlada de residuos mixtos cerámicos.

La categoría de esta zahorra es la definida en el Decreto 110/2024 como ARMc (ÁRIDOS RECICLADOS MIXTOS CERÁMICOS) en el Decreto 110/2024:

Tabla 4.3.- Composición zahorra de mixta II

Categoría	Descripción	Criterios Clasificación según composición (UNE 933-11 y tabla 30.8.5 del artículo 30.8.4 del Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio)
ARMc	Áridos Recicladados Mixtos cerámicos	$30\% \leq R_c + R_u < 70\%$ $70\% \leq R_b \leq 30\%$ $R_a \leq 5\%$ X $\leq 1\%$

- **Zahorra artificial reciclada asfáltica**, al constituido por trituración controlada de residuos mixtos con hasta un 30% de residuos de mezclas asfálticas (Ra).

La categoría de esta zahorra es la definida en el Decreto 110/2024 como ARMa (ÁRIDOS RECICLADOS MIXTOS CON ASFALTO) en el Decreto 110/2024:

Tabla 4.4.- Composición zahorra de mixta con asfalto

Categoría	Descripción	Criterios Clasificación según composición (UNE 933-11 y tabla 30.8.5 del artículo 30.8.4 del Código Estructural aprobado por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio)
ARMa	Áridos Reciclados Mixtos con asfalto	$R_c + R_u \geq 50\%$ $R_b \leq 20\%$ $5\% < R_a < 30\%$ $R_g < 1\%$ $X \leq 2\%$ (Yeso $< 1\%$)

ARTÍCULO 2.4.2.- MATERIALES.

NORMA UNE EN 13242. 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 Reglamento Europeo de productos de construcción Nº 305/2011.
- 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.
- Lo dispuesto en el INFORME sobre el contenido de sustancias peligrosas en los productos de construcción, conforme a lo dispuesto en el artículo 67, apartado 1, del Reglamento (UE) nº 305/2011.

ARTÍCULO 2.4.2.1- Características Generales.

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

Las zahorras denominadas ZARHor, la mixta ZARM y la ZARA podrán emplearse en las capas de firme y en contacto con las asfálticas y de hormigón.

La pérdida en el ensayo de sulfato de magnesio (UNE EN 1367-2) no superará el dieciocho por ciento ($\leq 18\%$).

Los materiales para las capas de zahorra no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua. El gestor de valoración de estos materiales reciclados garantizará que no posean sustancias incompatibles para su empleo como áridos para construcción, lo que queda implícitamente recogido en las certificaciones que esta guía exige, como es el marcado CE, para los áridos recogidos en el Reglamento de productos para la construcción, o en certificaciones similares para los áridos no recogidos en esta normativa.

ARTÍCULO 2.4.2.2- Limpieza (Contenido en impurezas).

Los materiales deberán estar exentos de todo tipo de materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

El contenido de finos del árido grueso (norma UNE-EN 933-1), expresado como porcentaje que pasa por el tamiz 0,063 mm, será inferior al uno por ciento ($< 1\%$) en masa.

ARTÍCULO 2.4.2.3- Calidad de los finos.

El equivalente de arena (SE4) (Anexo A de la norma UNE-EN 933-8), para la fracción 0/4 del material, deberá cumplir lo indicado en la tabla 6. De no cumplirse esta condición, su valor de azul de metileno (Anexo A de la norma UNE-EN 933-9), para la fracción 0/0,125 deberá ser inferior a diez gramos por kilogramo ($MBf < 10 \text{ g/kg}$) y, simultáneamente, el equivalente de arena (SE4) no deberá ser inferior en más de cinco (5) unidades a los valores indicados en la tabla 4.5.

Tabla 4.5.- Equivalente de arena (SE4)

ZARHor	ZARM	ZARA
>35	>30	>35

ARTÍCULO 2.4.2.4- Plasticidad.

Las zahorras ZARHor, ZARM y ZARA serán no plásticas (normas UNE 103103 y UNE 103104).

ARTÍCULO 2.4.2.5- Capacidad soporte (Índice CBR).

El índice CBR conforme a la norma UNE 103502, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, será para las zahorras ZARHor ZARM y ZARA > 40.

ARTÍCULO 2.4.2.6- Requisitos geométricos.

ARTÍCULO 2.4.2.6.1.- 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 4.6.

Tabla 4.6. – Husos granulométricos cernido acumulado (% en masa)

Tipo de Zahorra	Apertura de los tamices UNE-EN 933-2 (mm)									
	40	32	20	12.5	8	4	2	0.5	0.25	0.063
0/32	100	88-100	65-90	52-76	40-63	26-45	15-32	7-21	4-16	0-9
0/20		100	75-100	60-86	45-73	31-54	20-40	9-24	5-18	0-9

Las designaciones de las zahorras se hacen según el apartado 4.2 Tamaño de árido de la norma UNE EN 13242. Las categorías decididas para esos áridos combinados es según la tabla 2 de la UNE EN 13242 de GA 75 para el 0/20 y de GA 85 para el 0/32.

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.

ARTÍCULO 2.4.2.6.2.- Forma del árido grueso.

El índice de lajas (FI) de las distintas fracciones del árido grueso (norma UNE-EN 933-3) deberá ser inferior a treinta y cinco ($FI < 35$).

ARTÍCULO 2.4.2.6.3.- Angulosidad (porcentaje de caras de fractura).

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 4.7.

Tabla 4.7. – Categoría de los porcentajes de partículas trituradas o fracturadas y de partículas totalmente redondeadas de las zahorras.

Partículas trituradas	Categoría de tráfico	
	T2	T3-T4
Partículas total y parcialmente trituradas Cc(%)	> 70	> 50
Partículas totalmente redondeadas C _{TR} (%)	< 10	

ARTÍCULO 2.4.2.7- Requisitos físicos. Resistencia a la fragmentación (coeficiente de Los Ángeles).

La resistencia a la fragmentación se debe determinar por medio del coeficiente de los Ángeles, de acuerdo con la norma UNE-EN 1097-2. Los coeficientes de desgaste los Ángeles de los dos tipos de zahorra, no deberán de superar las categorías indicadas en la tabla 4.8.

Tabla 4.8. – Categoría del valor máximo del coeficiente de los Ángeles

Tipo de zahorra	Coeficiente de los Ángeles		
	Capas granulares de firmes		
	T2	T3	T4
ZARHor	≤ 35 (LA ₃₅)	≤ 40 (LA ₄₀)	≤ 45 (LA ₄₅)
ZARM			
ZARA			

ARTÍCULO 2.4.2.8- Requisitos químicos.

ARTÍCULO 2.4.2.8.1.- Compuestos de azufre.

Los contenidos en compuestos de azufre se determinarán según los siguientes dos ensayos:

- Determinación del contenido total de azufre expresado como % S (UNE-EN 1744-1 apartado 11).
- Determinación de los sulfatos solubles en agua en áridos reciclados expresados como % SO₄ (UNE-EN 1744-1 apartado 10.2)

Los contenidos de los compuestos de azufre, así determinados, serán inferiores a los indicados en la tabla 4.9.

Tabla 4.9. – Contenidos máximos en compuestos de azufre

Tipo de zavorra	Situación de obra	Contenido de azufre total (% S)	Categoría (S)	Contenido en sulfatos solubles en agua (% SO ₄)	Categoría (SS)
ZARHor ZARM y ZARA	-	≤ 1,8	S _{1,8}	≤ 0,7	SS _{0,7}
	En contacto con una capa tratada con cemento o una estructura de hormigón	-	-	≤ 0,5	-

ARTÍCULO 2.4.2.8.2.- Compuestos orgánicos.

El resultado del ensayo de contenido en humus (UNE-EN 1744-1), será negativo (más claro que el color patrón).

ARTÍCULO 2.4.12.- NORMATIVA DE REFERENCIA.

Esta guía incorpora referencia a otras publicaciones. Para las referencias sin fecha, se aplica la edición en vigor del documento normativo al que se haga referencia (incluyendo sus modificaciones). Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación:

- UNE-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.
- 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-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. Método 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 1367-2 Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Parte 2: Ensayo de sulfato de magnesio.
- UNE-EN 1744-1 Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico.
- UNE-EN 13242 Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerados hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes.
- UNE-EN 13286-2 Mezclas de áridos sin ligante y con conglomerante hidráulico. Parte 2: Métodos de ensayo para la determinación en laboratorio de la densidad de referencia y el contenido en agua. Compactación Proctor.

Sección 5. ARENA RECICLADA DE RCD PARA SU EMPLEO EN CAMAS DE TUBERÍAS.

ARTÍCULO 2.5.1.- DEFINICIÓN.

Se define como arena reciclada a la fracción de material fino que se obtiene por cribado de la trituración de residuos de construcción y demolición.

La arena reciclada es uno de los materiales habituales que se preparan en las plantas de reciclado de los residuos de construcción y demolición, (RCD), para su posterior empleo en las obras de construcción.

El uso más solicitado para estas arenas es el de lecho de asiento de tuberías.

Su posibilidad de empleo, tanto como árido ligado o no ligado, es el mismo que el de las arenas ya sean naturales o procedentes de la trituración de rocas de canteras o graveras, teniendo en cuenta, en su caso, las posibles especificaciones que el Pliego de la Obra imponga a los materiales reciclados, como sería el caso de su uso como constituyente de productos ligados: hormigones, morteros, mezclas bituminosas, etc.

Su uso, como material no ligado, más habitual es el de lecho y envuelta de tuberías, siendo también empleada como capas de regularización y rellenos diversos en función de sus características fisicoquímicas.

Las categorías de áridos reciclados que pueden utilizarse para su empleo como Camas de apoyo de tuberías son las indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 5.1.- Composición de áridos para Cama de poyo de tuberías

APLICACIONES ADMITIDAS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS	CATEGORÍAS DE ÁRIDOS ADMITIDAS						GRANULOMETRÍA Y ESPECIFICIDADES DEL MATERIAL
	ARHe	ARH	ARMh	ARMc	ARC	ARMa	
Camas de apoyo de tuberías	X	X	X	X		X	- Granulometría: árido
							fino, árido grueso, con tamaño máximo 60 mm.
							- Tipo de material a
							sustituir: suelos seleccionados y suelos adecuados.

ARTÍCULO 2.5.2.- MATERIALES.

NORMA UNE EN 13242. 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 Reglamento Europeo de productos de construcción N° 305/2011.
- 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.
- Lo dispuesto en el INFORME sobre el contenido de sustancias peligrosas en los productos de construcción, conforme a lo dispuesto en el artículo 67, apartado 1, del Reglamento (UE) n° 305/2011.

ARTÍCULO 2.5.3.- CARACTERISTICAS GENERALES.

En los casos indicados en este artículo como arena para lecho de tuberías, no existe actualmente normativa de producto de marcado CE donde el uso de la arena para lecho de cama de tubería pueda encajar. No obstante, es importante teniendo en cuenta la procedencia de los materiales reciclados, que el fabricante garantice una homogeneidad que asegure la calidad de la unidad de obra en la que se va a emplear la arena, por ello se solicita en esta guía, y para todos los materiales reciclados, algún tipo de certificación.

Este material podrá utilizarse siempre que cumplan las prescripciones técnicas de esta guía y dispongan de algún tipo de certificación voluntaria, siempre que este material se prepare en una instalación ajena a la obra, que incluya la documentación que se indica en el artículo 2.5.7.

Esos materiales 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.

ARTÍCULO 2.5.4.- PROCEDENCIA.

El material procederá de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición. Dicha instalación y el gestor correspondiente deberá estar autorizada, por la administración competente, para el tratamiento de estos residuos.

La dirección técnica podrá autorizar la utilización de material reciclado procedente de instalaciones móviles asociadas a la obra, cumpliendo con las reglamentaciones vigentes.

ARTÍCULO 2.5.5.- DESIGNACIÓN.

La designación de los productos contendrá la siguiente información:

"Arena"	Granulometría "d/D"	Reciclada de "Origen"
---------	---------------------	-----------------------

Donde:

d/D: tamaño de áridos d/D determinada conforme la UNE EN 933-2

Origen: tipo de origen (sin especificar código LER) ejemplo en la tabla 12. En el caso de que el fabricante así lo desee, podrá indicar simplemente RCD.

Ejemplo: Arena 0/8 reciclada de hormigón.

ARTÍCULO 2.5.6.- ESPECIFICACIONES.

Como se ha indicado en el primer apartado, el empleo más solicitado para esta arena reciclada es la de lecho de tuberías.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares indicará, en su caso, las características especiales de la arena reciclada a emplear en cada unidad de obra.

En el caso de su empleo como lecho y envuelta de tuberías, las especificaciones que se solicitan para este material son las indicadas a continuación:

ARTÍCULO 2.5.6.1.- Composición.

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 la norma UNE EN 933-11.

Se podrán utilizar los siguientes tipos de áridos reciclados contemplados en el Decreto 110/2024:

- ARHe
- ARH
- ARMh
- ARMc
- ARMa

ARTÍCULO 2.5.6.2.- Granulometría.

ARTÍCULO 2.5.6.2.1.- Tamaño máximo.

El tamaño máximo de la arena será función del diámetro y tipo de la tubería. Y cumplirá lo indicado en la tabla 5.2.

TABLA 5.2. – Tamaño máximo de la arena

Diámetro y tipo de tubería		Tamaño máximo nominal (mm) según UNE EN 933-1
Diámetro nominal tubería rígida (mm)	100	10
	100-150	15
	150-300	-
	300-550	-
	> 550	-
Diámetro nominal tubería flexible (mm)	100	10
	100-150	15
	150-300	-
	300-550	-
	> 550	-

ARTÍCULO 2.5.6.2.2.- Contenido en finos.

El contenido de finos (<0.063 mm) UNE-EN 933-1 será inferior al 10%. Este porcentaje de finos podrá incrementarse hasta el 16% siempre que el equivalente de arena (SE₄), según el Anexo A de la norma UNE-EN 933-8 sea superior a 25.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares indicará, en su caso, las limitaciones de la granulometría de la arena para el uso de cada unidad de obra.

ARTÍCULO 2.5.6.3.- Plasticidad.

La arena de reciclado deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Límite líquido, según la Norma UNE 103103, inferior a treinta (30).

- Índice de plasticidad, según la Norma UNE 103104, inferior a diez (10).

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá indicar otras limitaciones de plasticidad de la arena para el uso de cada unidad de obra.

ARTÍCULO 2.5.6.4.- Características químicas.

La arena de reciclado deberá cumplir las siguientes características químicas:

- El contenido en sulfatos solubles en ácido, (SO_3), según la UNE EN 1744-1 Ap.12 será inferior al 1.0 %.
- El contenido en cloruros, según la UNE EN 1744-1 Ap. 7 será inferior al 0.1 %.
- El contenido en azufre total, (S), según la UNE EN 1744-1 Ap.11 será inferior al 1.5 %.

El contenido de azufre total podrá incrementarse hasta el 1.8% y el de sulfatos solubles en ácido hasta el 1.5% siempre que el contenido en sulfatos solubles en agua expresados en SO_4 según la UNE EN 1744-1 Ap. 10.2 sea:

- < 0.7 %
- < 0.5 % si va a estar en contacto con hormigón.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá indicar otras limitaciones de características químicas de la arena para el uso de cada unidad de obra.

ARTÍCULO 2.5.9.- NORMAS REFERIDAS EN ESTE ARTÍCULO.

Esta guía incorpora referencia a otras publicaciones. Para las referencias sin fecha, se aplica la edición en vigor del documento normativo al que se haga referencia (incluyendo sus modificaciones). Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación:

- 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-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 933-8 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.
- UNE-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.
- UNE-EN 1744-1 Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico.

Sección 6. GRAVAS RECICLADAS DE RCD.

ARTÍCULO 2.6.1.- DEFINICIÓN.COMPOSICIÓN.

Se define como grava reciclada a la fracción de material grueso que se obtiene por cribado de la trituración de residuos de construcción y demolición.

Las gravas recicladas son áridos gruesos que se preparan en las plantas de tratamiento de residuos de construcción y demolición, (RCD), para su posterior empleo en las obras de construcción.

Su posibilidad de empleo, tanto como árido ligado o no ligado, es el mismo que el de las gravas ya sean naturales o procedentes de la trituración de rocas de canteras o graveras, teniendo en cuenta, en su caso, las posibles especificaciones que el Pliego de la Obra imponga a los materiales reciclados, como sería el de constituyente de productos ligados: hormigones, morteros, mezclas bituminosas etc.

Su uso, como material no ligado, más habitual, es el de material drenante, siendo también empleado como rellenos localizados o capas de apoyo con alta capacidad drenante.

Las categorías de áridos reciclados que pueden utilizarse para su empleo como rellenos localizados de material drenante son las indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 6.1.- Composición de áridos para rellenos localizados de material drenante

APLICACIONES ADMITIDAS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS	CATEGORÍAS DE ÁRIDOS ADMITIDAS						GRANULOMETRÍA Y ESPECIFICIDADES DEL MATERIAL
	ARHe	ARH	ARMh	ARMc	ARC	ARMa	
Rellenos localizados de material drenante	X	X	X	X			- Granulometría: árido árido grueso, con tamaño máximo 76 mm.

ARTÍCULO 2.6.2.- MATERIALES.

NORMA UNE EN 13242. 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 Reglamento Europeo de productos de construcción N° 305/2011.
- 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.
- Lo dispuesto en el INFORME sobre el contenido de sustancias peligrosas en los productos de construcción, conforme a lo dispuesto en el artículo 67, apartado 1, del Reglamento (UE) n° 305/2011.

ARTÍCULO 2.6.3.- CARACTERÍSTICAS GENERALES.

La exigencia de marcado CE para los áridos gruesos es para cuando se emplean para los distintitos usos recogidos en las normas que regula el Reglamento europeo como son: áridos para hormigón, mezclas bituminosas, áridos ligeros, áridos para mortero, áridos para capas granulares, escolleras y balasto. En los casos indicados en este artículo como áridos drenantes, no se aplica esta certificación. No obstante, a ello, es importante teniendo en cuenta la procedencia de los materiales reciclados, que el fabricante garantice una homogeneidad que asegure la calidad de la unidad de obra en la que se va a emplear la grava, por ello se solicita en esta guía, y para todos los materiales reciclados, algún tipo de certificación voluntaria, como es el certificado de productos no sujetos a marcado CE.

Este material podrá utilizarse siempre que cumplan las prescripciones técnicas de esta guía y dispongan de algún tipo de certificación voluntaria que incluya la documentación que se indica en el capítulo 1 sección 8 de la presente guía.

Esos materiales 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.

ARTÍCULO 2.6.4.- PROCEDENCIA.

El material procederá de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición. Dicha instalación y el gestor correspondiente deberá estar autorizada, por la administración competente, para el tratamiento de estos residuos.

La dirección técnica podrá autorizar la utilización de material reciclado procedente de instalaciones móviles asociadas a la obra, cumpliendo con las reglamentaciones vigentes.

ARTÍCULO 2.6.5.- DESIGNACIÓN

La designación de los productos contendrá la siguiente información:

"Grava"	Granulometría "d/D"	Reciclada de "Origen"
---------	---------------------	-----------------------

Donde:

d/D: tamaño de áridos d/D determinada conforme la UNE EN 933-2

Origen: tipo de origen (sin especificar código LER). En el caso de que el fabricante así lo desee, podrá indicar simplemente RCD.

Ejemplo: Grava 40/80 reciclada de hormigón.

ARTÍCULO 2.6.6.- ESPECIFICACIONES.

Como se ha indicado en el primer apartado, el empleo más solicitado para estos áridos es la de material de alta capacidad drenante, por ello, las condiciones que a continuación se especifican se ajustan, principalmente, a este uso, se fijan condiciones granulométricas para evitar punzonamientos y químicas para impedir ataques químicos.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares indicará, en su caso, las características especiales de grava reciclada a emplear en cada unidad de obra.

En el caso de su empleo como material drenante, las especificaciones que se solicitan para este material son las indicadas a continuación:

ARTÍCULO 2.6.6.1.- Composición

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 la norma UNE EN 933-11.

Se podrán utilizar los siguientes tipos de áridos reciclados contemplados en el Decreto 110/2024:

- ARHe
- ARH
- ARMh
- ARMc

En los casos que la capa drenante sea cubierta por láminas u otros materiales susceptibles de ser punzonados por las gravas, su contenido en material cerámico será inferior al 30% (Rb30-).

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de la obra, podrá especificar otro valor para el uso de cada unidad de obra.

ARTÍCULO 2.6.6.2.- Granulometría.

Las condiciones granulométricas para las gravas como material drenante son las indicadas en la tabla 6.2.

El pasante por el tamiz 0.063 mm será inferior al cinco por ciento (<5%).

TABLA 6.2. – Condiciones granulométricas para gravas como material drenante.

Condiciones de filtro (*)	Generales	F15/d85 (Filtrante /capa a Drenar)	< 5
		F15/d15 (Filtrante /capa a Drenar)	> 5
		F50/d50 (Filtrante /capa a Drenar)	< 25
	En limos y arenas finas	F15	< 1 mm
	En suelos cohesivos	Las condiciones a) y b) son sustituidas por F15	< 0.4 mm
			< 0.1 mm
Sistema previsto de evacuación del agua	Uso con tubos perforados	F85/diámetro del orificio	> 1
	Uso con tubos con justas abiertas	F85/apertura de la junta	> 1.2
	Uso con tubos de hormigón poroso	F85/d15 del árido del tubo	> 0.2
	En drenaje por mechinales	F85/diámetro del mechal	> 1
Coefficiente de uniformidad	En rellenos drenantes localizados	Coefficiente de uniformidad (F60/F10)	< 20
	En drenes ciegos	Coefficiente de uniformidad (F60/F10)	< 4

(*) Los materiales drenantes estarán exentos de cumplir las condiciones de filtro en caso de utilizar un geotextil como elemento de separación y filtro.

ARTÍCULO 2.6.6.3.- Índice de lajas.

En los casos que la capa drenante sea cubierta por láminas u otros materiales susceptibles de ser punzonados por las gravas, su índice de lajas según la norma UNE EN 933-3 será inferior al 35 %.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de la obra, podrá especificar otro valor para el uso de cada unidad de obra.

ARTÍCULO 2.6.6.4.- Desgaste Los Ángeles.

El coeficiente de desgaste los Ángeles, según la UNE EN 1097-2 será inferior a los indicados en la tabla 6.3.

TABLA 6.3. – Categoría del valor máximo del coeficiente de Los Ángeles.

Los Ángeles UNE EN 1097-2	Carga de tráfico igual e inferior a T4	< 50
	Carga de tráfico T2 y T3	< 45

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de la obra, podrá especificar otro valor para el uso de cada unidad de obra.

ARTÍCULO 2.6.6.5.- Características químicas.

Las características químicas exigidas para las gravas para material drenante son las indicadas en la tabla 6.4.

TABLA 6.4. – Especificaciones químicas.

Azufre total (S) UNE EN 1744-1	Materiales en contacto con hormigón	< 0.5%
	En el resto de los casos	1.30 %

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de la obra, podrá especificar otro valor para el uso de cada unidad de obra.

ARTÍCULO 2.6.9.- NORMAS REFERIDAS EN ESTE ARTÍCULO.

Esta guía incorpora referencia a otras publicaciones. Para las referencias sin fecha, se aplica la edición en vigor del documento normativo al que se haga referencia (incluyendo sus modificaciones). Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación:

- 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-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 933-11. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 11 Ensayo de clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados.
- UNE-EN 1744-1 Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico.
- UNE- EN 13242 Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerados hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes.

Sección 7. MATERIALES GRANULARES RECICLADOS TRATADOS CON CEMENTO. SUELOCEMENTO (SCR).

ARTÍCULO 2.7.1.- DEFINICION. CLASIFICACIÓN.

El PG-3 legisla en un solo artículo, el 513, a los dos productos fabricados a partir de materiales tratados con cemento: el suelocemento y la gravacemento, en estos dos casos se tratan materiales naturales, en el suelocemento son suelos granulares y en la gravacemento son áridos preparados en cantera o gravera.

En estas Recomendaciones, en las que los materiales de partida son materiales reciclados, se ha preferido separar los dos productos, en el suelocemento reciclado, (SCR), todo el material de partida es de procedencia reciclada sin embargo en el caso de la gravacemento reciclada, (GCR), el árido grueso es reciclado mientras que el árido fino es de procedencia natural.

Aunque en el articulado se expondrá la fabricación del suelocemento in situ y en central, las características fisicoquímicas de los áridos reciclados, junto con la singularidad del tipo de obras, objeto de estas recomendaciones, aconsejan que la ejecución del suelocemento reciclado sea in situ.

Se define como material tratado con cemento la mezcla homogénea, en las proporciones adecuadas, de material granular, cemento, agua y, eventualmente aditivos, realizada in situ o en central, que convenientemente compactada se utiliza como capa estructural en firmes de viales y obras asimilables, su ejecución incluye las siguientes operaciones:

- Análisis y aprobación de los materiales constituyentes
- 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.
- Fabricación de la mezcla in situ.
 - Preparación de la superficie existente.
 - Disgregación del suelo.
 - Humectación o desecación del suelo.
 - Distribución del cemento.
 - Ejecución de la mezcla.
- Prefisuración (cuando sea necesario).
- Compactación y terminación.
- Curado y protección superficial.

En este artículo el material que se tratará con cemento será un material granular procedente del reciclado de RCD y el producto resultante tras su estabilización se denominará suelocemento reciclado (SCR).

Dependiendo del tamaño máximo del material granular se definen dos tipos de suelocemento reciclado:

- SCR 40. El tamaño máximo del material reciclado es de 40 milímetros.
- SCR 20. El tamaño máximo del material reciclado es de 20 milímetros.

ARTÍCULO 2.7.2.- MATERIALES.

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

- El Reglamento Europeo de productos de construcción N° 305/2011
- 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.

ARTÍCULO 2.7.2.1.- Cemento.

Dos son las características principales que van a condicionar la elección del tipo de cemento para la fabricación del suelocemento con áridos reciclados, la referente a la resistencia a los sulfatos y la que permita un mayor plazo de trabajabilidad:

La presencia de yesos en los residuos de construcción y demolición obliga a que las plantas dispongan de procedimientos de producción que limiten el contenido de sulfatos en los áridos reciclados, pero es muy difícil su total eliminación, por ello salvo que se demuestre que la proporción de sulfatos es muy escasa el tipo de cemento que se empleará en la fabricación de los SCR poseerá la característica adicional de resistencia a los sulfatos.

El cemento más recomendado para conseguir mayores plazos de trabajabilidad son los de resistencia 32.5N, no obstante para no encarecer la fabricación del suelocemento habrá que adaptarse al cemento que exista en las proximidades de la obra, por ello si se desea emplear cementos de mayor resistencia o de característica R, la fórmula de trabajo deberá demostrar que se cumple con los plazos de trabajo exigidos por estas recomendaciones, lo que presumiblemente obligará al empleo de aditivos retardadores

Será de aplicación lo indicado en el artículo 513.2.2 del PG-3.

ARTÍCULO 2.7.2.2.- Materiales granulares reciclados.

ARTÍCULO 2.7.2.2.1.- Características generales.

Los materiales procedentes del reciclado de RCD son muy dependientes de todo el proceso de producción:

- Selección de las materias primas.
- Proceso de fabricación.
- Control de producción.
- Acopios de materiales producidos.

La homogeneidad que se le solicita para garantizar la calidad de la unidad de obra con ellos fabricados requiere un compromiso del productor de estos áridos.

Por ello en estas Recomendaciones:

- *Se exige:*

En el caso de que el material reciclado proceda de una instalación ajena a la obra, que esta pertenezca a un gestor autorizado para el tratamiento de los residuos de construcción y demolición

- *Se recomienda:*

Que el material reciclado posea algún tipo de certificación, como la que se indica en el apartado 1.9.1.1

Los posibles materiales válidos para su empleo, y cumpliendo las especificaciones de este apartado serían:

- *Suelos Reciclados seleccionados*
- *Zahorras artificiales recicladas*

El material reciclado que se vaya a utilizar en el suelocemento será un suelo o zahorra reciclada obtenida por trituración de RCD, en cumplimiento del Acuerdo de Consejo de Ministros de 1 de junio de 2001 por el que se aprueba el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006. El material reciclado estará exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

El material reciclado del suelocemento no será susceptible 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. Por ello, en materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, deberá hacerse un estudio especial sobre su aptitud para ser empleado, que deberá ser aprobado por el Director de las Obras.

ARTÍCULO 2.7.2.2.2.- Procedencia.

El material procederá de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición. Dicha instalación y el gestor correspondiente deberá estar autorizada, por la administración competente, para el tratamiento de estos residuos.

La Dirección Técnica podrá autorizar la utilización de material reciclado procedente de instalaciones móviles asociadas a la obra, cumpliendo con las reglamentaciones vigentes.

ARTÍCULO 2.7.2.2.3.- Composición RCD.

Las categorías de áridos reciclados que pueden utilizarse para su empleo como bases de suelocemento son las indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 7.1.- Composición de áridos para bases de suelocemento

APLICACIONES ADMITIDAS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS	CATEGORÍAS DE ÁRIDOS ADMITIDAS						GRANULOMETRÍA Y ESPECIFICIDADES DEL MATERIAL
	ARHe	ARH	ARMh	ARMc	ARC	ARMa	
Firmes: material granular con ligantes hidráulicos							
Base de suelo-cemento en calzadas y arcenes	X	X	X	X			- Granulometría: árido
							fino, árido grueso, con tamaño máximo 40 mm.
							fino, árido grueso, con tamaño máximo 32 mm.

ARTÍCULO 2.7.2.2.4.- Composición química.

Las especificaciones de las características químicas de los materiales reciclados que se indican en este apartado difieren de las exigidas para los materiales naturales como consecuencia de las diferencias en su composición así:

- *Materia orgánica, hay que tener en cuenta la procedente de los materiales bituminosos.*
- *Sulfatos, la norma UNE EN 1744-1 contempla un método específico para la determinación de los sulfatos de los materiales reciclados de RCD en su apartado 10.2*

Estos materiales reciclados pueden proceder de uno o varios tipos de hormigones y de distintos tipos de materiales cerámicos, es importante conocer su posible reactividad con los álcalis del cemento.

- Materia orgánica

No se utilizarán los materiales que presenten una proporción de materia orgánica, según la UNE 103204, superior al:

- Uno por ciento (1 %).
- Dos por ciento (2 %), en el caso que se deba a la presencia de material bituminoso.

- Contenido de sulfatos

- El contenido en compuestos totales de azufre (S), determinado según la UNE EN 1744-1, será inferior al 1.0 %
- El contenido en sulfatos solubles en ácido (SO₃), determinado según la UNE EN 1744-1, será inferior al 0.8 %

- Reactividad potencial

- El material reciclado será no reactivo
 - o Si la posible reactividad se debe a reacciones álcali-sílice o álcali-silicatos, se debe realizar el ensayo descrito en UNE 146508 EX.
 - o Si la posible reactividad se debe a reacciones álcali-carbonato, se debe realizar el ensayo descrito en UNE 146507-2 EX.

ARTÍCULO 2.7.2.2.5.- Plasticidad.

El límite líquido del material reciclado del suelocemento, según la UNE 103103, deberá ser inferior a treinta (30), y su índice de plasticidad, según la UNE 103104, deberá ser inferior a doce (12).

ARTÍCULO 2.7.2.3.- Agua.

El agua cumplirá las prescripciones del artículo 280 del PG-3.

ARTÍCULO 2.7.2.4.- Aditivos.

Como más adelante se indica, en el apartado 4.5.1, los materiales reciclados presentan una mayor capacidad de absorción de agua que los naturales, por ello si no se toman las medidas solicitadas de saturación previa, esta absorción provocará una disminución de la consistencia del suelocemento y con ello una pérdida de trabajabilidad, es por tanto recomendable el empleo de aditivos retardadores de fraguado ya que como acción secundaria actúan incrementando dicha trabajabilidad.

Será de aplicación lo indicado el apartado 513.2.5 del PG-3.

ARTÍCULO 2.7.3.- TIPO Y COMPOSICION DE LA MEZCLA.

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

La granulometría del material reciclado empleado en la fabricación del suelocemento deberá ajustarse a uno de los husos definidos en la tabla 7.2 El tipo SCR. 20 sólo se podrá emplear en carreteras con categoría de tráfico pesado T3 y T4 y en arcenes.

TABLA 7.2. - Husos granulométricos del material reciclado del suelocemento.

Tipo	Cernido ponderal acumulado (% en masa)									
	Abertura de los tamices UNE-EN 933-2 (mm)									
	54	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,063
SCR. 40	100	80-100	75-100	62-100	53-100	45-89	30-65	20-52	5-37	2-20
SCR. 20	100	100	100	92-100	76-100	63-100	48-100	36-94	18-65	2-35

El contenido mínimo de cemento del suelocemento será tal que permita la consecución de las resistencias indicadas en la tabla 7.3 En cualquier caso dicho contenido no será inferior al tres por ciento (3%) en masa, respecto del total del material reciclado en seco.

TABLA 7.3. - Resistencia media (*) a compresión a siete días (7 d), según la UNE EN 13286-41, (MPa).

MATERIAL	ZONA	Mínima	Máxima
SUELOCEMENTO	Calzadas y arcenes	2,5	4,5

(*) 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 3.9.2.1.

Las probetas se compactarán según la UNE EN 13286-51, con la energía que proporcione la densidad mínima requerida en el apartado 3.7.1 y nunca con una energía mayor.

En el caso de emplearse cementos para usos especiales (ESP VI-1) los valores de la tabla 19 se podrán disminuir en un quince por ciento (15%).

El periodo de trabajabilidad de una mezcla con cemento, determinado a la temperatura máxima esperada durante la puesta en obra (norma UNE-EN 13286-45), no deberá ser inferior al indicado en la tabla 7.4 En el supuesto de la puesta en obra por franjas, el material resultante deberá tener un periodo 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 7.4. – Plazo mínimo de trabajabilidad (tpm).

TIPO DE EJECUCION	tpm (minutos)
ANCHURA COMPLETA	180
POR FRANJAS	240

ARTÍCULO 2.7.15.- NORMAS REFERIDAS EN ESTE ARTÍCULO

- 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 103503 Determinación "in situ" de la densidad de un suelo por el método de la arena.
- 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 932-3 Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 3: Procedimiento y terminología para la descripción petrográfica simplificada.
- UNE-EN 933-1 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Método 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 932-3 Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 3: Procedimiento y terminología para la descripción petrográfica simplificada.
- 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 933-11 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 11: Ensayo de clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados.
- 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.
- UNE-EN 13242 Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerados hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes.
- UNE-EN 13286-2 Mezclas de áridos sin ligante y con conglomerante hidráulico. Parte 2: Métodos de ensayo para la determinación en laboratorio de la densidad de referencia y el contenido en agua. Compactación Proctor.
- UNE-EN 13286-41 Mezclas de áridos sin ligante y con conglomerante hidráulico. Parte 41: Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de las mezclas de áridos con conglomerante hidráulico.
- UNE-EN 13286-45 Mezclas de áridos sin ligante y con conglomerante hidráulico. Parte 45: Método de ensayo para la determinación del periodo de trabajabilidad.
- UNE-EN 13286-51 Mezclas de áridos sin ligante y con conglomerante hidráulico. Parte 51: Métodos de elaboración de probetas de mezclas con conglomerante hidráulico utilizando martillo vibratorio de compactación

Sección 8. MATERIALES GRANULARES RECICLADOS TRATADOS CON CEMENTO. GRAVACIMIENTO (GCR).

ARTÍCULO 2.8.1.- DEFINICION. CLASIFICACIÓN.

Se define la gravacimento 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 gravacimento con áridos gruesos reciclados (GCR 32 y GCR 20).

ARTÍCULO 2.8.2.- MATERIALES.

NORMA UNE EN 13242:2003+A1:2008

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 Reglamento Europeo de productos de construcción N° 305/2011
- 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.

ARTÍCULO 2.8.2.1.- Cemento.

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.2.2 del PG-3.

ARTÍCULO 2.8.2.2.- Áridos.

ARTÍCULO 2.8.2.2.1.- Características generales.

Las categorías de áridos reciclados que pueden utilizarse para su empleo como bases de gravacemento son las indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 8.1.- Composición de áridos para bases de gravacemento

APLICACIONES ADMITIDAS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS	CATEGORÍAS DE ÁRIDOS ADMITIDAS						GRANULOMETRÍA Y ESPECIFICIDADES DEL MATERIAL
	ARHe	ARH	ARMh	ARMc	ARC	ARMa	
Firmes: material granular con ligantes hidráulicos							
Base de grava-cemento en calzadas y arcones	X	X	X	X		X	- Granulometría: árido fino, árido grueso, con tamaño máximo 32 mm.

El árido de la gravacemento, no será susceptible a ningún tipo de meteorización o alteración fisicoquímica apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Se deberá garantizar tanto la durabilidad a largo plazo, como que no originen, con el agua, disoluciones que provoquen daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua. Por ello, en materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, deberá hacerse un estudio especial sobre su aptitud para ser empleado, que deberá ser aprobado por el Director de las Obras.

El gestor de valorización de estos materiales reciclados garantizará que no posean sustancias incompatibles para su empleo como áridos para construcción, lo que queda implícitamente recogido en las certificaciones que estas Recomendaciones exigen, como es el marcado CE, para los áridos recogidos en el Reglamento de productos para la construcción, o un certificado de productos no sujetos a marcado CE.

ARTÍCULO 2.8.2.2.2.- Composición química.

El contenido ponderal en azufre total (expresado en S) y de sulfatos solubles en ácido (expresados en SO₃), del árido de la gravacemento (norma UNE-EN 1744-1) no será superior al uno por ciento ($S < 1\%$) ni a ocho décimas porcentuales (SO₃ < 0,8%), respectivamente.

Si en la descripción petrográfica (norma UNE-EN 932-3) se apreciara presencia de pirrotina en el árido para la gravacemento, el contenido ponderal en azufre total (S) deberá limitarse a cuatro décimas porcentuales (< 0,4%).

Si en el árido para gravacemento se detectara la presencia de sustancias orgánicas, de acuerdo con el apartado 15.1 de la norma UNE-EN 1744-1, se determinará su efecto sobre el tiempo de fraguado y la resistencia a compresión, de conformidad con el apartado 15.3 de esa norma. El mortero preparado con estos áridos deberá cumplir simultáneamente que:

- El aumento de tiempo de fraguado de las muestras de ensayo de mortero sea inferior a ciento veinte minutos (< 120 min).
- La disminución de resistencia a la compresión de las muestras de ensayo de mortero a los veintiocho días (28 d) sea inferior al veinte por ciento (< 20%).

El árido de la gravacemento no presentará reactividad potencial con los álcalis del cemento. Con materiales sobre los que no exista suficiente experiencia en su comportamiento en mezclas con cemento y que por su naturaleza petrográfica puedan tener constitutivos reactivos con los álcalis, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o el Director de las Obras, podrá exigir que se lleve a cabo un estudio específico sobre la reactividad potencial de los áridos, que definirá su aptitud de uso, siguiendo los criterios establecidos a estos efectos en el apartado 28.7.6 de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

ARTÍCULO 2.8.2.2.3.- 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.

ARTÍCULO 2.8.2.2.3.1.- Requisitos geométricos.

ARTÍCULO 2.8.2.2.3.1.1.- 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 7.2.

TABLA 8.2. – Categoría para los valores máximos del índice de lajas.

Tipo de capa	Categoría de tráfico pesado	Índice de lajas	Categoría (FI)
Calzada	T2	≤ 30	FI35
	T3 y T4	≤ 35	
Arcenes	T2 a T4	≤ 40	

ARTÍCULO 2.8.2.2.3.1.2.- 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 8.3.

TABLA 8.3. – categoría de los porcentajes de partículas total y parcialmente trituradas y de partículas totalmente redondeadas en los áridos gruesos.

Partículas trituradas.		CATEGORÍA DE TRÁFICO	
		T2	T3-T4
Partículas total y parcialmente trituradas (%)	CALZADA	≥ 50	≥ 30
	ARCEN	≥ 30	
Partículas totalmente redondeadas (%)	CALZADA	≤ 10	≤ 30
	ARCEN	≤ 30	

ARTÍCULO 2.8.2.2.3.2.- 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.

Los coeficientes de desgaste los Ángeles, no deberán de superar las categorías indicadas en la tabla número 8.4.

TABLA 8.4. – Categoría del valor máximo del coeficiente de los ángeles.

Desgaste los Ángeles	CATEGORÍA DE TRÁFICO	
	T2	T3-T4
CALZADA	≤ 35	≤ 40
ARCEN	≤ 40	

ARTÍCULO 2.8.2.2.4.- Árido fino.

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

ARTÍCULO 2.8.2.2.4.1.- Plasticidad.

El árido fino será no plástico, para categoría de tráfico pesado T2, según UNE 103103 y UNE 103104. Para categorías de tráfico pesado T3 y T4, se cumplirá simultáneamente, límite líquido, según UNE 103103, inferior a 25 ($LL < 25$) e índice de plasticidad inferior a seis ($IP < 6$).

ARTÍCULO 2.8.2.2.4.2.- Equivalente de arena

El equivalente de arena (SE4), según el Anexo A de la UNE-EN 933-8 para la fracción 0/4 según las proporciones fijadas por la fórmula de trabajo, deberá ser superior a cuarenta (40), para la gravacemiento tipo GCR 20, y a treinta y cinco (35), para la gravacemiento tipo GCR 32. De no cumplirse estas condiciones, su valor de azul de metileno, según el Anexo A de la norma UNE-EN 933-9, deberá ser inferior a diez gramos por kilogramos ($MBF < 10 \text{ g/kg}$) y, simultáneamente, el equivalente de arena (SE4) deberá ser superior a treinta (> 30) para ambos tipos.

ARTÍCULO 2.8.2.3.- Agua.

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

ARTÍCULO 2.8.2.4.- Aditivos.

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.2.5 del PG-3.

ARTÍCULO 2.8.3.- 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 8.5. El tipo GCR 32 sólo se podrá emplear en carreteras con categoría de tráfico pesado T3 y T4 y en arcenes, en sustitución del suelocemiento SC40.

TABLA 8.5. – Husos granulométricos del árido de la gravacemiento.

GCR	Abertura de tamices UNE-EN 933-2 (mm)								
	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,063
GCR 32	100	88-100	67-91	52-77	38-63	25-48	16-37	6-21	1-7
GCR 20		100	80-100	62-84	44-68	28-51	19-39	7-22	1-7

El contenido mínimo de cemento será tal que permita la consecución de las resistencias indicadas en la tabla 8.6. 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 8.6. - Resistencia media (*) a compresión a siete días (7 d), según la UNE-EN 13286-41, (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.

Las probetas se compactarán (UNE-EN 13286-51) con la energía que proporcione la densidad mínima requerida en el epígrafe 2.7.1 y nunca con una energía mayor. En el caso de emplearse cementos para usos especiales (ESP VI-1) los valores de la Tabla 26 se podrán disminuir en un quince por ciento (15%).

El periodo de trabajabilidad de una mezcla con cemento, determinado a la temperatura máxima esperada durante la puesta en obra (norma UNE-EN 13286-45), no deberá ser inferior al indicado en la Tabla 8.7 En el supuesto de la puesta en obra por franjas, el material resultante deberá tener un periodo 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 8.7. – Plazo mínimo de trabajabilidad (Wpc).

TIPO DE EJECUCIÓN	Wpc (horas)
Anchura completa	3
Por franjas	4

El espesor de la capa será el adecuado para que, con los medios disponibles, se obtenga en toda la capa las características deseadas y el grado de compactación exigido y en cualquier caso no será inferior a los veinte centímetros (< 20 cm).

ARTÍCULO 2.8.13.- NORMAS REFERIDAS EN ESTE ARTÍCULO.

- UNE 7133 Determinación de terrones de arcilla en áridos para la fabricación de morteros y hormigones.
- 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 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-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 932-3 Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 3: Procedimiento y terminología para la descripción petrográfica simplificada.
- UNE-EN 933-1 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Método 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 932-3 Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 3: Procedimiento y terminología para la descripción petrográfica simplificada.
- 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 933-11. Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 11 Ensayo de clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados.
- 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.
- UNE-EN 13242 Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerados hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes.
- UNE-EN 13286-2 Mezclas de áridos sin ligante y con conglomerante hidráulico. Parte 2: Métodos de ensayo para la determinación en laboratorio de la densidad de referencia y el contenido en agua. Compactación Proctor.
- UNE-EN 13286-41 Mezclas de áridos sin ligante y con conglomerante hidráulico. Parte 41: Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de las mezclas de áridos con conglomerante hidráulico.
- UNE-EN 13286-45 Mezclas de áridos sin ligante y con conglomerante hidráulico. Parte 45: Método de ensayo para la determinación del periodo de trabajabilidad.

- UNE-EN 13286-51 Mezclas de áridos sin ligante y con conglomerante hidráulico. Parte 51: Métodos de elaboración de probetas de mezclas con conglomerante hidráulico utilizando martillo vibratorio de compactación.

Sección 9. MATERIALES GRANULARES TRATADOS CON CEMENTO. BASE DE HORMIGÓN DE CARRETERAS (BHR).

ARTÍCULO 2.9.1.- DEFINICION. CLASIFICACIÓN.

Se define como Base de hormigón con áridos gruesos reciclados (en adelante BHR), la mezcla homogénea de áridos procedentes de la trituración exclusiva de hormigones, cemento, agua y aditivos, empleada en capas de base bajo pavimento de hormigón, que se pone en obra con una consistencia tal que requiere el empleo de vibradores internos para su compactación.

La ejecución de la BHR incluye las siguientes operaciones:

- Estudio y obtención de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la superficie de asiento.
- Fabricación del hormigón.
- Transporte del hormigón.
- Colocación de elementos de guía y acondicionamiento de los caminos de rodadura para la pavimentadora.
- Puesta en obra del hormigón.
- Protección y curado del hormigón fresco.

ARTÍCULO 2.9.2.- MATERIALES.

NORMA UNE EN 13242:2003+A1:2008

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 Reglamento Europeo de productos de construcción N° 305/2011
- 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.

ARTÍCULO 2.9.2.1.- Cemento.

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.2.2 del PG-3.

ARTÍCULO 2.9.2.2.- Áridos.

ARTÍCULO 2.9.2.2.1.- Características generales.

Las categorías de áridos reciclados que pueden utilizarse para su empleo como bases de hormigón son las indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 9.1.- Composición de áridos para base de hormigón de carreteras

APLICACIONES ADMITIDAS DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS ⁽¹⁾	CATEGORÍAS DE ÁRIDOS ADMITIDAS						GRANULOMETRÍA Y ESPECIFICIDADES DEL MATERIAL
	ARHe	ARH	ARMh	ARMc	ARC	ARMa	
Hormigón							
Hormigón No Estructural para aceras, bordillos y de relleno	X	X	X				- Granulometría: árido grueso
							- Límite de sustitución por árido reciclado: 100%.
							- Tipo de material a sustituir: áridos de (HNE) con $f_{ck} \leq 20\text{MPa}$.
							- Granulometría: árido grueso.
							- Límite de sustitución por árido reciclado: 100%.
							- Tipo de material a sustituir: áridos de hormigón « <i>in situ</i> » para cunetas con $f_{ck} > 20\text{MPa}$.
Hormigón « <i>in situ</i> » para cunetas y barreras de seguridad	X	X	X				

El árido de la BHR, no será susceptible a ningún tipo de meteorización o alteración fisicoquímica apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Se deberá garantizar tanto la durabilidad a largo plazo, como que no originen, con el agua, disoluciones que provoquen daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua. Por ello, en materiales en los que, por su naturaleza, no exista

suficiente experiencia sobre su comportamiento, deberá hacerse un estudio especial sobre su aptitud para ser empleado, que deberá ser aprobado por el Director de las Obras.

El gestor de valorización de estos materiales reciclados garantizará que no posean sustancias incompatibles para su empleo como áridos para construcción, lo que queda implícitamente recogido en las certificaciones que estas Recomendaciones exigen, como es el marcado CE, para los áridos recogidos en el Reglamento de productos para la construcción, o un certificado de productos no sujetos a marcado CE.

ARTÍCULO 2.8.2.2.2.- Composición química.

El contenido ponderal en azufre total (expresado en S) y de sulfatos solubles en ácido (expresados en SO₃), del árido de la gravacemento (norma UNE-EN 1744-1) no será superior al uno por ciento (SO₃ < 1%) ni a ocho décimas porcentuales (SO₃ < 0,8%), respectivamente.

Si en la descripción petrográfica (norma UNE-EN 932-3) se apreciara presencia de pirrotina en el árido para la gravacemento, el contenido ponderal en azufre total (S) deberá limitarse a cuatro décimas porcentuales (< 0,4%).

Si en el árido para la BHR se detectara la presencia de sustancias orgánicas, de acuerdo con el apartado 15.1 de la norma UNE-EN 1744-1, se determinará su efecto sobre el tiempo de fraguado y la resistencia a compresión, de conformidad con el apartado 15.3 de esa norma. El mortero preparado con estos áridos deberá cumplir simultáneamente que:

- El aumento de tiempo de fraguado de las muestras de ensayo de mortero sea inferior a ciento veinte minutos (< 120 min).
- La disminución de resistencia a la compresión de las muestras de ensayo de mortero a los veintiocho días (28 d) sea inferior al veinte por ciento (< 20%).

El árido de la BHR no presentará reactividad potencial con los álcalis del cemento. Con materiales sobre los que no exista suficiente experiencia en su comportamiento en mezclas con cemento y que por su naturaleza petrográfica puedan tener constitutivos reactivos con los álcalis, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o el Director de las Obras, podrá exigir que se lleve a cabo un estudio específico sobre la reactividad potencial de los áridos, que definirá su aptitud de uso, siguiendo los criterios establecidos a estos efectos en el apartado 28.7.6 de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

ARTÍCULO 2.9.2.2.3.- 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.

ARTÍCULO 2.9.2.2.3.1.- Requisitos geométricos.

ARTÍCULO 2.9.2.2.3.1.1.- 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 9.1.

TABLA 9.1. – Categoría para los valores máximos del índice de lajas.

Tipo de capa	Categoría de tráfico pesado	Índice de lajas	Categoría (FI)
Calzada	T2	≤ 30	FI30
	T3 y T4	≤ 35	FI35
Arcenes	T2 a T4	≤ 40	FI40

ARTÍCULO 2.9.2.2.3.1.2.- 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 9.2.

TABLA 9.2. – categoría de los porcentajes de partículas total y parcialmente trituradas y de partículas totalmente redondeadas en los áridos gruesos.

Partículas trituradas.		CATEGORÍA DE TRÁFICO	
		T2	T3-T4
Partículas total y parcialmente trituradas (%)	CALZADA	≥ 50	≥ 30
	ARCEN	≥ 30	
Partículas totalmente redondeadas (%)	CALZADA	≤ 10	≤ 30
	ARCEN	≤ 30	

ARTÍCULO 2.9.2.2.3.2.- 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.

Los coeficientes de desgaste los Ángeles, no deberán de superar las categorías indicadas en la tabla número 9.3.

TABLA 9.3. – Categoría del valor máximo del coeficiente de los ángeles.

Desgaste los Ángeles	CATEGORÍA DE TRÁFICO	
	T2	T3-T4
CALZADA	≤ 35	≤ 40
ARCEN	≤ 40	

ARTÍCULO 2.9.2.2.4.- Árido fino.

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

ARTÍCULO 2.9.2.2.4.1.- Plasticidad.

El árido fino será no plástico, para categoría de tráfico pesado T2, según UNE 103103 y UNE 103104. Para categorías de tráfico pesado T3 y T4, se cumplirá simultáneamente, límite líquido, según UNE 103103, inferior a 25 ($LL < 25$) e índice de plasticidad inferior a seis ($IP < 6$).

ARTÍCULO 2.9.2.2.4.2.- Equivalente de arena.

El equivalente de arena (SE4), según el Anexo A de la UNE-EN 933-8 para la fracción 0/4 según las proporciones fijadas por la fórmula de trabajo, deberá ser superior a cuarenta (40), para la gravacemiento tipo GCR 20, y a treinta y cinco (35), para la gravacemiento tipo GCR 32. De no cumplirse estas condiciones, su valor de azul de metileno, según el Anexo A de la norma UNE-EN 933-9, deberá ser inferior a diez gramos por kilogramos ($MBF < 10 \text{ g/kg}$) y, simultáneamente, el equivalente de arena (SE4) deberá ser superior a treinta (> 30) para ambos tipos.

ARTÍCULO 2.9.2.3.- Agua.

Será de aplicación lo indicado en el apartado 551.2.3 del PG-3.

ARTÍCULO 2.9.2.4.- Aditivos.

Será de aplicación lo indicado en el apartado 551.2.5 del PG-3.

ARTÍCULO 2.9.2.5.- Productos filmógenos de curado.

Será de aplicación lo indicado en el apartado 551.2.6 del PG-3.

ARTÍCULO 2.9.3.- TIPO Y COMPOSICIÓN DEL BHR.

La resistencia característica a compresión del BHR, determinada sobre probetas cilíndricas de quince centímetros (15 cm) de diámetro y treinta centímetros (30 cm) de

altura, fabricada y conservada de conformidad con la norma UNE-EN 12390-2 y ensayada a 28 días de edad (norma UNE-EN 12390-3) no será inferior a doce con cinco megapascuales ($> 12,5$ MPa).

El proyecto o en su defecto el Director de la obra fijará la consistencia, y los límites admisibles de sus resultados, del hormigón según lo indicado en la norma UNE-EN 12350-2 pudiendo también especificar otros procedimientos alternativos de determinación.

La masa unitaria del total de partículas cernidas por el tamiz 0,125 mm (norma UNE-EN 933-2), incluyendo el cemento, no será inferior a doscientos cincuenta kilogramos por metro cúbico del BHR.

El contenido mínimo de cemento será el que permita la consecución de una resistencia mínima media a compresión, determinada según la norma UNE EN 12390-3, de 12,5 MPa a la edad de 28 días, entendiéndose por resistencia media la media aritmética de los resultados obtenidos al menos sobre tres (3) probetas de la misma amasada.

El Pliego particular de la obra podrá indicar otras resistencias para el hormigón compactado.

ARTÍCULO 2.9.11.- NORMAS REFERIDAS EN ESTE ARTÍCULO.

Las normas recogidas en este artículo podrán ser sustituidas por otras de las utilizadas en cualquiera de los otros Estados miembros de la Unión Europea, o que sean parte del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, y en aquellos Estados que tengan un acuerdo de asociación aduanera con la Unión Europea, siempre que se demuestre que poseen idénticas especificaciones técnicas.

- UNE 83299 Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Productos de curado para morteros y hormigones. Determinación de la pérdida de agua por evaporación.
- 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 932-3 Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 3: Procedimiento y terminología para la descripción petrográfica simplificada.
- UNE-EN 933-1 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Método 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 933-8 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.
- UNE-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.
- UNE-EN 934-2 Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado.
- 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.
- UNE-EN 1744-3 Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 3: Preparación de eluatos por lixiviación de áridos.
- UNE-EN 12350-2 Ensayos de hormigón fresco. Parte 2: Ensayo de asentamiento.
- UNE-EN 12350-7 Ensayos de hormigón fresco. Parte 7: Determinación del contenido de aire. Métodos de presión.
- UNE-EN 12390-2 Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia.
- UNE-EN 12390-3 Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas.
- UNE-EN 12504-1 Ensayos de hormigón en estructuras. Parte 1: Testigos. Extracción, examen y ensayo a compresión.

Sección 10. AUTOCONSUMO

Esta sección constituye los criterios a seguir para el control de los materiales denominados de “autoconsumo”.

Se consideran materiales de autoconsumo, aquellos que se obtengan y se utilicen en una obra, durante un plazo definido de tiempo por la misma empresa ejecutora de la obra, en una instalación no permanente o móvil, siempre que no exista una transacción comercial con terceros.

En dicho caso, los materiales no tendrán la obligación de poseer un certificado emitido por terceros (ya sea de marcado CE o de otro tipo).

El constructor realizará los ensayos establecidos en la presente guía en un laboratorio propio o contratado que no precisa estar acreditado por ENAC.

Si la producción incluye varios productos con características intrínsecas al material, no influidas por el proceso de producción, se realizará un único ensayo de dichas características que será válido para todos los productos.

En las propiedades intrínsecas del árido que sean comunes a varias aplicaciones, sólo será necesario realizar el ensayo una vez. En las propiedades que tengan relación con el proceso de preparación, será necesario realizar el ensayo para cada aplicación específica.

El fabricante será responsable de que el laboratorio de autocontrol (propio o contratado) cuente con los equipos, medios, personal, calibración, etc. adecuados para la realización de los ensayos que se precisen, realizados según norma.

En estos casos el Proyecto o en su caso, la Dirección de Obra, decidirá la conveniencia de realizar una visita de inspección de la instalación, por el Laboratorio de control y la Dirección de la Obra, de acuerdo con los criterios y fichas de inspección elaboradas por administración competente correspondiente.

Tras la cual se documentará:

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

Sección 11. DOCUMENTACIÓN DE SUMINISTRO Y CONTROL.

Los modelos de documentación son los siguientes:

ARTÍCULO 2.11.1.- DOCUMENTOS QUE GARANTICEN QUE EL PRODUCTOR ES UN GESTOR AUTORIZADO.

El modelo donde el productor declara que es Gestor autorizado para la valorización de residuos de la construcción y demolición es el siguiente:

LOGOTIPO EMPRESA	REQUISITOS ADMINISTRATIVOS GESTOR AUTORIZADO
Nombre de la empresa: Dirección: Gestor autorizado número: 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 Castilla y León para la valorización de residuos de la construcción y demolición Sin otro particular, le saluda atentamente.	
Fdo: Cargo: Sello:	

ARTÍCULO 2.11.2.- DOCUMENTOS MARCADO CE.

En el caso de las zahorras, es obligado de 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 prestaciones

- Certificado de Conformidad del Control de Producción en Fábrica del Organismo Notificado.

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

ARTÍCULO 2.11.3.- CERTIFICADO DE GARANTÍA DEL FABRICANTE.

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

LOGOTIPO EMPRESA	CERTIFICADO DE GARANTÍA DE ÁRIDOS RECICLADOS								
Nombre de la empresa: Dirección:									
Ciente: Nombre del cliente Obra: Nombre de la obra									
XXX a, xx de xxxxx de 20xx									
En referencia a los suministros efectuados a su obra, del siguiente producto:									
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="width: 80%; text-align: center;"><i>Designación</i></td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> </tr> </table>		<i>Designación</i>							
<i>Designación</i>									
Fabricado en nuestro centro de producción sito en:									
Dirección del centro de producción									
Adjuntamos la siguiente documentación de garantía de calidad:									
<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th colspan="2">Producto con Marcado CE</th> </tr> <tr> <td>Declaración de Prestaciones</td> <td style="text-align: center;">☐</td> </tr> <tr> <td>Etiqueta CE completa</td> <td style="text-align: center;">☐</td> </tr> <tr> <td>Certificado de Conformidad del Control de Producción en Fábrica del Organismo Notificado.</td> <td style="text-align: center;">☐</td> </tr> </table>		Producto con Marcado CE		Declaración de Prestaciones	☐	Etiqueta CE completa	☐	Certificado de Conformidad del Control de Producción en Fábrica del Organismo Notificado.	☐
Producto con Marcado CE									
Declaración de Prestaciones	☐								
Etiqueta CE completa	☐								
Certificado de Conformidad del Control de Producción en Fábrica del Organismo Notificado.	☐								
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:									

ARTÍCULO 2.11.4.- CERTIFICADO DE SUMINISTRO DEL FABRICANTE

El suministrador del árido reciclado 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.

LOGOTIPO EMPRESA	CERTIFICADO DE SUMINISTRO DE ÁRIDOS RECICLADOS												
Nombre de la empresa: Nombre y cargo del responsable de suministro: Dirección (Nombre, domicilio, teléfono/fax, CIF, NIF):													
XXX a, xx de xxxxx de 20xx													
Certifico Que hasta la fecha presente, se han entregado a:													
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center;">Cliente</td> <td style="text-align: center;">Nombre del cliente</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Obra</td> <td style="text-align: center;">Nombre de la obra</td> </tr> </table>		Cliente	Nombre del cliente	Obra	Nombre de la obra								
Cliente	Nombre del cliente												
Obra	Nombre de la obra												
Los suministros que a continuación se detalla:													
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">Identificación del producto o material</th> <th style="width: 40%;">Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		Identificación del producto o material	Cantidad										
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:													

Sección 12. FICHAS DE CARACTERIZACIÓN.

Sello de marcado CE: AGESMA o cualquier otro equivalente	N° de Certificado: 1377/2019 (se adjunta copia de dicho certificado)																																												
Nombre del Fabricante Dirección del Fabricante																																													
Denominación: Zahorra artificial reciclada de hormigón Tipo de material: Árido para capas granulares Uso previsto: Firmes de carreteras, vías ciclistas y peatonales, relleno de zanjas ZARHor																																													
Composición: UNE-EN 933-11	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 25%;">Rc + Ru+Rg</th> <th style="width: 25%;">Rg</th> <th style="width: 25%;">X</th> <th style="width: 25%;">FL</th> </tr> <tr> <td>≥ 90%</td> <td>≤ 2%</td> <td>< 1%</td> <td><1 cm³/kg</td> </tr> </table>		Rc + Ru+Rg	Rg	X	FL	≥ 90%	≤ 2%	< 1%	<1 cm ³ /kg																																			
Rc + Ru+Rg	Rg	X	FL																																										
≥ 90%	≤ 2%	< 1%	<1 cm ³ /kg																																										
Granulometría: UNE-EN 933-1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th rowspan="2" style="width: 10%;">Tipo</th> <th colspan="10">Apertura de los tamices UNE-EN 933-2 (mm)</th> </tr> <tr> <th>40</th> <th>32</th> <th>20</th> <th>12,5</th> <th>8</th> <th>4</th> <th>2</th> <th>0,5</th> <th>0,25</th> <th>0,063</th> </tr> <tr> <td>0/32</td> <td>100</td> <td>88-100</td> <td>65-90</td> <td>52-76</td> <td>40-63</td> <td>26-45</td> <td>15-32</td> <td>7-21</td> <td>4-16</td> <td>0-9</td> </tr> <tr> <td>0/20</td> <td></td> <td>100</td> <td>75-100</td> <td>60-86</td> <td>45-73</td> <td>31-54</td> <td>20-40</td> <td>9-24</td> <td>5-18</td> <td>0-9</td> </tr> </table>		Tipo	Apertura de los tamices UNE-EN 933-2 (mm)										40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,25	0,063	0/32	100	88-100	65-90	52-76	40-63	26-45	15-32	7-21	4-16	0-9	0/20		100	75-100	60-86	45-73	31-54	20-40	9-24	5-18	0-9
Tipo	Apertura de los tamices UNE-EN 933-2 (mm)																																												
	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,25	0,063																																			
0/32	100	88-100	65-90	52-76	40-63	26-45	15-32	7-21	4-16	0-9																																			
0/20		100	75-100	60-86	45-73	31-54	20-40	9-24	5-18	0-9																																			
Contaminantes orgánicos UNE-EN 1744-1. Apdo. 15.3	Más claro que hormigón																																												
Compuestos totales de azufre: UNE-EN 1744-1. Apdo. 11	S < 1,8%																																												
Contenido en Sales Solubles en agua: UNE-EN 1744-1. Apdo. 10.2	SO ₄ < 0,7%																																												
Índice de lajas UNE-EN 933-3	FI < 35																																												
Partículas trituradas: UNE-EN 933-5	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th rowspan="2" style="width: 60%;">Partículas trituradas</th> <th colspan="2">Categoría de tráfico</th> </tr> <tr> <th style="width: 20%;">T2</th> <th style="width: 20%;">T3-T4</th> </tr> <tr> <td>Partículas total y parcialmente trituradas (%)</td> <td>> 70</td> <td>> 50</td> </tr> <tr> <td>Partículas totalmente redondeadas (%)</td> <td colspan="2">< 10</td> </tr> </table>		Partículas trituradas	Categoría de tráfico		T2	T3-T4	Partículas total y parcialmente trituradas (%)	> 70	> 50	Partículas totalmente redondeadas (%)	< 10																																	
Partículas trituradas	Categoría de tráfico																																												
	T2	T3-T4																																											
Partículas total y parcialmente trituradas (%)	> 70	> 50																																											
Partículas totalmente redondeadas (%)	< 10																																												
Resistencia a la fragmentación UNE-EN 1097-2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th rowspan="2" style="width: 20%;">Coeficiente de los Ángeles</th> <th colspan="3">Categoría tráfico</th> </tr> <tr> <th style="width: 33%;">T2</th> <th style="width: 33%;">T3</th> <th style="width: 33%;">T4</th> </tr> <tr> <td></td> <td>≤ 35 (LA₃₅)</td> <td>≤ 40 (LA₄₀)</td> <td>≤ 45 (LA₄₅)</td> </tr> </table>		Coeficiente de los Ángeles	Categoría tráfico			T2	T3	T4		≤ 35 (LA ₃₅)	≤ 40 (LA ₄₀)	≤ 45 (LA ₄₅)																																
Coeficiente de los Ángeles	Categoría tráfico																																												
	T2	T3	T4																																										
	≤ 35 (LA ₃₅)	≤ 40 (LA ₄₀)	≤ 45 (LA ₄₅)																																										
Índice CBR UNE 103502	> 40																																												
Plasticidad: UNE 103103 / UNE 103104	No plásticas																																												
Equivalente de arena: UNE-EN 933-8	EA >35																																												
Pérdida de masa en el ensayo de sulfato de magnesio: UNE-EN 1367-2	≤ 18%																																												

Sello de marcado CE, AGESMA o cualquier otro equivalente	Nº de Certificado: 1377/2019 (se adjunta copia de dicho certificado)																																													
Nombre del Fabricante Dirección del Fabricante																																														
Denominación: Zahorra artificial reciclada mixta de RCD Tipo de material: Árido para capas granulares Uso previsto: Firmes de carreteras, vías ciclistas y peatonales, relleno de zanjas ZARM																																														
Composición: UNE-EN 933-1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 25%;">Rc + Ru+Ra</th> <th style="width: 25%;">Rc+Ru</th> <th style="width: 25%;">X</th> <th style="width: 25%;">FL</th> </tr> <tr> <td>≥ 70%</td> <td>≥ 55%</td> <td>< 1%</td> <td>< 1 cm³/kg</td> </tr> </table>		Rc + Ru+Ra	Rc+Ru	X	FL	≥ 70%	≥ 55%	< 1%	< 1 cm ³ /kg																																				
Rc + Ru+Ra	Rc+Ru	X	FL																																											
≥ 70%	≥ 55%	< 1%	< 1 cm ³ /kg																																											
Granulometría: UNE-EN 933-1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 10%;">Tipo</th> <th colspan="10">Apertura de los tamices UNE-EN 933-2 (mm)</th> </tr> <tr> <td>0/32</td> <td>40</td> <td>32</td> <td>20</td> <td>12,5</td> <td>8</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>0,5</td> <td>0,25</td> <td>0,063</td> </tr> <tr> <td>0/20</td> <td>100</td> <td>88-100</td> <td>65-90</td> <td>52-76</td> <td>40-63</td> <td>26-45</td> <td>15-32</td> <td>7-21</td> <td>4-16</td> <td>0-9</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>100</td> <td>75-100</td> <td>60-86</td> <td>45-73</td> <td>31-54</td> <td>20-40</td> <td>9-24</td> <td>5-18</td> <td>0-9</td> </tr> </table>		Tipo	Apertura de los tamices UNE-EN 933-2 (mm)										0/32	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,25	0,063	0/20	100	88-100	65-90	52-76	40-63	26-45	15-32	7-21	4-16	0-9			100	75-100	60-86	45-73	31-54	20-40	9-24	5-18	0-9
Tipo	Apertura de los tamices UNE-EN 933-2 (mm)																																													
0/32	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,25	0,063																																				
0/20	100	88-100	65-90	52-76	40-63	26-45	15-32	7-21	4-16	0-9																																				
		100	75-100	60-86	45-73	31-54	20-40	9-24	5-18	0-9																																				
Contaminantes orgánicos UNE-EN 1744-1. Apdo. 15.3	Más claro que hormigón																																													
Compuestos totales de azufre: UNE-EN 1744-1. Apdo. 11	S < 1,8%																																													
Contenido en Sales Solubles en agua: UNE-EN 1744-1. Apdo. 10.2	SO ₄ < 0,7%																																													
Índice de lajas UNE-EN 933-3	FI < 35																																													
Partículas trituradas: UNE-EN 933-5	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 60%;">Partículas trituradas</th> <th colspan="2">Categoría de tráfico</th> </tr> <tr> <td></td> <th style="width: 20%;">T2</th> <th style="width: 20%;">T3-T4</th> </tr> <tr> <td>Partículas total y parcialmente trituradas (%)</td> <td>> 70</td> <td>> 50</td> </tr> <tr> <td>Partículas totalmente redondeadas (%)</td> <td colspan="2">< 10</td> </tr> </table>		Partículas trituradas	Categoría de tráfico			T2	T3-T4	Partículas total y parcialmente trituradas (%)	> 70	> 50	Partículas totalmente redondeadas (%)	< 10																																	
Partículas trituradas	Categoría de tráfico																																													
	T2	T3-T4																																												
Partículas total y parcialmente trituradas (%)	> 70	> 50																																												
Partículas totalmente redondeadas (%)	< 10																																													
Resistencia a la fragmentación UNE-EN 1097-2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 25%;">Coeficiente de los Ángeles</th> <th colspan="3">Categoría tráfico</th> </tr> <tr> <td></td> <th style="width: 25%;">T2</th> <th style="width: 25%;">T3</th> <th style="width: 25%;">T4</th> </tr> <tr> <td></td> <td>≤ 35 (LA₃₅)</td> <td>≤ 40 (LA₄₀)</td> <td>≤ 45 (LA₄₅)</td> </tr> </table>		Coeficiente de los Ángeles	Categoría tráfico				T2	T3	T4		≤ 35 (LA ₃₅)	≤ 40 (LA ₄₀)	≤ 45 (LA ₄₅)																																
Coeficiente de los Ángeles	Categoría tráfico																																													
	T2	T3	T4																																											
	≤ 35 (LA ₃₅)	≤ 40 (LA ₄₀)	≤ 45 (LA ₄₅)																																											
Índice CBR UNE 103502	> 40																																													
Plasticidad: UNE 103103 / UNE 103104	No plásticas																																													
Equivalente de arena: UNE-EN 933-8	EA >30																																													
Pérdida de masa en el ensayo de sulfato de magnesio: UNE-EN 1367-2	≤ 18%																																													

Sello de marcado CE. AGESMA o cualquier otro equivalente	Nº de Certificado: 1377/2019 (se adjunta copia de dicho certificado)																																													
Nombre del Fabricante Dirección del Fabricante																																														
Denominación:		ZARA																																												
Zahorra artificial reciclada asfáltica Tipo de material: Árido para capas granulares Uso previsto: Firmes de carreteras, vías ciclistas y peatonales, relleno de zanjas																																														
Composición: UNE-EN 933-1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 25%;">Rc + Ru+Ra</th> <th style="width: 25%;">Ra</th> <th style="width: 25%;">X</th> <th style="width: 25%;">FL</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≥ 90%</td> <td style="text-align: center;">≥ 50%</td> <td style="text-align: center;">< 1%</td> <td style="text-align: center;">< 1 cm³/kg</td> </tr> </table>		Rc + Ru+Ra	Ra	X	FL	≥ 90%	≥ 50%	< 1%	< 1 cm ³ /kg																																				
Rc + Ru+Ra	Ra	X	FL																																											
≥ 90%	≥ 50%	< 1%	< 1 cm ³ /kg																																											
Granulometría: UNE-EN 933-1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%;">Tipo</th> <th colspan="10">Apertura de los tamices UNE-EN 933-2 (mm)</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0/32</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">32</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">12,5</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">0,5</td> <td style="text-align: center;">0,25</td> <td style="text-align: center;">0,063</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0/20</td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">88-100</td> <td style="text-align: center;">65-90</td> <td style="text-align: center;">52-76</td> <td style="text-align: center;">40-63</td> <td style="text-align: center;">26-45</td> <td style="text-align: center;">15-32</td> <td style="text-align: center;">7-21</td> <td style="text-align: center;">4-16</td> <td style="text-align: center;">0-9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0/20</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">100</td> <td style="text-align: center;">75-100</td> <td style="text-align: center;">60-86</td> <td style="text-align: center;">45-73</td> <td style="text-align: center;">31-54</td> <td style="text-align: center;">20-40</td> <td style="text-align: center;">9-24</td> <td style="text-align: center;">5-18</td> <td style="text-align: center;">0-9</td> </tr> </table>		Tipo	Apertura de los tamices UNE-EN 933-2 (mm)										0/32	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,25	0,063	0/20	100	88-100	65-90	52-76	40-63	26-45	15-32	7-21	4-16	0-9	0/20		100	75-100	60-86	45-73	31-54	20-40	9-24	5-18	0-9
Tipo	Apertura de los tamices UNE-EN 933-2 (mm)																																													
0/32	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,25	0,063																																				
0/20	100	88-100	65-90	52-76	40-63	26-45	15-32	7-21	4-16	0-9																																				
0/20		100	75-100	60-86	45-73	31-54	20-40	9-24	5-18	0-9																																				
Contaminantes orgánicos UNE-EN 1744-1. Apdo. 15.3	Más claro que hormigón																																													
Compuestos totales de azufre: UNE-EN 1744-1. Apdo. 11	S < 1,8%																																													
Contenido en Sales Solubles en agua: UNE-EN 1744-1. Apdo. 10.2	SO ₄ < 0,7%																																													
Índice de lajas UNE-EN 933-3	FI < 35																																													
Partículas trituradas: UNE-EN 933-5	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 60%;">Partículas trituradas</th> <th colspan="2">Categoría de tráfico</th> </tr> <tr> <td></td> <th style="width: 20%;">T2</th> <th style="width: 20%;">T3-T4</th> </tr> <tr> <td>Partículas total y parcialmente trituradas (%)</td> <td style="text-align: center;">> 70</td> <td style="text-align: center;">> 50</td> </tr> <tr> <td>Partículas totalmente redondeadas (%)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">< 10</td> </tr> </table>		Partículas trituradas	Categoría de tráfico			T2	T3-T4	Partículas total y parcialmente trituradas (%)	> 70	> 50	Partículas totalmente redondeadas (%)	< 10																																	
Partículas trituradas	Categoría de tráfico																																													
	T2	T3-T4																																												
Partículas total y parcialmente trituradas (%)	> 70	> 50																																												
Partículas totalmente redondeadas (%)	< 10																																													
Resistencia a la fragmentación UNE-EN 1097-2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 25%;">Coeficiente de los Ángeles</th> <th colspan="3">Categoría tráfico</th> </tr> <tr> <td></td> <th style="width: 25%;">T2</th> <th style="width: 25%;">T3</th> <th style="width: 25%;">T4</th> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">≤ 35 (LA₃₅)</td> <td style="text-align: center;">≤ 40 (LA₄₀)</td> <td style="text-align: center;">≤ 45 (LA₄₅)</td> </tr> </table>		Coeficiente de los Ángeles	Categoría tráfico				T2	T3	T4		≤ 35 (LA ₃₅)	≤ 40 (LA ₄₀)	≤ 45 (LA ₄₅)																																
Coeficiente de los Ángeles	Categoría tráfico																																													
	T2	T3	T4																																											
	≤ 35 (LA ₃₅)	≤ 40 (LA ₄₀)	≤ 45 (LA ₄₅)																																											
Índice CBR UNE 103502	> 40																																													
Plasticidad: UNE 103103 / UNE 103104	No plásticas																																													
Equivalente de arena: UNE-EN 933-8	EA >35																																													
Pérdida de masa en el ensayo de sulfato de magnesio: UNE-EN 1367-2	≤ 18%																																													

Sello de marcado CE. AGESMA o cualquier otro equivalente	N° de Certificado: 1377/2019 (se adjunta copia de dicho certificado)				
Nombre del Fabricante Dirección del Fabricante					
Denominación: Tipo de material: Arido para cama de apoo de fondo de zanjas Uso previsto: Abastecimientos, saneamientos y colectores AR					
Impurezas máximas UNE-EN 933-11	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: #f2f2f2;"><td style="text-align: center;">X</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">< 1%</td></tr> </table>	X	< 1%		
X					
< 1%					
Tamaño nominal máximo: UNE-EN 933-1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: #f2f2f2;"><td style="text-align: center;">Tamaño máximo</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">10 mm</td></tr> </table>	Tamaño máximo	10 mm		
Tamaño máximo					
10 mm					
Contenido en finos (< 0,063 mm): UNE-EN 933-1	≤ 16%				
Plasticidad: UNE 103103 / UNE 103104	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr style="background-color: #f2f2f2;"><td style="text-align: center;">LL</td><td style="text-align: center;">< 30</td></tr> <tr style="background-color: #f2f2f2;"><td style="text-align: center;">IP</td><td style="text-align: center;">< 10</td></tr> </table>	LL	< 30	IP	< 10
LL	< 30				
IP	< 10				
Sulfatos solubles en ácido (SO₃): UNE-EN 1744-1. Apdo. 12	SO ₃ < 1%				
Contenido en azufre total: UNE-EN 1744-1. Apdo. 11	S < 1,5%				
Contenido en cloruros: UNE-EN 1744-1. Apdo. 7	< 0,1%				

Sello de marcado CE. AGESMA o cualquier otro equivalente	Nº de Certificado: 1377/2019 (se adjunta copia de dicho certificado)						
Nombre del Fabricante Dirección del Fabricante							
Denominación: Grava reciclada de RCD Tipo de material: Arido para material drenante Uso previsto: Rellenos localizados o capas de apoyo con alta capacidad drenante GR							
Impurezas máximas UNE-EN 933-11	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 50%;">X</th> <th style="width: 50%;">FL</th> </tr> <tr> <td>< 1%</td> <td>< 2cm³/kg</td> </tr> </table>	X	FL	< 1%	< 2cm ³ /kg		
X	FL						
< 1%	< 2cm ³ /kg						
Contenido en finos (< 0,063 mm): UNE-EN 933-1	≤ 5%						
Índice de Lajas: UNE-EN 933-3	FI < 35						
Resistencia a la fragmentación: UNE-EN 1097-2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr style="background-color: #f2f2f2;"> <th style="width: 50%;">Categoría de tráfico</th> <th style="width: 50%;">LA</th> </tr> <tr> <td>T4</td> <td>< 50</td> </tr> <tr> <td>T2-T3</td> <td>< 45</td> </tr> </table>	Categoría de tráfico	LA	T4	< 50	T2-T3	< 45
Categoría de tráfico	LA						
T4	< 50						
T2-T3	< 45						
Contenido en azufre total: UNE-EN 1744-1. Apdo. 11	S < 0,5%						

Sello de marcado CE. AGESMA o cualquier otro equivalente	N° de Certificado: 1377/2019 (se adjunta copia de dicho certificado)						
Nombre del Fabricante Dirección del Fabricante							
Denominación: Suelo Seleccionado Reciclado de RCD Tipo de material: Suelo Seleccionado Uso previsto: Explanadas de firmes de carreteras, relleno de zanjas, explanada envías ciclistas y caminos rurales. SR-SEL							
Composición: UNE-EN 933-11	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 33%;">X</th> <th style="width: 33%;">FL</th> <th style="width: 33%;">Yeso</th> </tr> <tr> <td>< 3%</td> <td>< 2 cm³/kg</td> <td>< 1%</td> </tr> </table>	X	FL	Yeso	< 3%	< 2 cm ³ /kg	< 1%
X	FL	Yeso					
< 3%	< 2 cm ³ /kg	< 1%					
Granulometría: UNE-EN 103101	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 33%;">Tamaño máximo</th> <th style="width: 33%;">Tamiz 20 mm</th> <th style="width: 33%;">Tamiz 0,40 mm</th> </tr> <tr> <td>< 100 mm</td> <td>> 70%</td> <td>< 15%</td> </tr> </table>	Tamaño máximo	Tamiz 20 mm	Tamiz 0,40 mm	< 100 mm	> 70%	< 15%
Tamaño máximo	Tamiz 20 mm	Tamiz 0,40 mm					
< 100 mm	> 70%	< 15%					
Materia orgánica: UNE 103204	MO < 0,2%						
Contenido en Sales Solubles en agua: NLT 114	SS < 0,2%						

Sello de marcado CE. AGESMA o cualquier otro equivalente	N° de Certificado: 1377/2019 (se adjunta copia de dicho certificado)								
Nombre del Fabricante Dirección del Fabricante									
Denominación: Suelo Adecuado Reciclado de RCD Tipo de material: Suelo Adecuado Uso previsto: Explanadas de firmes de carreteras, relleno de zanjas, explanada envías ciclistas y caminos rurales. SR-ADE									
Composición: UNE-EN 933-11	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 33%;">X</th> <th style="width: 33%;">FL</th> <th style="width: 33%;">Yeso</th> </tr> <tr> <td>< 3%</td> <td>< 2 cm³/kg</td> <td><2%</td> </tr> </table>	X	FL	Yeso	< 3%	< 2 cm ³ /kg	<2%		
X	FL	Yeso							
< 3%	< 2 cm ³ /kg	<2%							
Granulometría: UNE-EN 103101	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 25%;">Tamaño máximo</th> <th style="width: 25%;">Tamiz 20 mm</th> <th style="width: 25%;">Tamiz 2 mm</th> <th style="width: 25%;">Tamiz 0,080 mm</th> </tr> <tr> <td>< 100 mm</td> <td>> 70%</td> <td>< 80%</td> <td>< 35%</td> </tr> </table>	Tamaño máximo	Tamiz 20 mm	Tamiz 2 mm	Tamiz 0,080 mm	< 100 mm	> 70%	< 80%	< 35%
Tamaño máximo	Tamiz 20 mm	Tamiz 2 mm	Tamiz 0,080 mm						
< 100 mm	> 70%	< 80%	< 35%						
Materia orgánica: UNE 103204	MO < 1%								
Contenido en Sales Solubles en agua: NLT 114	SS < 0,2%								
Límite Líquido: UNE 103103	LL < 40								

Sello de marcado CE. AGESMA o cualquier otro equivalente	N° de Certificado: 1377/2019 (se adjunta copia de dicho certificado)						
Nombre del Fabricante Dirección del Fabricante							
Denominación: Tipo de material: Suelo Tolerable Uso previsto: Explanadas de firmes de carreteras, relleno de zanjas, explanada envías ciclistas y caminos rurales. SR-TOL							
Composición: UNE-EN 933-11	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 33%;">X</th> <th style="width: 33%;">FL</th> <th style="width: 33%;">Yeso</th> </tr> <tr> <td>< 5%</td> <td>< 2 cm³/kg</td> <td><2%</td> </tr> </table>	X	FL	Yeso	< 5%	< 2 cm ³ /kg	<2%
X	FL	Yeso					
< 5%	< 2 cm ³ /kg	<2%					
Granulometría: UNE-EN 103101	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 33%;">Tamiz 20 mm</td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%;">Tamiz 0,080 mm</td> </tr> <tr> <td>>70%</td> <td style="text-align: center;">o</td> <td>> 35%</td> </tr> </table>	Tamiz 20 mm		Tamiz 0,080 mm	>70%	o	> 35%
Tamiz 20 mm		Tamiz 0,080 mm					
>70%	o	> 35%					
Materia orgánica: UNE 103204	MO <2%						
Contenido en Sales Solubles en agua: NLT 114	SS < 4%						
Contenido en Yeso: NLT 115	< 5%						
Límite Líquido: UNE 103103	LL < 65						
Asiento Ensayo de Colapso: NLT 254	< 1%						
Hinchamiento libre: UNE 103601	< 3%						

Sello de marcado CE. AGESMA o cualquier otro equivalente	Nº de Certificado: 1377/2019 (se adjunta copia de dicho certificado)																																												
Nombre del Fabricante Dirección del Fabricante																																													
Denominación: Suelo cemento reciclado de RCD Tipo de material: Suelo cemento Uso previsto: Firmes de carreteras, vías ciclistas y peatonales, relleno de zanjas		SCR																																											
Composición: UNE-EN 933-11	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%;">X</th> <th style="width: 50%;">FL</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">< 1%</td> <td style="text-align: center;"><1 cm³/kg</td> </tr> </table>		X	FL	< 1%	<1 cm ³ /kg																																							
X	FL																																												
< 1%	<1 cm ³ /kg																																												
Granulometría: UNE-EN 933-1	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipo</th> <th colspan="10">Cernido ponderal acumulado (% en masa)</th> </tr> <tr> <th>54</th> <th>40</th> <th>32</th> <th>20</th> <th>12,5</th> <th>8</th> <th>4</th> <th>2</th> <th>0,5</th> <th>0,063</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SCR 40</td> <td>100</td> <td>80-100</td> <td>75-100</td> <td>62-100</td> <td>53-100</td> <td>45-89</td> <td>30-65</td> <td>20-52</td> <td>5-37</td> <td>2-20</td> </tr> <tr> <td>SCR 20</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>92-100</td> <td>76-100</td> <td>63-100</td> <td>48-100</td> <td>36-94</td> <td>18-65</td> <td>2-35</td> </tr> </tbody> </table>		Tipo	Cernido ponderal acumulado (% en masa)										54	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,063	SCR 40	100	80-100	75-100	62-100	53-100	45-89	30-65	20-52	5-37	2-20	SCR 20	100	100	100	92-100	76-100	63-100	48-100	36-94	18-65	2-35
Tipo	Cernido ponderal acumulado (% en masa)																																												
	54	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,063																																			
SCR 40	100	80-100	75-100	62-100	53-100	45-89	30-65	20-52	5-37	2-20																																			
SCR 20	100	100	100	92-100	76-100	63-100	48-100	36-94	18-65	2-35																																			
Materia orgánica: UNE 103204	MO < 1%																																												
Compuestos totales de azufre: UNE-EN 1744-1	S < 1%																																												
Contenido en Sales Solubles en ácido: UNE-EN 1744-1	SO ₃ < 0,8%																																												
Reactividad potencial UNE 146508 UNE 143507-2	No reactivo																																												
Plasticidad UNE 103103 UNE 103104	LL < 30 ; IP < 12																																												
Resistencia a compresión media a 7 días: UNE-EN 13286-41	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 40%;"></th> <th style="width: 30%;">Mínima</th> <th style="width: 30%;">Máxima</th> </tr> <tr> <td>Calzada y arcenes</td> <td style="text-align: center;">2,5 Mpa</td> <td style="text-align: center;">4,5 Mpa</td> </tr> </table>			Mínima	Máxima	Calzada y arcenes	2,5 Mpa	4,5 Mpa																																					
	Mínima	Máxima																																											
Calzada y arcenes	2,5 Mpa	4,5 Mpa																																											
Plazo mínimo de trabajabilidad: UNE-EN 13286-45	<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%;">Tipo de ejecución</th> <th style="width: 50%;">tpm (minutos)</th> </tr> <tr> <td>Anchura completa</td> <td style="text-align: center;">180</td> </tr> <tr> <td>Por franjas</td> <td style="text-align: center;">240</td> </tr> </table>		Tipo de ejecución	tpm (minutos)	Anchura completa	180	Por franjas	240																																					
Tipo de ejecución	tpm (minutos)																																												
Anchura completa	180																																												
Por franjas	240																																												

Sello de marcado CE, AGESMA o cualquier otro equivalente	Nº de Certificado: 1377/2019 (se adjunta copia de dicho certificado)																																							
Nombre del Fabricante Dirección del Fabricante																																								
Denominación: Gravacemento con áridos gruesos reciclados de residuos de hormigón Tipo de material: Gravacemento Uso previsto: Firmes de carreteras, vías ciclistas y peatonales, relleno de zanjas		GCR																																						
Composición: UNE-EN 933-11	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Rc + Ru</th> <th>Rb</th> <th>Ra</th> <th>X</th> <th>FL</th> </tr> <tr> <td>≥ 90%</td> <td>≤ 5%</td> <td>≤ 5%</td> <td>< 1%</td> <td>< 2 cm³/kg</td> </tr> </table>		Rc + Ru	Rb	Ra	X	FL	≥ 90%	≤ 5%	≤ 5%	< 1%	< 2 cm³/kg																												
Rc + Ru	Rb	Ra	X	FL																																				
≥ 90%	≤ 5%	≤ 5%	< 1%	< 2 cm³/kg																																				
Granulometría: UNE-EN 933-1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th rowspan="2">Tipo</th> <th colspan="8">Cernido ponderal acumulado (% en masa)</th> </tr> <tr> <th>40</th> <th>32</th> <th>20</th> <th>12,5</th> <th>8</th> <th>4</th> <th>2</th> <th>0,5</th> <th>0,063</th> </tr> <tr> <td>GCR 32</td> <td>100</td> <td>88-100</td> <td>67-91</td> <td>52-77</td> <td>38-63</td> <td>25-48</td> <td>16-37</td> <td>6-21</td> <td>1-7</td> </tr> <tr> <td>GCR 20</td> <td></td> <td>100</td> <td>80-100</td> <td>62-84</td> <td>44-68</td> <td>28-51</td> <td>19-39</td> <td>7-22</td> <td>1-7</td> </tr> </table>		Tipo	Cernido ponderal acumulado (% en masa)								40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,063	GCR 32	100	88-100	67-91	52-77	38-63	25-48	16-37	6-21	1-7	GCR 20		100	80-100	62-84	44-68	28-51	19-39	7-22	1-7
Tipo	Cernido ponderal acumulado (% en masa)																																							
	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,063																															
GCR 32	100	88-100	67-91	52-77	38-63	25-48	16-37	6-21	1-7																															
GCR 20		100	80-100	62-84	44-68	28-51	19-39	7-22	1-7																															
Contaminantes orgánicos UNE-EN 1744-1. Apdo. 15.3	Aumento tiempo fraguado < 120 min Disminución de resistencia a compresión a 28 días < 20%																																							
Compuestos totales de azufre: UNE-EN 1744-1	S < 1%																																							
Contenido en Sales Solubles en ácido: UNE-EN 1744-1	SO ₃ < 0,8%																																							
Índice de lajas UNE-EN 933-3	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Tipo de calzada</th> <th>Categoría tráfico</th> <th>Índice de lajas</th> </tr> <tr> <td rowspan="2">Calzada</td> <td>T2</td> <td>≤ 30</td> </tr> <tr> <td>T3 y T4</td> <td>≤ 35</td> </tr> <tr> <td>Arcenes</td> <td>T2 a T4</td> <td>≤ 40</td> </tr> </table>		Tipo de calzada	Categoría tráfico	Índice de lajas	Calzada	T2	≤ 30	T3 y T4	≤ 35	Arcenes	T2 a T4	≤ 40																											
Tipo de calzada	Categoría tráfico	Índice de lajas																																						
Calzada	T2	≤ 30																																						
	T3 y T4	≤ 35																																						
Arcenes	T2 a T4	≤ 40																																						
Partículas trituradas: UNE-EN 933-5	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th rowspan="2">Partículas trituradas</th> <th colspan="2">Categoría de tráfico</th> </tr> <tr> <th>T2</th> <th>T3-T4</th> </tr> <tr> <td rowspan="2">Partículas total y parcialmente trituradas (%)</td> <td>Calzada ≥ 50</td> <td>≥ 30</td> </tr> <tr> <td>Arcén ≥ 30</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Partículas totalmente redondeadas (%)</td> <td>Calzada ≤ 10</td> <td>≤ 30</td> </tr> <tr> <td>Arcén ≤ 30</td> <td></td> </tr> </table>		Partículas trituradas	Categoría de tráfico		T2	T3-T4	Partículas total y parcialmente trituradas (%)	Calzada ≥ 50	≥ 30	Arcén ≥ 30		Partículas totalmente redondeadas (%)	Calzada ≤ 10	≤ 30	Arcén ≤ 30																								
Partículas trituradas	Categoría de tráfico																																							
	T2	T3-T4																																						
Partículas total y parcialmente trituradas (%)	Calzada ≥ 50	≥ 30																																						
	Arcén ≥ 30																																							
Partículas totalmente redondeadas (%)	Calzada ≤ 10	≤ 30																																						
	Arcén ≤ 30																																							
Resistencia a la fragmentación UNE-EN 1097-2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Desgaste de Los Ángeles</th> <th colspan="2">Categoría tráfico</th> </tr> <tr> <td></td> <td>T2</td> <td>T3-T4</td> </tr> <tr> <td>Calzada</td> <td>≤ 35</td> <td>≤ 40</td> </tr> <tr> <td>Arcén</td> <td colspan="2">≤ 40</td> </tr> </table>		Desgaste de Los Ángeles	Categoría tráfico			T2	T3-T4	Calzada	≤ 35	≤ 40	Arcén	≤ 40																											
Desgaste de Los Ángeles	Categoría tráfico																																							
	T2	T3-T4																																						
Calzada	≤ 35	≤ 40																																						
Arcén	≤ 40																																							
Reactividad potencial UNE 146508 UNE 143507-2	No reactivo																																							
Plasticidad: UNE 103103 UNE 103104	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>T2</td> <td>No plástico</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">T3-T4</td> <td>LL < 25</td> </tr> <tr> <td>IP < 6</td> </tr> </table>		T2	No plástico	T3-T4	LL < 25	IP < 6																																	
T2	No plástico																																							
T3-T4	LL < 25																																							
	IP < 6																																							
Equivalente de arena: UNE-EN 933-8	EA > 40																																							
Contenido mínimo de cemento:	El contenido mínimo de cemento será tal que permita la consecución de las resistencias indicadas en la siguiente tabla. 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.																																							
Resistencia a compresión media a 7 días: UNE-EN 13286-41	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th></th> <th>Minima</th> <th>Máxima</th> </tr> <tr> <td>Calzada</td> <td>4,5 Mpa</td> <td>7,0 Mpa</td> </tr> <tr> <td>Arcenes</td> <td>4,5 Mpa</td> <td>6,0 Mpa</td> </tr> </table>			Minima	Máxima	Calzada	4,5 Mpa	7,0 Mpa	Arcenes	4,5 Mpa	6,0 Mpa																													
	Minima	Máxima																																						
Calzada	4,5 Mpa	7,0 Mpa																																						
Arcenes	4,5 Mpa	6,0 Mpa																																						
Plazo mínimo de trabajabilidad: UNE-EN 13286-45	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Tipo de ejecución</th> <th>Wpc (horas)</th> </tr> <tr> <td>Anchura completa</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Por franjas</td> <td>4</td> </tr> </table>		Tipo de ejecución	Wpc (horas)	Anchura completa	3	Por franjas	4																																
Tipo de ejecución	Wpc (horas)																																							
Anchura completa	3																																							
Por franjas	4																																							

Sello de marcado CE. AGESMA o cualquier otro equivalente	N° de Certificado: 1377/2019 (se adjunta copia de dicho certificado)																					
Nombre del Fabricante Dirección del Fabricante																						
Denominación: Base de hormigón con áridos gruesos reciclados de residuos de hormigón Tipo de material: Base de hormigón Uso previsto: Firmes de carreteras, vías ciclistas y peatonales, relleno de zanjas BHR																						
Composición: UNE-EN 933-11	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 20%;">Rc + Ru</th> <th style="width: 20%;">Rb</th> <th style="width: 20%;">Ra</th> <th style="width: 20%;">X</th> <th style="width: 20%;">FL</th> </tr> <tr> <td>≥ 90%</td> <td>≤ 5%</td> <td>≤ 5%</td> <td>< 1%</td> <td>< 2 cm³/kg</td> </tr> </table>		Rc + Ru	Rb	Ra	X	FL	≥ 90%	≤ 5%	≤ 5%	< 1%	< 2 cm ³ /kg										
Rc + Ru	Rb	Ra	X	FL																		
≥ 90%	≤ 5%	≤ 5%	< 1%	< 2 cm ³ /kg																		
Granulometría: UNE-EN 933-1	Tamiz 0,125 mm > 250 kg/m ³ del BHR																					
Contaminantes orgánicos UNE-EN 1744-1. Apdo. 15.3	Aumento tiempo fraguado < 120 min Disminución de resistencia a compresión a 28 días < 20%																					
Compuestos totales de azufre: UNE-EN 1744-1	S < 1%																					
Contenido en Sales Solubles en ácido: UNE-EN 1744-1	SO ₃ < 0,8%																					
Índice de lajas UNE-EN 933-3	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 33%;">Tipo de calzada</th> <th style="width: 33%;">Categoría tráfico</th> <th style="width: 33%;">Índice de lajas</th> </tr> <tr> <td rowspan="2">Calzada</td> <td>T2</td> <td>≤ 30</td> </tr> <tr> <td>T3 y T4</td> <td>≤ 35</td> </tr> <tr> <td>Arcenes</td> <td>T2 a T4</td> <td>≤ 40</td> </tr> </table>		Tipo de calzada	Categoría tráfico	Índice de lajas	Calzada	T2	≤ 30	T3 y T4	≤ 35	Arcenes	T2 a T4	≤ 40									
Tipo de calzada	Categoría tráfico	Índice de lajas																				
Calzada	T2	≤ 30																				
	T3 y T4	≤ 35																				
Arcenes	T2 a T4	≤ 40																				
Partículas trituradas: UNE-EN 933-5	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">Partículas trituradas</th><th colspan="2">Categoría de tráfico</th></tr> <tr> <th>T2</th><th>T3-T4</th></tr> <tr> <td rowspan="2">Partículas total y parcialmente trituradas (%)</td><td>Calzada</td><td>≥ 50</td><td>≥ 30</td></tr> <tr> <td>Arcén</td><td colspan="2">≥ 30</td></tr> <tr> <td rowspan="2">Partículas totalmente redondeadas (%)</td><td>Calzada</td><td>≤ 10</td><td>≤ 30</td></tr> <tr> <td>Arcén</td><td colspan="2">≤ 30</td></tr> </table>		Partículas trituradas		Categoría de tráfico		T2	T3-T4	Partículas total y parcialmente trituradas (%)	Calzada	≥ 50	≥ 30	Arcén	≥ 30		Partículas totalmente redondeadas (%)	Calzada	≤ 10	≤ 30	Arcén	≤ 30	
Partículas trituradas		Categoría de tráfico																				
		T2	T3-T4																			
Partículas total y parcialmente trituradas (%)	Calzada	≥ 50	≥ 30																			
	Arcén	≥ 30																				
Partículas totalmente redondeadas (%)	Calzada	≤ 10	≤ 30																			
	Arcén	≤ 30																				
Resistencia a la fragmentación UNE-EN 1097-2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th rowspan="2">Desgaste de Los Ángeles</th><th colspan="2">Categoría tráfico</th></tr> <tr> <th>T2</th><th>T3-T4</th></tr> <tr> <td>Calzada</td><td>≤ 35</td><td>≤ 40</td></tr> <tr> <td>Arcén</td><td colspan="2">≤ 40</td></tr> </table>		Desgaste de Los Ángeles	Categoría tráfico		T2	T3-T4	Calzada	≤ 35	≤ 40	Arcén	≤ 40										
Desgaste de Los Ángeles	Categoría tráfico																					
	T2	T3-T4																				
Calzada	≤ 35	≤ 40																				
Arcén	≤ 40																					
Reactividad potencial UNE 146508 UNE 143507-2	No reactivo																					
Plasticidad: UNE 103103 UNE 103104	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 50%;">T2</td> <td style="width: 50%;">No plástico</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">T3-T4</td> <td>LL < 25</td> </tr> <tr> <td>IP < 6</td> </tr> </table>		T2	No plástico	T3-T4	LL < 25	IP < 6															
T2	No plástico																					
T3-T4	LL < 25																					
	IP < 6																					
Equivalente de arena: UNE-EN 933-8	EA > 40																					
Contenido mínimo de cemento:	El contenido mínimo de cemento será el que permita la consecución de una resistencia mínima media a compresión, determinada según la norma UNE EN 12390-3, de 12,5 MPa a la edad de 28 días																					
Resistencia a compresión media a 28 días: UNE-EN 12390-3	> 12,5 Mpa																					

