CLUSTER ECCO

Juan Ordieres

Presidente del Clúster ECCO
Vicepresidente de CAC-Asprocon Asturias

"Guía de áridos reciclados y su implementación en obra"

Clúster ECCO

CLUSTER
ECCO

Agentes del ecosistema: ***Clúster ECCO***

¿Quiénes sómos?

Cluster Economía Circular & Construcción ‘0’ Emisiones “ECCO”

Es una asociación sectorial privada sin ánimo de lucro, creada en 2020, al amparo de la Ley 19/1977 de 1 de abril, como una organización profesional de empresarios.

Integra a más de 40 entidades y empresas y Trabajamos de forma transversal en **toda la cadena de valor del sector de la construcción.**

- Clúster joven con **cinco años de vida**.

- Tenemos la acreditación como **Agrupación Empresarial Innovadora (AEI)** otorgada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

- El **sello Bronze Label** de la European Cluster Excellence Initiative.

Cluster ECCO

CADENA DE VALOR

CLUSTER ECCO

EXTRACCIÓN

- ARPOSA
- DEYMET
- COTO
- NEMESIO BEDIA
- MOTA

FABRICACIÓN

- ARPOSA
- CGS asfaltos y obra civil
- DEYMET
- CARPINTERÍA GOBIAN
- GENERAL DE HORMIGONES
- HORVALSA
- MORTEROS TUDELA VEGUÍN
- NEMESIO BEDIA
- MOTA
- SAINT-GOBAIN
- SIERO

AUXILIARES

- SERTIBER

EJECUCIÓN

- SEGOS
- CARPINTERÍA GOBIAN
- Sardesa
- Posada
- CMI
- Boprisa
- esfer
- EXCADE
- OGENSA
- CGS asfaltos y obra civil
- constructora LOS ALAMOS
- JCN
- URÍA INGENIERÍA DE INSTALACIONES

INMOBILIARIA

- constructora LOS ALAMOS
- Boprisa
- CBS INMOBILIARIA

MATENIMIENTO Y REHABILITACIÓN

- esfer
- i-Lanza
- URÍA INGENIERÍA DE INSTALACIONES
- JCN
- flc

DEMOLICIÓN

- EXCADE
- OGENSA
- Sardesa

ASOCIACIONES

- ASATA
- CONFEDERACIÓN ASTURIANA DE LA CONSTRUCCIÓN ASPROCON

CETNROS DE CONOCIMEINTO

- CETEMAS
- flc
- CTIC
- IDONIAL CENTRO TECNOLÓGICO

GESTORES DE RESIDUOS VERTEDEROS

- COGERSA
- EXCADE
- COTO
- Redecan
- TAXUS MEDIO AMBIENTE

INGENIERIA Y ARQUITECTURA

- cemosa Ingeniería y Control
- INGENIEROS ASESORES
- INTEGRA INGENIERÍA
- LOCIS SIGTech
- R&R
- TAXUS MEDIO AMBIENTE

COLABORADORES

- AYUNTAMIENTO AVILÉS
- EPM ESCUELA POLITÉCNICA DE MIERES

Nos comprometemos

- 3 SALUD Y BIENESTAR
- 4 EDUCACIÓN DE CALIDAD
- 5 IGUALDAD DE GÉNERO
- 7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE
- 8 TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO
- 9 INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA
- 11 CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES
- 12 PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES
- 13 ACCIÓN POR EL CLIMA
- 17 ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS

OBJETIVO PRINCIPAL CLUSTER ECCO

Avanzar a un modelo de construcción lo más sostenible posible

- Impulsando la digitalización del sector de la construcción.
- Impulsando la economía circular en la construcción asturiana.
- Formación. La d*igitalización la Innovación y la Economía Circular aportan también un mapa de necesidades formativas en las cuales hay que formar a los directivos y personal*.
- Comunicación y Divulgación de buenas prácticas.

PROYECTOS
CLUSTER
ECCO
ACTIVIDADES RECIENTES

PROYECTOS EUROPEOS

Call: HORIZON-CL5-2024-D4-02
(Efficient, sustainable and inclusive energy use)

Topic: HORIZON-CL5-2024-D4-02-01

Type of Action: HORIZON-IA
(HORIZON Innovation Actions)

Proposal number: 101235245

Proposal acronym: E-RENEWALLS

Type of Model Grant Agreement: HORIZON Lump Sum Grant

Call: HORIZON-CL5-2024-D4-02
(Efficient, sustainable and inclusive energy use)

Topic: HORIZON-CL5-2024-D4-02-03

Type of Action: HORIZON-IA
(HORIZON Innovation Actions)

Proposal number: 101235840

Proposal acronym: TWINNER

Type of Model Grant Agreement: HORIZON Lump Sum Grant

HORIZON -CL4-2022-TWIN-TRANSITION-01-06
HORIZON Innovation Actions
Grant Agreement No.: 101092295

Circular and Dynamic Manufacturing Supply Chain Orchestration and OptimiSation

Annex II - Application Form – Open Call 2 (OC2)

PROYECTOS EUROPEOS

- **E-RENEWALLS**, centrado en la rehabilitación energética de vivienda social mediante soluciones circulares y digitalización.

- **TWINNER**, orientado a la rehabilitación sostenible, la digitalización del entorno construido y la inclusión social.

- **CIRCULOOS**, que busca la trazabilidad y valorización de los residuos de construcción y demolición a través de la digitalización, con aplicación práctica en Asturias.

- Recientemente nos hemos presentado junto con EXCADE a proyecto **EUROPEO MODULUS**

PRESENCIA NACIONAL

CLUSTER ECCO

Clúster ECCO destaca en REBUILD 2025

PROYECTOS NACIONALES Y REGIONALES

- **LICITA-IA**, en colaboración con el Clúster TIC y CAC-Asprocon, para diseñar una herramienta de inteligencia artificial que facilite el acceso a licitaciones públicas.

- Proyectos de impacto territorial como **CIRCULARITY**, financiados y respaldados por la Consejería de Ciencia, Industria y Empleo del Principado de Asturias.

- Coordinadores en proyectos como **SITRAZAR, ROBOWALL y R-4, además de como dinamizadores en OCRIA y NEXTROOM**, así como en proyectos de carácter social como ***Saberes que sostienen*, en colaboración con el Clúster TIC**.

FORMACIÓN

Soluciones solares para cubiertas planas e inclinadas

Exploración geofísica del terreno

SERVICIO PÚBLICO DE EMPLEO

GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

CLUSTER ECCO

DIVULGACION

- **TERCERA EDICION DE ESPACIOS SOSTENIBLES**

- Un proyecto impulsado por cluster ECO, que busca fomentar la participación de los niños y los jóvenes en el diseño de estos espacios.

- La primera se celebró en Avilés, la segunda en Oviedo y la tercera en el 2.025 en Gijon.

- Con 14 centros educativos participantes, 43 propuestas y más de 180 estudiantes.

- La gala final en La Laboral reunió a cerca de 200 asistentes, con un gran respaldo institucional y empresarial.

DIVULGACION

- **CIRCULARITY**

- Un festival que celebraremos los días **23, 24 y 25 de octubre** en la Antigua Universidad de Oviedo, coincidiendo con la semana de los Premios Princesa de Asturias.

- 23 para profesionales
- 24 Estudiantes
- 25 público en general.

En solo cinco años, el Clúster ECCO se ha consolidado como un **tractor de innovación y sostenibilidad** en Asturias.

Con el compromiso de nuestros socios y el apoyo de las instituciones, seguiremos trabajando en proyectos que generen un impacto real en el territorio y que conecten ciencia, educación, empresa y ciudadanía.

El sector de la construcción juega un papel fundamental dentro de la economía del país.

- Supone en torno a un 5,5% del PIB en España. (Baleares 7%)
- Es responsable de más de 1.4 millones de puestos de trabajo, un 7% empleo total. (en Baleares 54.700 puestos y 11,5%).
- Sin embargo, este sector tiene un impacto significativo en el medio ambiente debido al uso intensivo de recursos naturales, consumo de energía y emisiones de CO2, asociadas a la producción de materiales y operaciones.

Se estima que el sector de la construcción es responsable de

- Del 34% de la demanda energética Mundial.
- Del 37% de las emisiones Mundiales de CO2.
- Se genera <1 t / habitante / año de residuos de construcción y demolición (RCD)

En este contexto, la descarbonización en el sector de la construcción es clave para cumplir con los **objetivos de reducción de emisiones.**

Los constructores deben emplear en sus obras productos que:

1. Consuman la menor cantidad de recursos naturales posible.
2. Sean duraderos en el tiempo.
3. Sean reutilizables una vez finalizada su vida útil.

LOS ARIDOS

Es el Recurso natural

- Más utilizado en la construcción.
- Más utilizado por el ser humano después del agua.

Su demanda crece por la urbanización, la expansión de infraestructuras y la construcción de viviendas.

EL ARIDO

CONSUMO ANUAL DE ARIDOS (2.023)

- España 144 MTn/ Año

  3,02 Tn/habitante año

- Islas Baleares 3,3 MTn/Año 2,83 Tn/habitante año

	2022	2023	Variación 23/22 %	Toneladas / habitante
Andalucía	22,3	23,3	4,3 %	2,69
Aragón	6,3	6,5	3,7 %	4,91
Asturias	3,9	3,8	-2,3 %	3,73
Islas Baleares	3,3	3,3	1,2 %	2,83
Islas Canarias	2,4	2,3	-0,9 %	1,08
Cantabria	3,7	4,2	14,3 %	7,27
Castilla y León	12,5	13,9	10,6 %	5,82
Castilla - La Mancha	7,1	7,7	8,4 %	3,76
Cataluña	21,1	20,9	-1,0 %	2,69
C. Valenciana	12,5	13,6	8,7 %	2,6
Extremadura	3,3	3,6	10,5 %	3,42
Galicia	8,9	9,3	5,2 %	3,47
Madrid	10,0	10,5	4,2 %	1,55
Murcia	7,6	8,1	6,8 %	5,33
Navarra	2,8	2,6	-8,2 %	3,92
País Vasco	8,2	8,2	1,0 %	3,72
La Rioja	1,1	1,1	-1,6 %	3,36
TOTAL	136,9	143,3	4,7 %	3,02

PROPIEDADES DE LOS ARIDOS.

1. 100% reciclables.

2. Elevadísima durabilidad contribuye a alargar el ciclo de vida de las obras en las que se incorpora.

3. No renovables.

4. Desde el punto de vista geológico, es prácticamente inagotable, pero el acceso al recurso por inseguridades jurídicas, problemas administrativos, problemas sociales y medioambientales y la competencia por el uso del suelo lo hacen un recurso muy limitado que hay que cuidar.

COMO OPTIMIZAR EL RECURSO.

1. **AUMENTAR EL RECICLAJE** de los residuos producidos en las obras de construcción para producir áridos reciclados.

2. GESTION SOSTENIBLE de las canteras y graveras.

PROPIEDADES DE LOS ARIDOS.

Teoría aceptada: <1 t / habitante / año de residuos de construcción y demolición.

Europa: 500 mt / año de RCD’s

Volumen enorme

- Problema de gestión, logística, transporte
- Saturación de vertederos

Consumo de áridos en Europa: entre 2.700 y 3.500 mt / año.

En el hipotético caso de que todos los RCD se reciclaran y se convirtieran en áridos reciclados , esto representaría entre el 14 % y el 18 % de las necesidades de áridos.

RESIDUOS PRODUCIDOS EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

TIERRAS GESTIONADAS EN LA PROPIA OBRA

- No son residuos.
- Conviene hablar de rellenos depósitos de sobrantes de excavación, no de vertederos.

TIERRAS GESTIONADAS FUERA DE LA OBRA

Orden de tierras limpias:

- La tierra sale de una obra autorizada con sobrantes a una obra autorizada con déficit de tierra.
- La tierra sale como residuo, requiere DI
- Requiere comunicación a la Consejería
- Es una operación de valorización

Vertedero de inertes autorizado

- La tierra sale como residuo, requiere DI
- Es una operación de eliminación (impuesto)

RESIDUOS PRODUCIDOS EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

Entrega a gestor autorizado

- Traslado mediante DI

RESIDUOS	LER
Hormigón	17 01 01
Ladrillos	17 01 02
Tejas y materiales cerámicos	17 01 03
Mezclas de homigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos	17 01 07

Valorización en la propia obra

- Requiere autorización de la CAAMAyCC
- Debe realizarla un gestor autorizado (planta móvil)

QUIEN ES QUIÉN en una obra de construcción

PRODUCTOR

- PROMOTOR, titular de la licencia urbanística o el titular del inmueble o infraestructura

POSEEDOR

- CONSTRUCTOR, contratista o subcontratista o trabajador autónomo

GESTOR

- ENTIDAD AUTORIZADA PARA ACTIVIDAD DE GESTIÓN: recogida, transporte, tratamiento, almacenamiento, etc.

COMO GESTIONAR LOS RESIDUOS

- **Demolición selectiva**
- **Recogida selectiva**
- Transporte hasta el centro de tratamiento
- Separación de fracciones valorizables
- Fracciones no valorizables
  - Vertido controlado
- Fabricación de los áridos reciclados
- Calidad - Marcado CE
- Transporte a las obras

•Productor del residuo

•Productor del árido reciclado

PUNTOS CLAVE PARA OBTENER UNA ALTA TASA DE RECICLAJE

1. AMPLIA RED DE GESTORES AUTORIZADOS

Gestores con plantas móviles que permitan obtener los áridos reciclados en obra para su propio su autoconsumo.

Instalaciones fijas distribuidos por el territorio que permita reciclar RCD´s con un criterio de proximidad.

PUNTOS CLAVE PARA OBTENER UNA ALTA TASA DE RECICLAJE

1. AMPLIA RED DE GESTORES AUTORIZADOS

Hay que valorar las Instalaciones de áridos naturales como potenciales recicladores

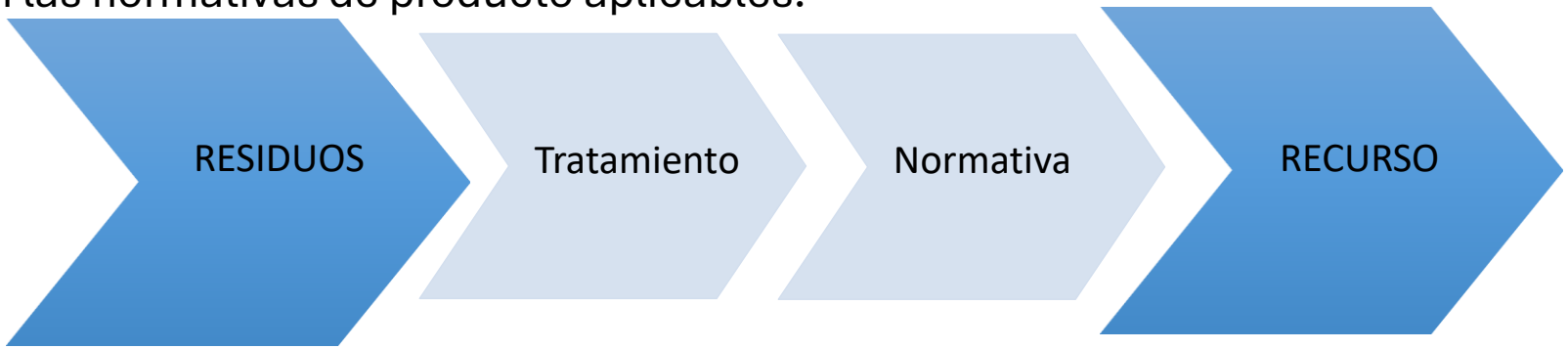
- Tienen instalaciones de producción que se pueden adaptar y aprovechar para la valorización de RDC y producción de áridos reciclados.
- Experiencia en producción de áridos conformes a la reglamentación.
- Posibilidad de mezclarlos con áridos naturales en la proporción necesaria para cumplir con la normativa incrementando el aprovechamiento.
- Tienen cartera de clientes por lo que la gestión de su venta es mucho más eficaz.
- Se pueden minimizar los gastos de transporte a la obra.
- En caso de que no se puedan aprovechar para transformarlos en áridos reciclados se pueden utilizar para operaciones de restauración y relleno de huecos mineros.

PUNTOS CLAVE PARA OBTENER UNA ALTA TASA DE RECICLAJE

2. TENER UNA NORMA CLARA de uso de aplicación en las obras de construcción.

Asegurar que los áridos naturales, artificiales y reciclados se someten a los **mismos requisitos ambientales y de calidad** en sus aplicaciones respectivas con una NORMA clara de uso de aplicación en las obras de construcción.

La condición de fin de residuo, es decir, cuándo una sustancia deja de ser residuo, se define en el ámbito nacional por la Ley 7/2022, que establece que los residuos preparados para su reutilización dejan de ser residuo al cumplir con las normativas de producto aplicables.



III Jornada de Construcción Sostenible “El fin de la declaración de residuo"

GUIA DE USO DE ARIDOS RECICLADOS DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

REDACTADA por el Centro de estudios de materiales y control de obra. (CEMOSA).

EDITADA por la Dirección General de Calidad Ambiental y Cambio Climático, de la Viceconsejería de Medio. Ambiente y Cambio Climático,

COLABORADORES Dirección General de Infraestructuras Viarias y Portuarias, de la Viceconsejería de Infraestructuras, Movilidad y Territorio,
y el Clúster ECCO.

GUIA DE USO DE ARIDOS RECICLADOS DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Objetivo de la guía

Facilitar el uso, en las obras de construcción, de materiales procedentes del reciclado de residuos de construcción y demolición, sin que ello suponga rebajar el nivel de calidad de la obra si esta se ejecutase con áridos naturales.

Se exige que todos los tipos de áridos reciclados, dispongan de certificación.

1. El Marcado CE de áridos para construcción , de acuerdo con lo establecido en el Reglamento UE 305/2011 de productos de construcción.

2. Para los áridos no sujetos a marcado CE habrá una Certificación de productos.

GUIA DE USO DE ARIDOS RECICLADOS DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

ARIDOS SUJETOS A MARCADO CE

- EN 12620 Áridos para hormigón.
- EN 13043 Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales.
- EN 13055-1 Áridos ligeros para hormigón, mortero e inyectado.
- EN 13139 Áridos para morteros.
- EN 13242 Áridos para materiales tratados con ligantes hidráulicos y materiales no tratados utilizados para los trabajos de ingeniería civil y para la construcción de carreteras.
- EN 13383-1 Escolleras.
- EN 13450 Áridos para balasto.
- EN 13055-2 Áridos ligeros para mezclas bituminosas, tratamientos superficiales y aplicaciones en capas tra- tadas y no tratadas (desde el año 2005).

DOCUMENTACION EXIGIDA

Certificado de Conformidad del Control de Producción en Fábrica (Emitido por el Organismo Notificador).

Declaración de Prestaciones del árido (emitido por el fabricante)

Etiquetado del árido emitido por el Fabricante.

Inscripción en el registro de productores de residuos de RCD en la Comunidad Autónoma correspondiente.

Inscripción como instalación autorizada de valorización de RCD en la Comunidad Autónoma correspondiente.

AENOR
Confía

CertlflCado de Conformldad del control de producclón en fábIlCá

0099/CPR/A60/0945

En cumplimiento del Reglamento de Productos de Construcción (UE) 305/2011, de 9 de marzo de 2011, el organismo notificado AENOR (nº 0099) ha emitido este certificado a favor de

MAC INSULAR, S.L.

con domicilio social en	PI DE SES VELES. CL ROMANI, 2 07193 BUNYOLA (Islas Baleares - España)
Producto de construcción	Áridos
Ver norma armonizada en el Anexo	
Referencias	Detalladas en el Anexo al Certificado
Centro de producción	PT1 - BUNYOLA. CL ROMANI, 2 - PI SES VELES 07193 BUNYOLA (Islas Baleares - España)
Esquema de certificación	Se han aplicado todas las disposiciones del sistema 2+ para la evaluación y verificación de constancia de las prestaciones, según lo descrito en el Anexo ZA de las normas armonizadas aplicables mencionadas en el anexo. El control de producción en fábrica cumple los requisitos establecidos en ellas. Este certificado permanecerá en vigor hasta su fecha de expiración, siempre y cuando no hayan cambiado los métodos de ensayo y los requisitos del control de producción en fábrica incluidos en la norma armonizada para evaluar las prestaciones de las características declaradas, y el producto y las condiciones de fabricación no se hayan modificado significativamente.
Primera emisión	2014-11-05
Última emisión	2023-11-05
Expiración	2026-11-05

Rafael GARCIA MEIRO
CEO

ENAC
CERTIFICACIÓN
ISO 17065
Nº1 / C-PR356

AENOR INTERNACIONAL S.A.U.
Génova, 6. 28004 Madrid. España
Tel. 91 432 60 00.- www.aenor.com

AENOR
Confía

Certificado de Conformidad del control de producción en fábrica

0099/CPR/A60/0945

Anexo al Certificado

Norma Aplicable	Tamaño (d/D)
EN 12620:2002+A1:2008	0/8 ; 8/40
EN 13242:2002+A1:2007	0/8 ; 0/16 ; 8/40

Primera emisión 2014-11-05
Última emisión 2023-11-05
Expiración 2026-11-05

ENAC
CERTIFICACIÓN
ISO 17065
Nº1 / C-PR356

AENOR INTERNACIONAL S.A.U.
Génova, 6. 28004 Madrid. España
Tel. 91 432 60 00.- www.aenor.com

AENOR
Confía

CertlflCado de Conformldad del control de producclón en fábIlCá

0099/CPR/A60/0946

En cumplimiento del Reglamento de Productos de construcción (UE) 305/2011, de 9 de marzo de 2011, el organismo notificado AENOR (n° 0099) ha emitido este certificado a favor de

MAC INSULAR, S.L.

con domicilio social en PI DE SES VELES (LROMANI, 20/193 BUNYOLA Islas Baleares - España)

Producto de construcción Áridos

Ver norma armonizada en el Anexo Detallada en el Anexo ZA del EN 13139:2002

Referencias

Centro de producción PT2 - SANTA MARGARITA. CR STA. MARGARITA - CA'N PICAFORT, KM 0,7 07450 SANTA MARGARITA (Islas Baleares - España)

Esquema de certificación

Se han aplicado todas las disposiciones del sistema 2+, para la evaluación y verificación de constancia de las prestaciones, según lo descrito en el Anexo ZA de las normas armonizadas aplicables mencionadas en el anexo. El control de producción en fábrica cumple los requisitos establecidos en ellas.

Este certificado permanecerá en vigor hasta su fecha de expiración, siempre y cuando no hayan cambiado los métodos de ensayo y los requisitos del control de producción en fábrica incluidos en la norma armonizada para evaluar las prestaciones de las características declaradas, y el producto y las condiciones de fabricación no se hayan modificado significativamente.

Primera emisión 2014-11-05
Última emisión 2023-11-05
Expiración 2026-11-05

Rafael GARCIA MEIRO
CEO

ENAC
CERTIFICACIÓN
ISO 17065
Nº1 / C-PR356

AENOR INTERNACIONAL S.A.U.
Génova, 6. 28004 Madrid. España
Tel. 91 432 60 00.- www.aenor.com

AENOR
Confía

Certificado de Conformidad del control de producción en fábrica

0099/CPR/A60/0946

Anexo al Certificado

Norma Aplicable	Tamaño (d/D)
EN 12620:2002+A1:2008	0/8 ; 8/40
EN 13242:2002+A1:2007	0/8 ; 0/16 ; 8/40

Primera emisión 2014-11-05
Última emisión 2023-11-05
Expiración 2026-11-05

ENAC
CERTIFICACIÓN
ISO 17065
Nº1 / C-PR356

AENOR INTERNACIONAL S.A.U.
Génova, 6. 28004 Madrid. España
Tel. 91 432 60 00.- www.aenor.com

14

DECLARACIÕN DE PRESTACIONES

NO DdP PT1: 0099/CPR/A60/0945

PLANTA DE PRODUCCIÕN:
PT-1 BUNYOLA
C/ Romani, 2- Pol. Ind. Ses Veles
07193 BUNYOLA (Baleares)

D • - ï t % ä " ° - ‹ Œ & . x Æ ¥ d 4 / 4 a @ k " Æ g @ B * Œ • a Z Æ A f 1 •

UNE-EN 12620:2003+A1:2009 "Áridos para hormigón, prefabricados y otros usos"

UNE-EN 13242:2003+A1:2008 "Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerados hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes"

El Organismo notificado № 0099 (AENOR) ha realizado la evaluación/ verificación de la constancia de las prestaciones y ha expedido el certificado de constancia de prestaciones N°- 0099/CPR/A60/0945. Emitido (por primera vez) el 05 de noviembre de 2014.

Tamaño de las partículas			0/8 mm	8/40mm	0/16 mm	0/8 mm	8/40mm
Procedencia/ categorización			Árido reciclado mixto hormigón (ARMH) Fl_{15}	Árido Reciclado Grueso Mixto de Hormigón (ARMh)	Árido reciclado mixto hormigón (ARMH)		Árido Reciclado Grueso Mixto de Hormigón (ARMh)
Ensayo		**Norma**	UNE-EN 12620 f_{16}		f_{25}	UNE-EN 1324	2
Granulometría 'Granulometrías típicas	**áridos**	UNE-EN 933-1:2012	G 90 *LA50	Gc 90/15 2* Gt 17,5	GA 85 Gtø 25	Gą 85 1" GTS 10	Gc 85/15 2" Gt 20/17,5
Forma de las partículas		UNE-EN 933-3:2012		F_{20}		F z o	
Limpieza	Calidad de los finos (EA	UNE-EN 933-8:2012+A1:2015	EA>60	NPD	EA>25	EA>60	NPD
	Azul de Metileno	UNE-EN 933-9:2023	NPD		MB <10	S_1 NPD	
	Contenido en finos	UNE-EN 933-1:2012		*1,5		'12	'2
Resistencia a la fragmentación de los gruesos (Los Ángeles)		1097-2:2021			'45		
Caras de Fractura		UNE-EN 933-5:2023	NPD		GNR/50		
Ensayo de clasificación		UNE-EN 933-11:2009	Rc45, Rcu70, Rb30-, Ra5-, XRg2-, FL5		Rc45, Rcug70, Rb30-, Ra5-, Rg2-, X1-, FL5-		
Propiedades químicas de los **áridos**	Cloruros solubles en ácida	UNE-EN 1744-5:2007	< 0,1%		NPD		
	Sulfatos solubles en agua	UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013 Cap10	SSØR		SS 7		
	Azufre tota	UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013					
	Contaminantes Orgánicos Húmicos	UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013 Cap.15.1					
	Influencia en los tiempos de fraguado del cement	UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013					
Absorción de agua		UNE-EN 1097-6:2014	WA_{24} < 5º»	WA_{24} < 9º»	WA_{24} < 5%		WA_{24} < 9%
Densidad de las partículas		UNE-EN 1097-6:2014	2,4-3 g/cm'		2,4-3 g/cm*		
Sulfato de Magnesio		UNE-EN 1367-2:2010	SM g				

1" Granulometría típica Z-0/8-T-R (ARMh):

8	5	4	2	1	0,063
100	90	80	60	45	10
± 0,1	-	± 3	-	± 5	± 2

2" Granulometría típica AG-8/40-T-R (ARMh):

40	31,5	20	16	12,5	8	4
100	80	20	8	3	1,5	1
-	-	± 10	-	-	8 -	-

(MÁS CLARO QUE EL PATRÓN)

(MÁS CLARO QUE EL PATRÓN)

La presente declaración de prestaciones se emite bajo la única responsabilidad del fabricante identificado en la prese prestaciones.

En Bunyola a 27 de agosto de 2024

Firmado:

José Bauzá de Mirabó
Director General

CE

14

DECLARACIÓN DE PRESTACIONES

Nº DdP PT2: 0099/CPR/A60/0946

PLANTA DE PRODUCCIÓN:
PT-2 STA. MARGARITA
Ctra. Sta. Maragarita - Ca´n Picafort Km 0,7. Corral Serra
07450 STA. MARGARITA (Baleares)

mac insular

Normas de aplicación:
UNE-EN 12620:2003+A1:2009 "Áridos para hormigón, prefabricados y otros usos"
UNE-EN 13242:2003+A1:2008 "Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerados hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes"
Sistema de Evaluación y Verificación de las Prestaciones del Producto:
El Organismo notificado Nº 0099 (AENOR) ha realizado la evaluación/ verificación de la constancia de las prestaciones y ha expedido el certificado de constancia de prestaciones Nº 0099/CPR/A60/0945. Emitido (por primera vez) el 05 de noviembre de 2014.

Código identificación producto			Z-0/8-T-R (ARMh)	AG-8/40-T-R (ARMh)	Z-0/16 -T-R (ARMh)	Z-0/8-T-R (ARMh)	AG-8/40-T-R (ARMh)
Tamaño de las partículas			**0/8 mm**	**8/40mm**	**0/16 mm**	**0/8 mm**	**8/40mm**
Procedencia/ categorización			Árido reciclado mixto hormigón (ARMH)	Árido Reciclado Grueso Mixto de Hormigón (ARMh)	Árido reciclado mixto hormigón (ARMH)		Árido Reciclado Grueso Mixto de Hormigón (ARMh)
Ensayo		**Norma**	**UNE-EN 12620**		**UNE-EN 13242**		
Granulometría *Granulometrías típicas		UNE-EN 933-1:2012	G_A90 1*	Gc 90/15 2* G_T 17,5	G_A 85 G_{TA} 25	G_A 85 1* G_{TA} 10	Gc 85/15 2* G_T 20/17,5
Forma de las partículas		UNE-EN 933-3:2012	FI_{15}	FI_{20}	FI_{20}		
Limpieza	Calidad de los finos (EA)	UNE-EN 933-8:2012+A1:2015	EA>60	NPD	EA>25	EA>60	NPD
	Azul de Metileno	UNE-EN 933-9:2023	NPD		MB <10	NPD	
	Contenido en finos	UNE-EN 933-1:2012	f_{10}	$f_{1,5}$	f_{20}	f_{12}	f_2
Resistencia a la fragmentación de los áridos gruesos (Los Ángeles)		UNE-EN 1097-2:2021	LA_{50}		LA_{45}		
Caras de Fractura		UNE-EN 933-5:2023	NPD		$G_{NR/50}$		
Ensayo de clasificación		UNE-EN 933-11:2009	Rc50, Rcu70, Rb30-, Ra5-, XRg2-, FL5-		Rc50, Rcug70, Rb30-, Ra5-, Rg2-, X1-, FL5-		
Propiedades químicas de los áridos	Cloruros solubles en ácido	UNE-EN 1744-5:2007	< 0,1%		NPD		
	Sulfatos solubles en agua	UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013 Cap.10	SS_{NR}		$SS_{0,7}$		
	Azufre total	UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013 Cap.11	≤ 1%		S_1		
	Sulfatos solubles en ácido	UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013 Cap.12	$AS_{1,4}$		$AS_{1,4}$		
	Contaminantes Orgánicos húmicos	UNE-EN 1744-1:2010+A1:2013 Cap.15.1	CUMPLE (MÁS CLARO QUE EL PATRÓN)		CUMPLE (MÁS CLARO QUE EL PATRÓN)		
	Influencia tiempo inicial fraguado del cemento	UNE-EN 1744-6:2007	A_{120}		NPD		
Absorción de agua		UNE-EN 1097-6:2014	WA_{24} < 5%	WA_{24} < 9%	WA_{24} < 5%		WA_{24} < 9%
Densidad de las partículas		UNE-EN 1097-6:2014	2,4-3 g/cm^3		2,4-3 g/cm^3		
Sulfato de Magnesio		UNE-EN 1367-2:2010	SM_{18}		MS_{18}		

NPD: Prestación No Determinada

1* Granulometría típica Z-0/8-T-R (ARMh):

	8	5	4	2	1	0,063
%	100	88	77	55	38	9
Desviación	± 0	-	± 4	-	± 4	± 1,4

Tabla 1: Serie Básica+Serie 1

2* Granulometría típica AG-8/40-T-R (ARMh):

	40	31,5	20	16	12,5	8	4
%	100	85	33	15	5	2	1,5
Desviación	-	-	± 12	-	-	-	-

Tabla 1: Serie Básica+Serie 2

La presente declaración de prestaciones se emite bajo la única responsabilidad del fabricante identificado en la presente declaración de prestaciones.

En Bunyola a 27 de agosto de 2024

Firmado:

José María Bauzá de Mirabó
Director General

mac insular

- Uso Público -

III Jornada de Construcción Sostenible “El fin de la declaración de residuo"

GUIA DE USO DE ARIDOS RECICLADOS DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

ARIDOS NO SUJETOS A MARCADO CE.

- SR-SEL. Suelo reciclado seleccionado de RCD
- SR-ADE. Suelo reciclado tolerable de RCD
- SR-TOL. Suelo reciclado adecuado de RCD
- AR. Arena reciclada de RCD para su empleo en camas de tuberías
- GR. Gravas drenantes recicladas de RCD
- RA. Material fresado y preparado de mezclas bituminosas
- SCR. Suelocemento reciclado de RCD
- GCR. Gravacemento reciclada de RCD
- HCR. Hormigón seco compactado con áridos gruesos reciclados de residuos de hormigón

Se está desarrollando un **REGLAMENTO CAC-ASPROCON para la certificación particular de**, a petición de la Consejería, que se encuentra en fase avanzada.

DOCUMENTACION EXIGIDA

Inscripción en el registro de productores de residuos de RCD en la en la Comunidad Autónoma correspondiente.

Inscripción como instalación autorizada de valorización de RCD en la Comunidad Autónoma correspondiente.

Declaración de conformidad de áridos reciclados procedentes de RCD no sujetos a regulación armonizada.

Certificado particular de producto de la CAC-ASPROCON, conforme al presente reglamento.

Etiquetado de los productos, conforme al presente reglamento.

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

Certificado de suministro de materiales a obra.

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD
ÁRIDO RECICLADO PROCEDENTE DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) SIN REGULACIÓN ARMONIZADA

EL FABRICANTE

Razón Social, NIF, Datos de contacto: *Identificación del centro de producción:*

DECLARA QUE EL PRODUCTO

Denominación de fabricante:

Identificación conforme al reglamento de áridos reciclados de RDC de la CAC-ASPROCON:

COD.	TIPO	GRANULOMETRÍA	ORIGEN
RA	MATERIAL FRESADO Y PREPARADO DE MEZCLAS BITUMINOSAS		
USO PREVISTO			CATEGORÍA

Ha sido fabricado conforme a un sistema de control de producción para la fabricación de áridos reciclados procedentes de residuos de construcción y demolición (RCD), conforme con los requisitos establecidos por el Reglamento de certificación particular de producto de áridos reciclados procedentes de RCD de la CAC-ASPROCON, cumpliendo las siguientes características técnicas de calidad:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PRODUCTO

Tamaño máximo UNE-EN 933-1		≤ 22 mm
Granulometría UNE-EN 933-2	**> 2**	± 4 % (1)
	> 0,063 y ≤ 2	± 2 % (1)
	≤ 0,063	± 1 % (1)
Contenido de ligante UNE-EN 12697-1		± 0,3 % (1)
Penetración del ligante recuperado UNE-EN 1426		± 4 (1/10 mm)
Sustancias sólidas contaminantes UNE EN 13108-8	**Grupo 1**	≤ 1%
	Grupo 2	≤ 0,1%

(1) sobre masa total material en seco

CONFORME FABRICANTE

Fecha:

Sello y firma:

CAC-ASPROCON · CERTIFICATE · CERTIFICADO · CALIDAD · QUALITY

CERTIFICADO PARTICULAR DE PRODUCTO

ÁRIDOS RECICLADOS RCD

Nº XXXX-XX

GUIA DE USO DE ARIDOS RECICLADOS DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

COMPONENTES DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS PROCEDENTES DE RCD

1. ARIDOS DE ORIGEN MIXTO

Origen hormigón (Rc), piedra(Ru), tabiquería, baldosa y teja principalmente (Rb).
Uso Subbase y base, cimiento y núcleo de terraplén, rellenos, caminos de servicio, caminos peatonales, caminos-accesos a viviendas unifamiliares, explanaciones de servicio a obras u otros menesteres eventuales y para recibir, asentar conducciones canalizaciones y mantenimiento de
camino y saneos en obra.

GUIA DE USO DE ARIDOS RECICLADOS DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

COMPONENTES DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS PROCEDENTES DE RCD

2. ARIDOS DE ORIGEN HORMIGON

Origen es principalmente de residuos de hormigón, mortero (Rc) o elementos prefabricados de hormigón y piedra (Ru).
Uso para áridos para hormigón y mortero, bases/sub-base de carreteras con restricciones a tráfico según PG-3, cimiento y núcleo de terraplén, rellenos, caminos de servicio, caminos peatonales, caminos accesos a viviendas unifamiliares, explanaciones de servicio a obras u otros menesteres eventuales y para recibir, asentar conducciones canalizaciones y mantenimiento de caminos

COMPONENTES DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS PROCEDENTES DE RCD

3. **ÁRIDOS DE ORIGEN MBC**

Origen es de mezclas bituminosas no peligrosas procedentes del fresado o renovación de pavimentos (Ra).
Uso para Reciclado in situ o en central en caliente de Mezclas Bituminosas; cimiento y núcleo de terraplén; rellenos, caminos de servicio, peatonales, caminos y accesos a viviendas unifamiliares, explanaciones de servicio a obras u otros menesteres eventuales, y para recibir, asentar conducciones – canalizaciones y mantenimiento de caminos.

GUIA DE USO DE ARIDOS RECICLADOS DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Caracterización de los áridos reciclados procedentes de RCds (7 tipos de aridos)

1. Suelos reciclados de RCD
2. Zahorras artificiales recicladas de RCD
3. Áridos reciclados para hormigón y otros usos
4. Material de fresado y preparación de mezclas bituminosas
5. Suelocemento y gravacemento reciclado de RCD
6. Hormigón seco compactado
7. Grava emulsión.

III Jornada de Construcción Sostenible “El fin de la declaración de residuo"

GUIA DE USO DE ARIDOS RECICLADOS DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Caracterización de los áridos reciclados procedentes de RCds (para cada tipo)

1. Definición y clasificación
2. Materiales
3. Características generales
4. Empleo
5. Equipo necesario para la ejecución de las obras
6. Ejecución de las obras
7. Limitaciones a la ejecución
8. Control de Calidad
9. Medición y abono
10. Especificaciones técnicas y distintivos de calidad
11. Normativa de referencia

1.1 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 definimos 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.

Los tipos de suelos de reciclado de RCD especificados en esta guía son:

SUELO SELECCIONADO — SR-SEL

Suelo cuyas características cumplen las especificaciones definidas en los apartados E.1.3 y E.1.3.1 de este documento.

SUELO ADECUADO — SR-ADE

Suelo cuyas características cumplen las especificaciones definidas en los apartados E.1.3 y E.1.3.2 de este documento.

SUELO TOLERABLE — SR-TOL

Suelo cuyas características cumplen las especificaciones definidas en los apartados E.1.3 y E.1.3.3 de este documento.

1.2 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 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.

1.3 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.

Los 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.

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.

La **nomenclatura** utilizada para los componentes es:

Rc Hormigón, productos de hormigón, morteros. Unidades de albañilería de hormigón.

Ru Áridos no tratados, piedra natural. Áridos tratados con conglomerantes hidráulicos

Rb Unidades de albañilería de arcilla (es decir, ladrillos y tejas). Unidades de albañilería de silicato de calcio. Hormigón aireado no flotante.

Ra Materiales bituminosos.

Rg Vidrio

FL Material flotante en volumen.

X Otros (cohesivos (es decir, arcillas y arena)) y varios (metales (ferrosos y no ferrosos), madera no flotante, plástico y caucho y yeso).

Los suelos de reciclado especificados en esta guía son:

SR - SEL Seleccionado

El material grueso analizado de acuerdo con el proyecto de norma UNE-EN 933-11, debe contener un porcentaje de:

X	< 3% en masa.
FL	< 10 cm3/kg.
Yeso	<1%.

SR - ADE Adecuado

El material grueso analizado de acuerdo con el proyecto de norma UNE-EN 933-11, debe contener un porcentaje de:

X	< 3% en masa.
FL	< 10 cm3/kg.
Yeso	< 2%.

SR - TOL Tolerable

El material grueso analizado de acuerdo con el proyecto de norma UNE-EN 933-11, debe contener un porcentaje de:

X	< 5% en masa.
FL	< 10 cm3/kg.
Yeso	< 2%.

1.3.1 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 (Dmax <100 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.

1.3.2 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 (Dmax < 100 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.

1.3.3 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 (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 Próctor normal UNE 103500, y presión de ensayo de dos décimas de megapascal (0,2 MPa).
- Hinchamiento libre según UNE 103601 inferior al tres por ciento (3%), para muestra remoldeada según el ensayo Próctor normal UNE 103500.

1.4 EMPLEO

En los siguientes apartados se indican en qué zonas de los rellenos de los terraplenes se pueden emplear los suelos de reciclados de RCD definidos en esta guía.

1.4.1 USO POR ZONAS

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

1.4.1.1 CORONACIÓN

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

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

1.4.1.2 CIMIENTO

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

1.4.1.3 NÚCLEO

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

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

1.4.1.4 ESPALDONES

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

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

1.4.2 GRADO DE COMPACTACIÓN

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

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

Los suelos podrán utilizarse según lo indicado en el punto anterior de forma que su densidad seca después de la compactación no sea inferior:

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

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

1.4.3 HUMEDAD DE PUESTA EN OBRA

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

- La necesidad de obtener la densidad y el grado de saturación exigidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en su defecto en esta guía.
- El comportamiento del material a largo plazo ante posibles cambios de dicha humedad (por ejemplo, expansividad o colapso).
- La humedad del material en la planta de tratamiento.

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

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

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

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

1.5 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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

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

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

1.6 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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

1.6.1 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE APOYO DEL RELLENO TIPO TERRAPLÉN

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

1.6.2 EXTENSIÓN DE LAS TONGADAS

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

1.6.3 HUMECTACIÓN Y DESECACIÓN

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

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

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

1.6.4 COMPACTACIÓN

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

Los valores de densidad y humedad a alcanzar serán los que se indican en los apartados E.1.4.2 y E.1.4.3 de esta guía, o los que, en su caso, fijen el Proyecto o el Director de las Obras.

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

1.7 LIMITACIONES A LA EJECUCIÓN

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

1.8 CONTROL DE CALIDAD

1.8.1 CONTROL DE PROCEDENCIA DE MATERIAL

El control de procedencia consistirá en:

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

1.8.1.1 CONTROL DOCUMENTAL

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

Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

a) La **certificación** de que el productor es un gestor autorizado para la valorización de residuos de construcción y demolición;

b) Los **documentos de origen**, hoja de suministro y etiquetado;

c) El **certificado de garantía del fabricante**, firmado por persona física;

d) El **certificado de suministro de materiales a obra**, firmado por persona física;

e) Los **documentos de conformidad o autorizaciones administrativas** exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente a la certificación voluntaria de estos productos.

En la sección de documentación de suministro y control de este capítulo se incluyen ejemplos de modelos de etiqueta de estos productos y de los documentos de certificados de garantía y suministro.

1.8.1.2 VERIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

El Proyecto o, en su caso, la Dirección de Obra, decidirá la conveniencia de realizar una visita de inspección de la instalación, por parte del Laboratorio de control y la Dirección de la Obra, de acuerdo con los criterios y fichas de inspección elaboradas por la administración competente correspondiente. Tras la visita se documentará lo siguiente:

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

1.8.1.3 ENSAYOS DE CONTROL DE PROCEDENCIA

Para cualquier volumen de producción previsto, se ensayará un mínimo de cuatro (4) muestras, añadiéndose una (1) más por cada diez mil metros cúbicos (10.000 m3) o fracción, de exceso sobre cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m3).

Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:

- **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 o 103501** Geotecnia. Ensayo de compactación Próctor normal o Próctor modificado, según sea el ensayo exigido en obra.
- **UNE 103502** Método de ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo.
- **UNE 103601** Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro.
- **NLT 114** Determinación del contenido de sales solubles de los suelos.
- **NLT 115** Contenido de yeso en suelos.
- **NLT 254** Ensayo de colapso en suelos.

1.8.2 CONTROL DE EJECUCIÓN

1.8.2.1 CONTROL DE FABRICACIÓN/RECEPCIÓN

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

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

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

Por cada diez mil metros cúbicos (1.000 m^3) de material producido:

- UNE 103500 o 103501 Geotecnia. Ensayo de compactación Próctor normal o Próctor modificado, según sea el ensayo exigido en obra.

Por cada cinco mil metros cúbicos (5.000 m^3) de material producido:

- UNE 103101 Análisis granulométrico de suelos por tamizado.
- UNE 103103 Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande.
- UNE 103104 Determinación del límite plástico de un suelo.

Por cada diez mil metros cúbicos (10.000 m^3) de material producido:

- UNE 103201 Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo.
- UNE 103204 Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico.
- UNE 103302 Determinación de la densidad relativa de las partículas de un suelo.
- UNE 103502 Método de ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo.

1.8.2.2 PUESTA EN OBRA

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

Se comprobarán frecuentemente:

- **La humedad de los suelos,** mediante procedimientos aceptados por el Director de las Obra:
  - A su llegada a obra.
  - En el momento de la compactación.
- **La composición y forma de actuación del equipo de puesta en obra y compactación**, verificando:
  - Que el número y tipo de compactadores es el aprobado.
  - La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios.
  - El número de pasadas de cada compactador.

1.8.2.3 CONTROL DE LA COMPACTACIÓN

A- GENERALIDADES

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

B- ENSAYOS DE REFERENCIA

Ensayo de compactación Próctor

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

Estos ensayos se realizarán sobre los suelos previamente humectados como se indica en el apartado E.1.6.3 de esta guía.

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

- Pertenencia al mismo tipo de clasificación definida en el apartado E.1.1 de esta guía.

- Rangos de variación de la densidad seca máxima en el ensayo Próctor de referencia no superiores al tres por ciento (3%).
- Rangos de variación de la humedad óptima en el ensayo Próctor de referencia no superiores al dos por ciento (2%).

Dentro de cada grupo se establecerán los correspondientes valores medios de la densidad seca máxima y de la humedad óptima, que servirán de referencia para efectuar el análisis de los resultados del control. Se determinará asimismo la zona de validez indicada en el apartado 330.6.5.4 del PG-3.

El volumen de cada uno de esos grupos será mayor de veinte mil metros cúbicos (20.000 m3). En caso contrario se recurrirá a otro procedimiento de control.

En el caso de que los materiales procedentes de una determinada planta de tratamiento no puedan agruparse de la forma anteriormente descrita ni sea posible separarlos para su aprovechamiento, no será aplicable el método de control de producto terminado mediante ensayos Próctor, debiéndose recurrir al empleo intensivo del ensayo de carga con placa según NLT 357, con alguno complementario como el de huella según NLT 256, o el método de control de procedimiento, según determine el Director de las Obras.

Ensayo de carga con placa

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

Ensayo de la huella

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

C- DETERMINACIÓN "IN SITU"

Definición de lote

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

- Una longitud de carretera (una sola calzada en el caso de calzadas separadas) igual a quinientos metros (500 m).
- En el caso de la coronación una superficie de tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m2) y en el resto de las zonas, una superficie de cinco mil metros cuadrados (5.000 m2) si el terraplén es de menos de cinco metros (5 m) de altura y de diez mil metros cuadrados (10.000 m2) en caso contrario. Descontando siempre en el conjunto de estas superficies unas franjas de dos metros (2 m) de ancho en los bordes de la calzada y los rellenos localizados según lo definido en el artículo 332, "Rellenos localizados" del PG-3.
- La fracción construida diariamente.
- La fracción construida con el mismo material, de la misma planta de tratamiento y con el mismo equipo y procedimiento de compactación.

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

Muestras y ensayos a realizar en cada lote

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

- **Muestra de superficie**: Conjunto de cinco (5) puntos, tomados en forma aleatoria de la superficie definida como lote. En cada uno de estos puntos se determinará su humedad y densidad.
- **Muestra de borde:** En cada una de las bandas de borde se fijará un (1) punto por cada cien metros (100 m) o fracción. Estas muestras son independientes de las anteriores e independientes entre sí. En cada uno de estos puntos se determinará su humedad y densidad.
- **Determinación de deformaciones:** En coronación se hará un ensayo de carga con placa según NLT 357 por cada uno de los lotes definidos con anterioridad. En el resto de las zonas el Director de las Obras podrá elegir entre hacer un ensayo de placa de carga por cada lote o bien hacer otro tipo de ensayo en cada lote, como puede ser el de huella, de forma que estando convenientemente correlacionadas se exijan unos valores que garanticen los resultados del ensayo de placa de carga, aspecto este que se comprobará, al menos, cada cinco (5) lotes.

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

Para medir la densidad seca "in situ" podrán emplearse procedimientos de sustitución (método de la arena UNE 103503, método del densímetro, etc.), o preferentemente métodos de alto rendimiento como los métodos nucleares con isótopos radiactivos. En todo caso, antes de utilizar estos últimos, se calibrarán sus resultados con las determinaciones dadas por los procedimientos de sustitución. Esta calibración habrá de ser realizada para cada uno de los grupos de materiales definidos anteriormente y se comprobará al menos una vez por cada diez (10) lotes ensayados. De forma análoga, se procederá con los ensayos de humedad, por secado según UNE 103300 y nucleares.

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

D- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

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

1.9 MEDICIÓN Y ABONO

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

1.10 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD

El cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias requeridas a los productos contemplados en esta guía se podrá acreditar por medio del correspondiente certificado que, cuando dichas especificaciones estén establecidas exclusivamente por referencia a reglamentos de producto, podrá estar constituido por un certificado voluntario de conformidad a dichos reglamentos.

1.11 NORMATIVA DE REFERENCIA

Esta guía incorpora referencia a otras publicaciones. Para las referencias sin fecha 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.
- **NE 103103** Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande.
- **UNE 103104** Determinación del límite plástico de un suelo.
- **UNE 103201** Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo.
- **UNE 103204** Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico.
- **UNE 103300** Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa.
- **UNE 103302** Determinación de la densidad relativa de las partículas de un suelo.
- **UNE 103500** Geotecnia. Ensayo de compactación Próctor normal.
- **UNE 103501** Geotecnia. Ensayo de compactación Próctor modificado.
- **UNE 103502** Método de ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo.
- **UNE 103503** Determinación "in situ" de la densidad de un suelo por el método de la arena.
- **UNE 103601** Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro.
- **UNE 103900** Determinación in situ de la densidad y de la humedad de suelos y materiales granulares por métodos nucleares: pequeñas profundidades.
- **NLT 114** Determinación del contenido de sales solubles de los suelos.
- **NLT 115** Contenido de yeso en suelos.
- **NLT 254** Ensayo de colapso en suelos.
- **NLT 256** Ensayo de huella en terrenos.
- **NLT 357** Ensayo de carga con placa.

2.1 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, cuya 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, de acuerdo con la norma UNE EN 933-11.

La nomenclatura utilizada para los componentes es:

Rc Hormigón, productos de hormigón, morteros. Unidades de albañilería de hormigón.

Ru Áridos no tratados, piedra natural. Áridos tratados con conglomerantes hidráulicos.

Rb Unidades de albañilería de arcilla (es decir, ladrillos y tejas). Unidades de albañilería de silicato de calcio. Hormigón aireado no flotante.

Ra Materiales bituminosos.

Rg Vidrio.

FL Material flotante en volumen.

X Otros (cohesivos -es decir, arcillas y arena-) y varios (metales -ferrosos y no ferrosos-), madera no flotante, plástico y caucho y yeso).

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 este material, se especifica como (Rc+Ru+Rg)90, Rg 2-, X1-, FL5. El material grueso analizado de acuerdo con la norma UNE-EN 933-11, debe contener un porcentaje de:

Rc + Ru + Rg	≥ 90 % en masa
Rg	≤ 2% en masa
X	< 1% en masa
FL	< 5 cm3/kg

- **Zahorra artificial reciclada mixta Tipo I de RCD, (ZARM I)**, al constituido por trituración controlada de residuos de RCD. La categoría de este material, se especifica como (Rc+Ru+Ra)70, (Rc+Ru)55, X1-, FL10-. El material grueso analizado de acuerdo con la norma UNE-EN 933-11, debe contener un porcentaje de:

Rc + Ru + Ra	≥ 70 % en masa
Rc+Ru	≥ 55 % en masa
X	< 1% en masa
FL	< 1 cm3/kg

- **Zahorra artificial reciclada mixta Tipo II de RCD, (ZARM II)**, al constituido por trituración controlada de residuos de RCD. La categoría de este material se especifica como (Rc+Ru+Ra)70, (Rc+Ru)55, X2-, FL2-. El material grueso analizado de acuerdo con la norma UNE-EN 933-11, debe contener un porcentaje de:

Rc + Ru + Ra	≥ 70 % en masa
Rc+Ru	≥ 55 % en masa
X	< 2% en masa
FL	< 2 cm3/kg

- **Zahorra artificial reciclada asfáltica, (ZARA)**, al constituido por trituración controlada de residuos de mezclas bituminosas. La categoría de este material, se especifica como (Rc+Ru+Ra)90, (Ra)50, X1-, FL5-. El material grueso analizado de acuerdo con la norma UNE-EN 933-11, debe contener un porcentaje de:

Rc + Ru + Ra	≥ 90 % en masa
Rc+Ru	≥ 50 % en masa
X	< 1% en masa
FL	< 5 cm3/kg

Cuando la composición de este tipo de zahorra es muy elevada, (casi en exclusiva) de residuos asfálticos, presenta grandes dificultades para su puesta en obra, por lo que puede resultar necesario mezclar la zahorra asfáltica con material fino (de cantera, préstamo o finos RCD de la propia planta), que mejore su estructura granulométrica (encaje en el huso solicitado) y su puesta en obra.

2.2 MATERIALES

NORMA UNE EN 13242.
OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

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.

2.3 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 (≤ 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.

2.3.1 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.

2.3.2 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 3. 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 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 3.

ZARHor	ZARM	ZARA
>35	>30	>35

Tabla 3. Equivalente de arena (SE4).

2.3.3 PLASTICIDAD

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

La zahorra ZARM II podrá ser plástica con las siguientes limitaciones:

- Límite líquido (UNE 103103) inferior a 25 (LL<25).
- Índice de plasticidad (UNE 103103 y UNE 103104) inferior a 6 (IP<6).

2.3.4 CAPACIDAD DE 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 I y ZARA > 40. Para la zahorra ZARM II > 20.

2.3.5 REQUISITOS GEOMÉTRICOS

2.3.5.1 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.

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 son según 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.

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

Tabla 4. Husos granulométricos cernido acumulado (% en masa).

2.3.5.2 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).

2.3.5.3 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 5.

Partículas trituradas	Categoría de tráfico	
	T2	T3-T4
Partículas total y parcialmente trituradas Cc(%)	> 70	> 50
Partículas totalmente redondeadas CTR (%)	< 10	

Tabla 5. Categoría de los porcentajes de partículas trituradas o fracturadas y de partículas totalmente redondeadas de las zahorras.

2.3.6 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 6.

Coeficiente de los Ángeles			
Tipo de zahorra	Capas granulares de firmes		
	T2	T3	T4
ZARHor	≤ 35 (LA35)	≤ 40 (LA40)	≤ 45 (LA45)
ZARM			
ZARA			

Tabla 6. Categoría del valor máximo del coeficiente de los Ángeles.

2.3.7 REQUISITOS QUÍMICOS

2.3.7.1 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 7.

Tipo de Zahorra	ZARHor, ZARM y ZARA	
Situación de obra	-	En contacto con una capa tratada con cemento o una estructura de hormigón
Contenido de azufre total (%S)	≤ 1,8	-
Categoría (S)	S 1,8	-
Contenido en sulfatos solubles en agua (% SO4)	≤ 0,7	≤ 0,5
ZARA	SS0,7	-

Tabla 7. Contenidos máximos en compuestos de azufre.

2.3.7.2 COMPUESTOS ORGÁNICOS

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

2.4. EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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

2.4.1 CONSIDERACIONES GENERALES

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

2.4.2 CENTRAL DE FABRICACIÓN

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

2.4.3 ELEMENTOS DE TRANSPORTE

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

2.4.4 EQUIPOS DE EXTENSIÓN

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

2.4.5 EQUIPO DE COMPACTACIÓN

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.4.5 del PG-3.

2.5. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

2.5.1 ESTUDIO DEL MATERIAL Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

El ensayo Proctor se realiza en el laboratorio preparando porciones de la muestra de ensayo con distintos grados de humedad, que posteriormente serán compactados con una determinada energía, según el procedimiento normalizado, normal o modificado. Las humectaciones y compactaciones de estas porciones de muestras de acuerdo con el procedimiento mencionado se hacen sin ningún "tiempo de maduración", de tal manera que una vez amasada la porción de ensayo con la dotación de agua calculada se procede a su compactación. Los materiales procedentes del reciclado de RCD presentan un coeficiente de absorción de agua superior a los habituales de los áridos naturales. Esta absorción de agua, además, se produce de una manera más lenta que en el caso de los naturales, lo que afecta al procedimiento de los ensayos de compactación Proctor. El tiempo que transcurre en el laboratorio desde el amasado de las distintas porciones de la muestra de ensayo hasta su compactación en el molde no es suficiente para que se produzca la total absorción de agua por los áridos; en consecuencia, la humedad óptima que se determina, si partimos de muestras no suficientemente saturadas, es inferior a la necesaria para conseguir una correcta compactación en obra. Por ello, los ensayos Proctor para estos materiales hay que realizarlos tras una saturación previa, lo que se indica como ensayo Proctor "tras saturación". Deberán mantenerse en el estado de humedad un mínimo de una hora, tiempo que se incrementará lo necesario para garantizar que los áridos han completado su absorción de agua.

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.5.1 del PG-3, con la siguiente modificación: La humedad de puesta en obra y compactación se determinará con el ensayo de Proctor modificado UNE 103501, sobre las zahorras previamente humectadas con una dotación de agua en el entorno de la humedad óptima, (Proctor modificado "tras saturación").

2.5.2 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE QUE VA A RECIBIR LA ZAHORRA

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

2.5.3 PREPARACIÓN DEL MATERIAL

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

En los demás casos la zahorra estará humectada, en el entorno de la humedad óptima en los acopios de los que partirá a obra. En caso necesario, antes de extender una tongada se procederá a su homogeneización y ajuste de humedad; para ello se emplearán procedimientos sancionados por la práctica que garanticen, a juicio del Director de las Obras, las características previstas del material previamente aceptado, así como su uniformidad.

2.5.4 VERTIDO Y EXTENSIÓN DE LA ZAHORRA

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

2.5.5 COMPACTACIÓN DE LA ZAHORRA

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

2.5.6 PROTECCIÓN SUPERFICIAL

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.5.7 del PG-3.

2.6 TRAMO DE PRUEBA

Será de aplicación lo indicado en el apartado 510.6 del PG-3.

2.7 ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

2.7.1 DENSIDAD

Para las zahorras ZARHor y ZARM, la compactación deberá alcanzar una densidad no inferior al cien por cien (100%) de la máxima de referencia, obtenida en el ensayo Proctor modificado, según UNE 103501 realizado sobre la zahorra previamente humectada.

Cuando las zahorras ZARHor y ZARM se vayan a emplear en calzadas de carreteras con categoría de tráfico pesado T3 y T4 o en arcenes, se podrá admitir una densidad no inferior al noventa y ocho por ciento (98%) de la máxima de referencia obtenida en el ensayo Proctor modificado, según la UNE 103501 realizado sobre la zahorra previamente humectada.

Para la zahorra asfáltica (ZARA), la compactación deberá alcanzar una densidad no inferior al noventa y cinco por ciento (>95%) de la máxima de referencia, obtenida en el ensayo Proctor modificado, según UNE 103501 realizado sobre la zahorra previamente humectada. El Director de Obra valorará en el caso de que la densidad sea inferior al noventa y ocho por ciento (< 98%) el hacer un control de compactación con placas de carga.

En el caso de no conseguir esta densidad, la Dirección de la Obra podrá aceptar la tongada si cumpliese los requisitos solicitados de Capacidad soporte indicados en el Artículo E.2.7.2 de este documento.

2.7.2 CAPACIDAD SOPORTE

Para todas las zahorras recicladas (ZAR hor, ZARM y ZARA), el valor del módulo de deformación vertical en el segundo ciclo de carga (Ev2), del ensayo de carga vertical de suelos mediante placa estática de trescientos milímetros (300 mm) de diámetro nominal (norma UNE 103808), deberá superar los valores especificados en la tabla 8, según las categorías de explanada y de tráfico pesado.

Categoría de explanada	Categoría de tráfico pesado		
	T2	T3	T4 y arcenes
E3	150	120	100
E2	120	100	80
E1	100	80	80

Tabla 8. Valor mínimo de módulo Ev2 (MPa).

Además de lo anterior, el valor de la relación de módulos Ev2/Ev1 será inferior a dos unidades y dos décimas (2,2).

En pliegos particulares de algunas administraciones, se admite que no se cumpla la relación de módulos indicada, (K≤ 2.2), siempre que se cumplan las siguientes dos condiciones:

- *El valor obtenido para Ev2 sea igual o superior al solicitado.*
- *El valor obtenido para Ev1 sea superior al 60% de lo solicitado para Ev2.*

2.7.3 RASANTE, ESPESOR Y ANCHURA

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

2.7.4 REGULARIDAD SUPERFICIAL

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

2.8 LÍMITES DE LA EJECUCIÓN

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

2.9 CONTROL DE CALIDAD

2.9.1 CONTROL DE PROCENDENCIA DEL MATERIAL

Es preceptivo que el material disponga del marcado CE.

El control de procedencia consistirá en:

- Control documental.
- Visita de verificación de la instalación de fabricación de la zahorra.
- Ensayos de control de procedencia.

2.9.1.1 CONTROL DE PROCEDENCIA DEL MATERIAL

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

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

a) los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;

b) el certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y

c) los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción (Declaración de prestaciones, etiqueta CE y Certificado de conformidad de control de producción en fábrica), cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición del Reglamento de Productos para la Construcción que afecten a los productos suministrados.

En la sección de documentación de suministro y control de este capítulo se incluyen ejemplos de modelos de etiqueta de estos productos y de los documentos de certificados de garantía y suministro.

2.9.1.2 VERIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

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 visita se documentará lo siguiente:

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

2.9.1.3 ENSAYOS DE CONTROL DE PROCEDENCIA

Para cualquier volumen de producción previsto, se ensayará un mínimo de cuatro (4) muestras, añadiéndose una (1) más por cada diez mil metros cúbicos (10.000 m3) o fracción, de exceso sobre cincuenta mil metros cúbicos (50.000 m3).

Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:

- Clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados, según el apartado 5.6 de la norma UNE-EN 13242. Ensayo realizado según UNE-EN 933-11.
- Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1.
- Límite líquido e índice de plasticidad, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.
- Coeficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2.
- Equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8 y, en su caso, azul de metileno, según la UNE-EN 933-9.
- Índice de lajas, según la UNE-EN 933-3.
- Partículas trituradas, según la UNE-EN 933-5.
- Humedad natural, según la UNE-EN 1097-5.
- Contenido de azufre total UNE-EN 1744-1. Apartado 11
- Sulfatos solubles en agua en áridos reciclados UNE-EN 1744-1. Apartado 10.2
- Pérdida en el ensayo de sulfato de magnesio UNE-EN 1367-2.

2.9.2 CONTROL DE EJECUCIÓN

2.9.2.1 FABRICACIÓN

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

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

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

Para el control de fabricación se realizarán los siguientes ensayos:

- Por cada mil metros cúbicos (1.000 m3) de material producido, o cada día si se fabricase menos material, sobre un mínimo de dos (2) muestras, una por la mañana y otra por la tarde:
  - Equivalente de arena, según la UNE-EN 933-8 y, en su caso, azul de metileno, según la UNE-EN 933-9.
  - Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1.
- Por cada cinco mil metros cúbicos (5.000 m3) de material producido, o una (1) vez a la semana si se fabricase menos material:
  - Clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados, según el apartado 5.6 de la norma UNE-EN 13242. Ensayo realizado según UNE-EN 933-11.
  - Límite líquido e índice de plasticidad, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.
  - Próctor modificado, según la UNE 103501.
  - Índice de lajas, según la UNE-EN 933-3.
  - Partículas trituradas, según la UNE-EN 933-5.
  - Humedad natural, según la UNE-EN 1097-5.
  - Proporción de los componentes en los áridos gruesos reciclados, según la UNE-EN 933-11.
  - Contenido de azufre total UNE-EN 1744-1. Apartado 11.
  - Sulfatos solubles en agua en áridos reciclados UNE-EN 1744-1. Apartado 10.2.
  - Coeficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2.

El Director de las Obras podrá reducir la frecuencia de los ensayos a la mitad (1/2) si considerase que los materiales son suficientemente homogéneos, o si en el control de recepción de la unidad terminada (apartado 510.9.3 del PG3) se hubieran aprobado diez (10) lotes consecutivos.

2.9.2.2 PUESTA EN OBRA

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

Se comprobarán frecuentemente:

- El espesor extendido, mediante un punzón graduado u otro procedimiento aprobado por el Director de las Obras.
- La humedad de la zahorra, mediante procedimientos aceptados por el Director de las Obras:
  - A su llegada a obra.
  - En el momento de la compactación.
- La composición y forma de actuación del equipo de puesta en obra y compactación, verificando:
  - Que el número y tipo de compactadores es el aprobado.
  - El lastre y la masa total de los compactadores.
  - La presión de inflado en los compactadores de neumáticos.
  - La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios.
  - El número de pasadas de cada compactador.

2.9.3 CONTROL DE RECEPCIÓN DE LA UNIDAD TERMINADA

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

- Una longitud de quinientos metros (500 m) de calzada.
- Una superficie de tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m2) de calzada.
- La fracción construida diariamente.

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

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

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

Se realizará un (1) ensayo de carga con placa, según la UNE 103808, sobre cada lote. Se llevará a cabo una determinación de humedad natural en el mismo lugar en que se realice el ensayo de carga con placa.

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

Se controlará la regularidad superficial del lote a partir de las veinticuatro horas (24 h) de su ejecución y siempre antes de la extensión de la siguiente capa, mediante la determinación del índice de regularidad internacional (IRI), según la NLT-330, que deberá cumplir lo especificado en el apartado 510.74. del PG3.

2.10 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

2.10.1 DENSIDAD

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

Los valores de densidad y humedad de referencia serán los determinados con el Proctor modificado tras saturación, como se indica en el artículo E.2.7.1 de esta Guía.

2.10.2 CAPACIDAD DE SOPORTE

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

2.10.3 ESPESOR

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

2.10.4 RASANTE

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

2.10.5 REGULARIDAD SUPERFICIAL

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

2.11 MEDICIÓN Y ABONO

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

2.12 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD

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

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

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

2.13 NORMATIVA DE REFERENCIA

Esta guía incorpora referencia a otras publicaciones. Las referencias sin fecha aplican 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.
- **NLT-330** Cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI) en pavimentos de carreteras.
- **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 103503** Determinación "in situ" de la densidad de un suelo por el método de la arena.
- **UNE 103808** Ensayo de carga vertical de suelos mediante placa estática.
- **UNE 103900** Determinación in situ de la densidad y de la humedad de suelos y materiales granulares por métodos nucleares: pequeñas profundidades.
- **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 propieda-

3. ÁRIDOS RECICLADOS DE RCD PARA HORMIGÓN

3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

A efectos del Código Estructural (en adelante CEE), se define como árido reciclado al árido obtenido como producto de una operación de reciclado de residuos de hormigón, permitiéndose únicamente la utilización de árido grueso reciclado y en los términos recogidos en el presente artículo para la fabricación de hormigón reciclado (HR). Los áridos deben tener marcado CE según la norma UNE-EN 12620 y las propiedades definidas en la declaración de prestaciones (DdP) deberán cumplir lo establecido en el artículo 30 del CEE.

En este artículo se establecen los requisitos complementarios a los establecidos para los áridos convencionales que deben cumplir los áridos gruesos reciclados. Se mantienen por lo tanto vigentes para estos el resto de las prescripciones que no entren en contradicción con las recogidas en este apartado. Asimismo, en aquellos casos en los que se indique, se recogen especificaciones que se deben exigir a los áridos gruesos naturales para que la mezcla con los reciclados cumpla los requisitos de los apartados 30.1 a 30.7 del CEE.

Para su aplicación en hormigón estructural, el CEE no contempla porcentajes de sustitución superiores al 20% en peso sobre el contenido total de árido grueso. Por encima de este valor será necesaria la realización de estudios específicos y experimentación complementaria en cada aplicación, que deberá ser aprobada por la Dirección facultativa.

El árido grueso reciclado puede emplearse tanto para hormigón en masa como hormigón armado de resistencia característica no superior a 40 N/mm2, quedando excluido su empleo en hormigón pretensado.

Quedan fuera de los objetivos de este artículo:

- Los hormigones fabricados con árido fino reciclado.
- Los hormigones fabricados con áridos reciclados de naturaleza distinta del hormigón (áridos mayoritariamente cerámicos, asfálticos, etc.).
- Los hormigones fabricados con áridos reciclados procedentes de estructuras de hormigón con patologías que afectan a la calidad del hormigón tales como álcali-árido, ataque por sulfatos, fuego, etc.
- Hormigones fabricados con áridos reciclados procedentes de hormigones especiales tales como aluminoso, con fibras, con polímeros, etc.

En la fabricación de hormigones reciclados se podrán emplear áridos naturales rodados o procedentes de rocas machacadas.

Se considera que los áridos gruesos reciclados obtenidos a partir de hormigones estructurales sanos, o bien de hormigones de resistencia elevada, son adecuados para la fabricación de hormigón reciclado estructural, aunque deberá comprobarse que cumplen las especificaciones exigidas en los siguientes apartados.

3.2 MATERIALES

NORMA UNE EN 12620. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

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 origen nuevo o no habitual, así como los áridos naturales y manufacturados conocidos y tradicionales. Los áridos reciclados se incluyen en las normas existiendo normas de métodos de ensayo específicas para áridos reciclados 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 el origen y características de estos materiales. Durante este tiempo, estos materiales no habituales, cuando se pongan en el marcado como áridos, deben cumplir totalmente con esta norma y con la reglamentación nacional sobre sustancias peligrosas dependiendo de su uso previsto. Se pueden pedir características y requisitos específicos caso por caso dependiendo de la experiencia de uso del producto, 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.

3.3 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.

3.4 DESIGNACIÓN DE LOS ÁRIDOS

De conformidad con lo indicado en el apartado 30.2 del CEE, los áridos se designarán, de acuerdo con el siguiente formato:

d/D – IL- R

donde:

d/D Fracción granulométrica, comprendida entre un tamaño mínimo, d, y un tamaño

máximo, D, en mm.

IL Forma de presentación: R, rodado; T, triturado (de machaqueo); M, mezcla. R Reciclado.

En la fase de proyecto, a efectos de la especificación del hormigón, es necesario únicamente establecer para el árido su tamaño máximo en mm, de acuerdo con el apartado 33.6 del CEE (donde se denomina TM) y especificar el empleo de árido reciclado y su porcentaje de utilización).

3.5 ESPECIFICACIONES

3.5.1 REQUISITOS FÍSICO MECÁNICOS

El árido grueso reciclado deberá presentar una absorción no superior al 7%, y el árido grueso natural, con el que vaya a ser mezclado, no superior al 4,5%, determinados conforme a la norma UNE-EN 1097-5.

Para la resistencia al desgaste del árido grueso reciclado, el valor del coeficiente de Los Ángeles no será superior al 40% determinado conforme a la norma UNE-EN 1097-2.

3.5.2. REQUISITOS DE COMPOSICIÓN DEL ÁRIDO RECICLADO

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.

La nomenclatura utilizada para los componentes es:

- **Rc** Hormigón, productos de hormigón, morteros. Unidades de albañilería de hormigón.
- **Ru** Áridos no tratados, piedra natural. Áridos tratados con conglomerantes hidráulicos.
- **Ra** Materiales bituminosos.
- **Rg** Vidrio.
- **FL** Material flotante en volumen.
- **X** Otros (cohesivos -es decir, arcillas y arena-) y varios (metales -ferrosos y no ferrosos-, madera no flotante, plástico y caucho y yeso).

Elemento	Categoría	Límite
Hormigón, mortero, material pétreo	Rcu 95	≥ 95%
Partículas ligeras	FL 2-	≤ 2%
Materiales bituminosos	Ra1-	≤ 1%
Otros materiales (arcilla, vidrio, plásticos, metales, etc.)	XRg0.5-	≤ 0.5%

Tabla 9.- Requisitos de composición del árido grueso reciclado.

3.5.3 REACTIVIDAD ÁLCALI-ÁRIDO

Los áridos gruesos reciclados no presentarán reactividad potencial con los alcalinos del hormigón. Para el caso de los áridos reciclados procedentes de un único hormigón de origen controlado, entendiendo como tales hormigones de composición y características conocidas, se deberán realizar las comprobaciones indicadas en el articulado del CEE.

En el caso de áridos reciclados procedentes de hormigones de distinto origen, estos podrán utilizarse en los términos recogidos en el apartado 30.7.5 del CEE para los áridos considerados potencialmente reactivos.

3.6 CONTROL DE CALIDAD

3.6.1 CONTROL DE PROCEDENCIA

El control de procedencia de los materiales constituyentes consistirá en:

- Control documental.
- Visita de verificación de la instalación donde se fabrica la arena reciclada.
- Ensayos de control de procedencia.

3.6.1.1 CONTROL DOCUMENTAL

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

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

a) los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;

b) el certificado de garantía del fabricante, firmado por física; y

c) los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

La documentación mínima que el Contratista deberá entregar a la Dirección de la Obra será:

- La documentación de que este material ha sido preparado por un Gestor Autorizado para el tratamiento de RCD.
- Certificación voluntaria de este material.
- Certificado de suministro.
- Certificado de garantía.

3.6.1.2 VERIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE FABRICACIÓN

El Proyecto o en su caso, la Dirección de Obra, decidirá la conveniencia de realizar una visita de inspección de la instalación de fabricación de la arena, de acuerdo con los criterios y fichas de inspección elaboradas por la administración competente correspondiente.

Tras la cual se documentará:

- Origen de los materiales constituyentes.
- Acopios de los áridos.
- Procedimiento de fabricación de la arena.
- Control de producción.

3.6.1.3 ENSAYOS DE CONTROL DE PROCEDENCIA

La procedencia del material se ajustará a lo indicado en el artículo E.3.3.

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

- La **granulometría** del material reciclado, según la UNE EN 933-1.
- **Equivalente de arena** UNE EN 933-8 (Anexo A).
- **Índice de Lajas**, según la UNE-EN 933-3.
- **Absorción de agua**, según la UNE-EN 1097-6.
- **Resistencia a la fragmentación**, según la UNE-EN 1097-2.
- **Composición del árido grueso reciclado**, según la UNE-EN 933-11.
- **El contenido de compuestos totales de azufre**, según la UNE EN 1744-1. Ap. 11.
- **El contenido de cloruros**, según la UNE EN 1744-1.
- **El contenido de sulfatos solubles en agua** para áridos reciclados, según la UNE EN 1744-1, Ap. 10.2.
- **Contaminantes orgánicos húmicos**, según la UNE EN 1744-1. Ap. 15.1.
- **Reactividad álcali-árido**, según UNE 146509EX.

Este control de procedencia no será de aplicación obligatoria si la planta productora dispone de certificación para este material reciclado, de acuerdo con lo indicado en el apartado E.3.7.

3.7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD

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

Estos productos dispondrán, como mínimo, del obligado marcado CE conforme a la norma UNE-EN 12620. Si, además del marcado CE, los referidos productos disponen de una marca, sello o distintivo de calidad que asegure el cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias de este artículo, se reconocerá como tal cuando dicho distintivo esté homologado por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

3.8 NORMAS REFERIDAS EN ESTE ARTÍCULO

Esta guía incorpora referencia a otras publicaciones. Las referencias sin fecha aplican 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-EN 12620.** Áridos para hormigón.
- **Real Decreto 470/221 de 29 de junio** por el que se aprueba el Código Estructural.
- **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.

4. ARENA RECICLADA DE RCD PARA SU EMPLEO EN CAMAS DE TUBERÍAS

4.1 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 físico-químicas.

4.2 MATERIALES

NORMA UNE EN 13242.
OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

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.

4.3 CARACTERÍSTICAS 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, y 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 E.4.9.

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.

4.4 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.

4.5 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). En el caso de que el fabricante así lo desee, podrá indicar simplemente RCD.

Ejemplo: *Arena 0/8 reciclada de hormigón.*

Origen	Código LER
Hormigón	17 01 01
Cerámicos	17 01 02 y 17 01 03
Mezcla hormigón y cerámicos	17 01 07
Mezclas bituminosas	17 03 02
Tierras de excavación	17 05 04

Tabla 10. Ejemplos de origen de los RCD.

4.6 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.

4.6.1 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.

La nomenclatura utilizada para los componentes es:

Rc **Hormigón**, productos de hormigón, morteros. Unidades de albañilería de hormigón.

Ru **Áridos no tratados**, piedra natural. Áridos tratados con conglomerantes hidráulicos.

Rb **Unidades de albañilería de arcilla** (es decir, ladrillos y tejas). Unidades de albañilería de silicato de calcio. Hormigón aireado no flotante.

Ra **Materiales bituminosos.**

Rg **Vidrio.**

FL **Material flotante** en volumen.

X **Otros (cohesivos -es decir, arcillas y arena-) y varios (metales -ferrosos y no ferrosos-, madera no flotante, plástico y caucho y yeso).**

El contenido máximo de impurezas para la arena reciclada de RCD será del 1%: X < 1% en masa

4.6.2 GRANULOMETRÍA

4.6.2.1 TAMAÑO MÁXIMO

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

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	-

Tabla 11. Tamaño máximo de la arena.

4.6.2.2 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.

4.6.3 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.

4.6.4 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

La arena de reciclado deberá cumplir las siguientes características químicas:

- El contenido en sulfatos solubles en ácido, (SO3), 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 SO4 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.

4.7 CONTROL DE CALIDAD

4.7.1 CONTROL DE PROCEDENCIA DE LA ARENA RECICLADA

El control de procedencia de los materiales constituyentes consistirá en:

- Control documental.
- Visita de verificación de la instalación donde se fabrica la arena reciclada.
- Ensayos de control de procedencia.

4.7.1.1 CONTROL DOCUMENTAL

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

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

a) *los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;*

b) *el certificado de garantía del fabricante, firmado por física; y*

c) *los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las directivas europeas que afecten a los productos suministrados.*

La documentación mínima que el Contratista deberá entregar a la Dirección de la Obra será:

- La documentación de que este material ha sido preparado por un Gestor Autorizado para el tratamiento de RCD.
- Certificación voluntaria de este material.
- Certificado de suministro.
- Certificado de garantía.

En la sección de documentación de suministro y control de este capítulo se incluyen ejemplos de modelos de etiqueta de estos productos y de los documentos de certificados de garantía y suministro.

4.7.1.2 VERIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE FABRICACIÓN DE LA ARENA RECICLADA

El Proyecto o, en su caso, la Dirección de Obra, decidirá la conveniencia de realizar una visita de inspección de la instalación de fabricación de la arena, de acuerdo con los criterios y fichas de inspección elaboradas por la administración competente correspondiente.

Tras la cual se documentará:

- Origen de los materiales constituyentes.
- Acopios de los áridos.
- Procedimiento de fabricación de la arena.
- Control de producción.

4.7.1.3 ENSAYOS DE CONTROL DE PROCEDENCIA

La procedencia del material se ajustará a lo indicado en el artículo E.4.4.

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

- El límite líquido y el índice de plasticidad, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.
- El contenido de sulfatos solubles en ácido, segúr la UNE EN 1744-1. Ap. 12.
- El contenido de compuestos totales de azufre, según la UNE EN 1744-1. Ap. 11.
- El contenido de cloruros, según la UNE EN 1744-1.
- La granulometría del material reciclado, según la UNE EN 933-1.

En su caso,

- El contenido de sulfatos solubles en agua para áridos reciclados, según la UNE EN 1744-1 (Apdo, 10.2).
- Equivalente de arena UNE EN 933-8 (Anexo A).

Este control de procedencia no será de aplicación obligatoria si la planta productora dispone de certificación para este material reciclado, de acuerdo con lo indicado en el apartado E.4.9.

4.8 CONTROL DE EJECUCIÓN

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

Con el material reciclado que se produzca o reciba, se realizarán los siguientes ensayos:

Con frecuencia semanal:

- Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1.
- Límite líquido e índice de plasticidad, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.

En su caso,

- Equivalente de arena UNE EN 933-8 (Anexo A)

En el caso de que este material disponga de certificación de acuerdo con lo indicado en el apartado E.4.8., esta frecuencia de control podrá ser mensual.

Con frecuencia mensual:

- El contenido de compuestos totales de azufre, según la UNE EN 1744-1. Ap.11
- El contenido de sulfatos solubles en ácido, (SO3), según la UNE EN 1744-1. Ap.12
- El contenido de cloruros, según la UNE EN 1744-1.

En su caso,

- El contenido de sulfatos solubles en agua para áridos reciclados, según la UNE EN 1744-1 (Ap. 10.2).

En el caso de que este material disponga de certificación de acuerdo con lo indicado en el apartado E.4.9, esta frecuencia de control podrá ser trimestral.

4.9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD

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

El control de procedencia del material reciclado se podrá evitar, y se rebaja el control de recepción de este material durante la ejecución en el caso de que presente una certificación voluntaria de acuerdo con lo indicado en el presente apartado.

4.10 NORMAS REFERIDAS EN ESTE ARTÍCULO

Esta guía incorpora referencia a otras publicaciones. Las referencias sin fecha aplican 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.

5.1 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.

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 lo indicado en la norma UNE-EN 933-11.

La nomenclatura utilizada para los componentes es:

Rc **Hormigón**, productos de hormigón, morteros. Unidades de albañilería de hormigón.

Ru **Áridos no tratados**, piedra natural. Áridos tratados con conglomerantes hidráulicos

Rb **Unidades de albañilería de arcilla** (es decir, ladrillos y tejas). Unidades de albañilería de silicato de calcio. Hormigón aireado no flotante.

Ra **Materiales bituminosos.**

FL **Material flotante** en volumen.

X **Otros . En especial se determinará la proporción de partículas de yesos.**

El fabricante deberá declarar la categoría de la grava reciclada de acuerdo con lo indicado en la siguiente tabla 12.

Las proporciones de los materiales componentes de los productos reciclados se determinan según lo indicado en la norma UNE-EN 933-11.

Componente	Contenido Porcentaje en mesa	Categoría
Rc	≥ 90	Rc90
	≥ 80	Rc80
	≥ 70	Rc70
	≥ 50	Rc50
	< 50	Rcdeclarado
	Sin requisitos	RcNR
Rc + Ru	≥ 95	Rcu95
	≥ 90	Rcu90
	Rb	Rcu70
	≥ 50	Rcu50
	Ra	Rcudeclarado
	X + Rg	RcuNR
Rb	≤ 10	Rb10-
	FL	Rb30-
	≤ 50	Rb50-
	> 50	Rbdeclarado
	Sin requisitos	RbNR
Ra	≤ 1	Ra1-
	≤ 5	Ra5-
	≤ 10	Ra10-
X + Rg	≤ 0.5	XRg0.5-
	≤ 1	XRg1-
	≤ 2	XRg2-
Componente	Contenido cm3/kg	Categoría
FL	≤ 0.2[(a)]	FL0.2-
	≤ 2	FL2-
	≤ 5	FL5-

(a) La categoría ≤ 0.2 está destinada sólo para aplicaciones especiales que requieran un acabado superficial de alta calidad.

Tabla 12. Categoría de los componentes de los productos reciclados de RCD.

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 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.

5.3 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, 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 cumpla las prescripciones técnicas de esta guía y disponga de algún tipo de certificación voluntaria que incluya la documentación que se indica en el artículo E.5.9.

Estos 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.

5.4 PROCEDENCIA

El material procederá de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición. Dicha instalación, y el gestor correspondiente, deberán estar autorizados, 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.

5.5 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.*

5.6 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, y se fijan condiciones granulométricas para evitar punzonamientos y condiciones 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.

5.6.1 CATEGORÍA

Las limitaciones de composición para estas gravas son:

X	< 1%.
FL	< 5 cm3/kg.

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.

5.6.2. GRANULOMETRÍA

Las condiciones granulométricas para las gravas como material drenante son las indicadas en la tabla 13.

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

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 mechinal	> 1
Coeficiente de uniformidad	En rellenos drenantes localizados	Coeficiente de uniformidad (F60/F10)	< 20
	En drenes ciegos	Coeficiente 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.

Tabla 13. Condiciones granulométricas para gravas como material drenante.

5.6.3 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.

5.6.4 DESGASTE DE LOS ÁNGELES

El coeficiente de desgaste los Ángeles, según la UNE EN 1097-2, será inferior a los indicados en la tabla 14.

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

Tabla 14. Categoría del valor máximo del coeficiente de los Ángeles.

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.

5.6.5 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Las características químicas exigidas para las gravas para material drenante son las indicadas en la tabla 15.

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

Tabla 15. Especificaciones técnicas.

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.

5.7 CONTROL DE CALIDAD

5.7.1 CONTROL DE PROCEDENCIA DE LA GRAVA RECICLADA

El control de procedencia de los materiales constituyentes consistirá en:

- Control documental.
- Visita de verificación de la instalación donde se fabrica la grava reciclada.
- Ensayos de control de procedencia.

5.7.1.1 CONTROL DOCUMENTAL

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

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

a) los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;

b) el certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y

c) los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

La documentación mínima que el Contratista deberá entregar a la Dirección de la Obra será:

- La documentación de que este material ha sido preparado por un Gestor Autorizado para el tratamiento de RCD.
- Certificación voluntaria de este material.
- Certificado de suministro.
- Certificado de garantía.

5.7.1.2 VERIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE FABRICACIÓN DE LA GRAVA RECICLADA

El Proyecto o, en su caso, la Dirección de Obra, decidirá la conveniencia de realizar una visita de inspección de la instalación de fabricación de la grava reciclada de acuerdo con los criterios y fichas de inspección elaboradas por la administración competente correspondiente.

Tras la visita se documentará lo siguiente:

- Tipo de residuos empleados en la fabricación de la grava.
- Acopios del material reciclado.
- Procedimiento de fabricación.
- Control de producción.
- Certificación voluntaria.

5.7.1.3 ENSAYOS DE CONTROL DE PROCEDENCIA

La procedencia del material se ajustará a lo indicado en el apartado E.5.4.

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

- Clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados, según lo indicado en la tabla 14. Ensayo realizado según la UNE-EN 933-11.
- Determinación del contenido de partículas de yeso, según UNE EN 933-11.
- Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1.
- Límite líquido e índice de plasticidad, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.
- Índice de lajas UNE EN 933-3.
- Coeficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2.
- El contenido de compuestos totales de azufre, según la UNE EN 1744-1.

Este control de procedencia no será de aplicación obligatoria si la planta productora dispone de certificación para este material reciclado, de acuerdo con lo indicado en el apartado E.5.9.

5.8 CONTROL DE EJECUCIÓN

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

Con el material reciclado que se produzca o reciba, se realizarán los siguientes ensayos:

Con frecuencia semanal

- Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1, para cada fracción.
- Clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados, según el apartado 5.6 de la norma UNE-EN 13242. Ensayo realizado según la UNE-EN 933-11.
- Contenido en partículas de yeso, según UNE EN 933-11.
- Límite líquido e índice de plasticidad, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.

En el caso de que este material disponga de certificación de acuerdo con lo indicado en el apartado E.4.9., esta frecuencia de control podrá ser mensual.

Con frecuencia mensual

- Índice de lajas UNE EN 933-3.
- Coeficiente de Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2.
- El contenido de compuestos totales de azufre (% S), según la UNE EN 1744-1.

En el caso de que este material disponga de certificación de acuerdo con lo indicado en el apartado E.4.9., esta frecuencia de control podrá ser trimestral.

5.9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD

El cumplimiento de las especificaciones técnicas requeridas a los productos contemplados en este artículo se podrá acreditar por medio del correspondiente certificado voluntario, cuando dichas especificaciones estén establecidas exclusivamente por referencia a reglamentos específicos de producto.

El control de procedencia del material reciclado se podrá evitar, y se rebaja el control de recepción de este material durante la ejecución en el caso de que presente una certificación de acuerdo con lo indicado en el presente apartado.

5.10 NORMAS REFERIDAS EN ESTE ARTÍCULO

Esta guía incorpora referencia a otras publicaciones. Las referencias sin fecha aplican 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.

6. MATERIAL FRESADO Y PREPARADO DE MEZCLAS BITUMINOSAS (RA)

6.1 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Se define como material bituminoso a reciclar (RA), el procedente de la disgregación de capas de mezclas bituminosas (rodadura, intermedia o base), obtenido mediante fresado o demolición, eventual trituración y posterior tratamiento y clasificación. Este material debe estar compuesto por áridos de buena calidad y granulometría continua, cubiertos por betún asfaltico envejecido.

La fabricación de una mezcla bituminosa, incorporando RA en central, incluye las siguientes operaciones:

- Acopio del RA procedente de firmes o pavimentos bituminosos envejecidos.
- Tratamiento del RA (eventual trituración, eliminación de elementos metálicos contaminantes y clasificación por capas, tamaño, aplicación, etc.).
- Caracterización y acopio del RA tratado.
- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo, con la adaptación de todos los materiales de aportación (áridos, ligante, etc.) a las características del árido y ligante procedente del RA.

Se definen dos tipos de mezclas bituminosas en función del RA que incorpora:

Tipo 1 o baja tasa de incorporación de RA	≤ 10% para las mezclas de rodadura
	≤ 20% para las mezclas para capas base e intermedia
Tipo 1 o baja tasa de incorporación de RA	20% y ≤ 60% para las mezclas bituminosas para capas base e intermedia

6.2 MATERIALES

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.

Todos los materiales recuperados de mezclas bituminosas podrán ser susceptibles de ser reciclados, incluidos los excedentes de fabricación de cualquier tipo de mezcla bituminosa que, sin presentar problemas de calidad en cuanto a sus componentes y envuelta, no hayan sido colocados en obra (material sobrante, rechazado en la extensión por baja temperatura, etc.), con las excepciones que se indican a continuación.

No podrán ser reciclados con las técnicas especificadas en este artículo aquellos materiales que procedan de pavimentos con deformaciones plásticas, o que contengan o se encuentren contaminados por sustancias potencialmente peligrosas. Tampoco lo podrán ser aquellos materiales bituminosos que presenten en su composición sustancias procedentes de la destilación de productos carbonosos, asbesto-amianto, ni ningún otro que este clasificado como peligroso, o que no cumpla la legislación ambiental y de seguridad y salud vigente.

6.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES

A la central de fabricación podrán llegar materiales bituminosos procedentes de firmes y pavimentos de distintas características, los cuales se acopiarán para su eventual tratamiento y posterior utilización. En todo caso, el RA acopiado no contendrá más de un veinte por ciento (20 %) de mezclas bituminosas distintas de las contempladas en el artículo 542 del PG-3. Cuando contenga una proporción superior al veinte por ciento (>20%) de microaglomerados en frio, mezclas bituminosas drenantes y discontinuas, deberá acopiarse de forma independiente y ser objeto de un estudio diferenciado de su aprovechamiento.

En principio, todos los materiales procedentes de mezclas bituminosas en caliente pueden ser susceptibles de ser reciclados. Sobre los que contengan en su composición original adiciones modificadoras de la reología del ligante bituminoso o del comportamiento resistente de la mezcla bituminosa (fibras, productos elastómeros, etc.), se hará un estudio especial ante una eventual emisión de contaminantes a la atmosfera durante el proceso de fabricación de la nueva mezcla.

El RA que se incorpore al proceso de producción será homogéneo, no contendrá partículas de tamaño superior a veintidós milímetros (22 mm) ni ningún tipo de elemento contaminante potencialmente peligroso, y estará totalmente caracterizado y referenciado. Si fuera necesario se someterá en la central a un tratamiento previo de trituración, eliminación de elementos metálicos contaminantes y homogeneización mediante clasificación, para convertirlo en material apto para su uso en una mezcla bituminosa reciclada. Estos procesos convertirán el producto original acopiado en un RA tratado.

6.4 DESIGNACIÓN

La denominación del tipo de mezcla bituminosa reciclada en central se compondrá añadiendo a la denominación del tipo de mezcla correspondiente la letra "R" y dos dígitos que indiquen la proporción de RA empleado en la mezcla (por ejemplo: AC 22 base 50/70 G R30). Cuando la mezcla bituminosa reciclada sea semicaliente, se añadirá esta palabra al final de la designación de la mezcla.

La dotación total de ligante hidrocarbonado (el de aportación más el procedente del RA), expresada en proporción en masa sobre el total de la mezcla, no será inferior en ningún caso al cuatro por ciento (4 %) en capas intermedias y de base, y al cinco por ciento (5 %) en capas de rodadura.

La dotación de ligante de aportación será como mínimo del cincuenta por ciento (50 %) de la del ligante hidrocarbonado de la mezcla reciclada, incluyendo en la misma la correspondiente al eventual empleo de aditivos o ligantes rejuvenecedores.

6.5 ESPECIFICACIONES

6.5.1 HOMOGENEIDAD

Para la utilización de cualquier acopio de RA tratado, la granulometría de los áridos tras la extracción del ligante, el contenido de este y su penetración, deberán cumplir las tolerancias indicadas en la tabla 16, respecto a los valores especificados en la fórmula de trabajo.

Características		Norma	Unidad	Tolerancia
Granulometría cernido de tamices	> 2	UNE-EN 933-2	% sobre masa total material en seco	± 4
	> 0.063 y ≤ 2			± 2
	0.063			± 1
Contenido de ligante		UNE-EN 12697-1		± 0.3
Penetración del ligante recuperado		UNE-EN 1426	(1/10) mm	± 4

Tabla 16. Tolerancias admisibles respecto de la fórmula de trabajo.

6.5.2 SUSTANCIAS SÓLIDAS CONTAMINANTES

El contenido en materias sólidas contaminantes se determinará de acuerdo con lo indicado en:

- **UNE-EN 12697-42.** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 42: Cantidad de materia extraña en asfalto reciclado.

Las materias extrañas incluyen materiales distintos a los áridos naturales, que no proceden del asfalto y se dividen en dos grupos:

GRUPO 1	• Hormigón, incluidos los productos de hormigón. • Ladrillos. • Materiales de la subbase (excluidos los áridos naturales). • Morteros de cemento. • Metales.
GRUPO 2	• Materiales sintéticos. • Maderas. • Plásticos.

Para esta Guía los contenidos máximos permitidos serán los de la denominada categoría F1 de la norma UNE EN 13108-8:

- Contenido de materiales del grupo 1 ≤ 1%.
- Contenido de materiales del grupo 2 ≤ 0.1%.

6.5.3. LIGANTE HIDROCARBONADO

El ligante hidrocarbonado procedente del RA tratado deberá ser susceptible de mezclarse homogéneamente con el de aportación y dar lugar a un producto de características similares a los betunes especificados en el artículo 542 del PG-3.

6.5.4. ÁRIDOS

Los áridos procedentes del RA tratado no presentarán signos de meteorización y tendrán las propiedades de dureza y calidad semejantes a las exigidas a los áridos de aportación. Cumplirán las especificaciones de esta Guía y sus propiedades se evaluarán directamente con los ensayos establecidos en la misma.

6.6 CONTROL DE CALIDAD

6.6.1 CONTROL DE PROCEDENCIA

El control de procedencia de los materiales constituyentes consistirá en:

- Control documental.
- Visita de verificación de la instalación donde se fabrica la grava reciclada.
- Ensayos de control de procedencia.

6.6.1.1 CONTROL DOCUMENTAL

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

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

a) los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado*;*

b) el certificado de garantía *del fabricante, firmado por persona física; y*

c) los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas *exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.*

La documentación mínima que el Contratista deberá entregar a la Dirección de la Obra será:

- La documentación de que este material ha sido preparado por un Gestor Autorizado para el tratamiento de RCD.
- Certificación voluntaria de este material.
- Certificado de suministro.
- Certificado de garantía.

6.6.1.2 VERIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE FABRICACIÓN DE LA GRAVA RECICLADA

El Proyecto o en su caso, la Dirección de Obra, decidirá la conveniencia de realizar una visita de inspección tanto de la instalación de fabricación de la grava reciclada de acuerdo con los criterios y fichas de inspección elaboradas por la administración competente correspondiente.

Tras la cual se documentará:

- Tipo de residuos empleados en la fabricación de la grava.
- Acopios del material reciclado.
- Procedimiento de fabricación.
- Control de producción.
- Certificación voluntaria.

6.6.1.3 ENSAYOS

Ensayos de procedencia del RA

Además de su caracterización en la carretera de la que provenga, el RA tratado deberá serlo también en los acopios, especialmente cuando proceda de distintos orígenes, para lo que se tomaran muestras con objeto de analizar su homogeneidad y poder caracterizar dichos acopios. Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se separará por fracciones el RA tratado para poder garantizar la homogeneidad de la granulometría y del contenido de ligante. Dicha separación se realizará en al menos dos (2) fracciones, siendo la más fina con tamaño máximo nominal inferior a ocho milímetros (8 mm).
- Si a lo largo de la obra la composición o propiedades del RA tratado o el contenido de ligante varían, dicho material se dispondrá en acopios separados, correctamente identificados y con la trazabilidad que permita identificar su procedencia.

Para ello, por cada mil toneladas (1000 t) de acopio de RA tratado, si se va a emplear en la fabricación de la mezcla una proporción de RA de tasa baja (≤ 20%), o por cada quinientas toneladas (500 t) de acopio, si se va a emplear

una proporción superior (> 20% y ≤ 60%) se tomarán cinco (5) muestras, y de cada una de ellas se determinará:

- **Granulometría del material disgregado** (norma UNE-EN 933-1).
- **Contenido de ligante soluble** (norma UNE-EN 12697-1).
- **Granulometría de los áridos recuperados** (norma UNE-EN 12697-2).

Además, en dos (2) de dichas muestras se determinará también:

- **Coeficiente de Los Ángeles** del árido recuperado (norma UNE-EN 1097-2).
- **Densidad y absorción de agua** del árido grueso y fino recuperados (norma UNE-EN 1097-6).
- **Coeficiente de pulimento acelerado** del árido grueso para capas de rodadura (norma UNE-EN 1097-8).
- **Penetración con aguja del ligante recuperado** (norma UNE-EN 1426).
- **Punto de reblandecimiento**, método anillo y bola, del ligante recuperado (norma UNE-EN 1427).
- **Índice de penetración del ligante recuperado** (Anexo A de las normas UNE-EN 7050-2 UNE-EN 13924-1).
- **Punto de fragilidad Fraas** (norma UNE-EN 12593).
- **Cohesión** (fuerza-ductilidad, normas UNE-EN 13589 y UNE-EN 13587), en el supuesto de que el RA tuviera ligante modificado.

Adicionalmente, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrán establecer la necesidad de realizar otro tipo de ensayos, como son la determinación de la viscosidad dinámica usando un viscosímetro de rotación de aguja (norma UNE-EN 13302) y la determinación del módulo complejo de corte y del ángulo de fase mediante reómetro de corte dinámico (norma UNE-EN 14770).

Ensayos de calidad de los acopios de RA

Se examinará cada acopio homogéneo de RA desechando los que no cumplan con los límites de tolerancias de granulometría y de contenido de ligante establecidos en la tabla 16, y se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores, así como el de los accesos.

Sobre cada acopio que se utilice se realizaran los siguientes ensayos:

Al menos una (1) vez al día:

- Contenido de humedad del acopio (norma UNE-EN ISO17892-1).
- Contenido de ligante soluble (norma UNE-EN 12697-1).
- Granulometría de los áridos recuperados (norma UNE-EN 12697-2).

Al menos una (1) vez al mes, o cuando se cambie de procedencia:

- Penetración con aguja del ligante recuperado (norma UNE-EN 1426).
- Punto de reblandecimiento, método anillo y bola, del ligante recuperado (norma UNE-EN 1427).
- Índice de penetración del ligante recuperado (Anexo A de las normas UNE-EN 12591 UNE-EN 13924-1).

Adicionalmente, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrán especificar alguna de las características complementarias, como son el punto de fragilidad Fraas (norma UNE-EN 12593), la cohesión (fuerza-ductilidad, normas UNE-EN 13589 y UNE-EN 13703), la viscosidad dinámica usando un viscosímetro de rotación de aguja (norma UNE-EN 13302), y el módulo complejo de corte y el ángulo de fase mediante reómetro de corte dinámico (norma UNE-EN 14770).

Ensayos de control de fabricación

En centrales continuas, antes de comenzar la fabricación, se determinará el tiempo de mezclado realizando amasadas con la dosificación prevista de RA y áridos de aportación, sin adición de ligantes ni polvo mineral, y a la temperatura prescrita, estableciendo así el tiempo necesario de amasado para que el RA eleve su temperatura y se homogenice con la mezcla reciclada.

En centrales discontinuas, antes de comenzar la fabricación en régimen normal de producción, se tomarán muestras del RA a la entrada del proceso y tras su calentamiento a la temperatura prescrita, se llevarán a cabo los ensayos de determinación del contenido de ligante soluble (norma UNE-EN 12697-1) y de las características del ligante recuperado (norma UNE-EN 12697-3), determinando la penetración (norma UNE-EN 1426) y el punto de reblandecimiento (norma UNE-EN 1427).

6.7 CONTROL DE EJECUCIÓN

6.7.1. ACOPIO Y TRATAMIENTO RA ORIGINAL

6.7.1.1 CONSIDERACIONES GENERALES

El RA podrá emplearse en la misma obra de la que procede o acopiarse para su posterior utilización en otro lugar. Deberá llevarse un registro de la procedencia del RA, identificando y acopiando por separado los materiales procedentes de mezclas bituminosas distintas de las definidas en el artículo 542 del PG-3.

Se examinará la descarga al acopio desechando los materiales que a simple vista presenten elementos contaminantes.

También se acopiarán de forma independiente los materiales para los que sea necesario realizar un estudio diferenciado de su aprovechamiento, según el epígrafe E.6.5, hasta su aceptación o rechazo.

El RA original se tratará y mezclará para su homogeneización y eventual descontaminación.

6.7.1.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS ACOPIOS DEL RA TRATADO

Una vez tratado, el RA se dispondrá en acopios homogéneos. Para que un acopio se considere homogéneo deberá quedar identificado y caracterizado por los ensayos del epígrafe 5.6.5, con las tolerancias establecidas en dicho apartado. Los materiales que cumplan los criterios de homogeneidad se podrán acopiar juntos y podrán emplearse en la fabricación de mezcla bituminosa reciclada en central con una misma fórmula de trabajo.

Los acopios homogéneos de RA serán considerados como lotes aislados, evitando que se mezclen y contaminen entre ellos. El volumen de cada uno de estos acopios será el suficiente para garantizar, al menos, el trabajo de un día o la producción requerida si esta es menor, con objeto de no cambiar la fórmula de trabajo y poder controlar e identificar adecuadamente la mezcla fabricada.

Los acopios deberán estar formados por tongadas horizontales de espesor no superior a un metro y medio (1,5 m), en una zona bien drenada y, preferiblemente, pavimentada. Si se dispusieran sobre el terreno natural no se utilizarán sus quince centímetros (15 cm) inferiores. Deberá vigilarse su altura para evitar que el RA se aglomere, especialmente con temperaturas elevadas, limitándose a tres metros (3 m) cuando se prevean temperaturas superiores a los treinta grados Celsius (> 30ºC).

Los acopios deberán estar cubiertos si las condiciones meteorológicas son desfavorables y el tiempo de almacenamiento se reducirá al mínimo posible para evitar que el contenido de humedad aumente en exceso.

6.7.2 ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

La fabricación y puesta en obra de la mezcla bituminosa reciclada no se iniciará hasta que se haya aprobado por el Director de las Obras la correspondiente formula de trabajo, estudiada en laboratorio y verificada en la central de fabricación, de acuerdo con lo indicado esta Guía.

La fórmula de trabajo fijará, además de las características establecidas en el mencionado artículo, las siguientes especificaciones:

- Proporción en masa de las fracciones del RA tratado, referido a la masa total de mezcla bituminosa fabricada.
- Granulometría del árido contenido en las fracciones del RA tratado (norma UNE-EN 933-2, serie R 20 de la norma UNE 7050-2), y contenido de ligante hidrocarbonado del RA, referido a la masa total del mismo.
- La identificación y proporción de cada fracción del árido de aportación (incluido el polvo mineral de aportación) en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente, referidas a la masa total.
- Granulometría de los áridos de la mezcla bituminosa fabricada (norma UNE-EN 933-2, serie R 20 de la norma UNE 7050-2).
- Tipo, características y dosificación del ligante hidrocarbonado de aportación, referido a la masa total de la mezcla bituminosa fabricada.
- Tipo y dotación de aditivos, referida a la masa total del

ligante y, en su caso, el tipo y la dotación de las adiciones, referida a la masa total del árido combinado.

- Densidad mínima a alcanzar.

Además, se indicarán:

- Los tiempos a exigir para la mezcla del RA y los áridos de aportación, y del conjunto con el ligante de aportación.
- La temperatura máxima y mínima y la humedad máxima del RA en la tolva y en la báscula de dosificación a la entrada del mezclador.
- La temperatura máxima de calentamiento del árido de aportación.
- En el caso de que se empleen aditivos o adiciones, se indicaran las prescripciones sobre su incorporación.

Los tiempos de mezclado del RA con los áridos y el ligante de aportación (y el eventual producto rejuvenecedor), vendrán determinados por la homogeneidad de la mezcla, la total desaparición de los nódulos del RA y la integración de todos los ligantes presentes. El tiempo total de permanencia de la mezcla bituminosa reciclada en el mezclador será aquel que garantice un amasado uniforme homogéneo y eficaz (reblandecimiento del ligante envejecido), y deberá ser aprobado por el Director de las Obras.

6.7.3 FABRICACIÓN DE LA MEZCLA

En todos los casos, los dosificadores de áridos en frio y del RA se regularán de forma que se obtenga la granulometría de la fórmula de trabajo. Su caudal se ajustará a la producción prevista, debiéndose mantener constante la alimentación del secador de áridos y del calentador o de la tolva de regulación del RA.

6.8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD

El cumplimiento de las especificaciones técnicas requeridas a los productos contemplados en este artículo se podrá acreditar por medio del correspondiente certificado voluntario que, cuando dichas especificaciones estén establecidas exclusivamente por referencia a reglamentos específicos de producto.

El control de procedencia del material reciclado se podrá evitar, y se rebaja el control de recepción de este material durante la ejecución en el caso de que presente una certificación de acuerdo con lo indicado en el presente apartado.

6.9 NORMAS REFERIDAS EN ESTE ARTÍCULO

Esta guía incorpora referencia a otras publicaciones. Las referencias sin fecha aplican 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 933-2** 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 12697-1** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 1: Contenido de ligante soluble.
- **UNE- EN 1426** Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la penetración con aguja.
- **UNE- EN 12697-42** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 42: Cantidad de materia extraña en asfalto reciclado.
- **UNE- EN 13108-8** Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 8: Asfalto recuperado.

7.1 DEFINICIÓN Y 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 esta Guía, 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 físico-químicas de los áridos reciclados, junto con la singularidad del tipo de obras, objeto de este documento, 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.
    - a) Preparación de la superficie existente.
    - b) Transporte y extensión de la mezcla.
  - Fabricación de la mezcla in situ.
    - a)Preparación de la superficie existente.
    - b)Disgregación del suelo.
    - c)Humectación o desecación del suelo.
    - d) Distribución del cemento.
    - e) 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.

7.2 MATERIALES

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.

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 este documento lo que presumiblemente obligará al empleo de aditivos retardadores.

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

7.2.2 MATERIALES GRANULARES RECICLADOS

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 este documento:

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.

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.

7.2.2.3 COMPOSICIÓN RCD

El material reciclado para la fabricación de suelocemento reciclado cumplirá con las siguientes limitaciones de composición:

X	< 1% en masa.
FL	< 5 cm3/kg.

La nomenclatura utilizada para los componentes es:

FL Material flotante en volumen.

X Otros (cohesivos (es decir, arcillas y arena)) y varios (metales (ferrosos y no ferrosos), madera no flotante, plástico y caucho y yeso)

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
    a) Si la posible reactividad se debe a reacciones álcali-sílice o álcali-silicatos, se debe realizar el ensayo descrito en UNE 146508 EX.
    b) Si la posible reactividad se debe a reacciones álcali-carbonato, se debe realizar el ensayo descrito en UNE 146507-2 EX.

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).

7.2.3 AGUA

El agua deberá cumplir las prescripciones del vigente Código Estructural.

7.2.4 ADITIVOS

Como más adelante se indica, 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.

7.3 TIPO Y COMPOSICIÓN 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 17. El tipo SCR. 20 sólo se podrá emplear en carreteras con categoría de tráfico pesado T3 y T4 y en arcenes.

El contenido mínimo de cemento del suelocemento será tal que permita la consecución de las resistencias indicadas en la tabla 18 En cualquier caso dicho contenido no será inferior al tres por ciento (3%) en masa, respecto del total del material reciclado en seco.

Las probetas se compactarán según la UNE EN 13286-51, con la energía que proporcione la densidad mínima requerida en el apartado E.7.9.1 y nunca con una energía mayor.

En el caso de emplearse cementos para usos especiales (ESP VI-1) los valores de la tabla 18 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 19. 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.

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

Tabla 17. Husos granulométricos del material reciclado del suelocemento.

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

Tabla 18. Resistencia media (*) a compresión a siete días (7 d), según la UNE EN 13286-41, (MPa).

(*) Por resistencia media se entiende la media aritmética de los resultados obtenidos al menos sobre tres (3) probetas de la misma amasada.

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

Tabla 19. Plazo mínimo de trabajabilidad (tpm).

7.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Será de aplicación lo indicado en los apartados del PG-3:

- 513 en el caso que la ejecución se realice fabricando la mezcla en central, o
- 512 si esta se ejecuta por tratamiento in situ.

7.5 FABRICACIÓN DE LA MEZCLA EN CENTRAL

7.5.1 CENTRAL DE FABRICACIÓN

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

7.5.2 ELEMENTOS DE TRANSPORTE

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

7.5.3 EQUIPOS DE EXTENSIÓN

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

7.5.4 EQUIPOS DE COMPACTACIÓN

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

7.5.5 EQUIPOS PARA LA EJECUCIÓN DE JUNTAS TRANSVERSALES EN FRESCO

Será de aplicación lo incicado en el apartado 513.4.6 del PG-3.

7.6 FABRICACIÓN DEL SUELOCEMENTO IN SITU

Será de aplicación lo indicado en el apartado 512.4 del PG-3.

7.7 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

7.7.1 ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

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

- La identificación y proporción (en seco) del material reciclado en la alimentación (en masa). En especial se determinará la presencia de partículas de yeso según UNE EN 933-11.
- La granulometría del material reciclado por los tamices establecidos en la definición del huso granulométrico dada en el apartado E.7.3.
- La dosificación en masa o en volumen, según corresponda, de cemento, de agua y, eventualmente, de aditivos. (*)
- La densidad máxima y la humedad óptima del Próctor modificado, según la UNE EN 13286-2. (*)
- La densidad mínima a alcanzar. (*)
- El plazo de trabajabilidad de la mezcla. (*)

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

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

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

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

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

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

Las tolerancias admisibles respecto a la fórmula de trabajo serán las indicadas en la tabla 20, teniendo en cuenta que en ningún caso los valores podrán sobrepasar los límites establecidos en el correspondiente huso granulométrico adoptado.

Característica	Unidad	Tolerancia
Cemento	% sobre la masa total del material	± 0,3
Humedad de compactación (agua total)	% respecto de la óptima	- 1,0 / + 0,5

Tabla 20. Tolerancias admisibles respecto de la fórmula de trabajo (*).

7.7.2 FABRICACIÓN DE LA MEZCLA EN CENTRAL

7.7.2.1 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE EXISTENTE

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

7.7.2.2 FABRICACIÓN DE LA MEZCLA EN CENTRAL

La mayor y más lenta absorción de agua de los materiales reciclados frente a los naturales indicada en el apartado 2.5.1, puede ocasionar una gran disminución de la consistencia del suelocemento, y con ello su trabajabilidad desde que se fabrica hasta que llega a obra. Esto se corrige humectado suficientemente al material reciclado antes de su empleo, con lo que se descarta los efectos negativos mencionados por la absorción de agua.

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.5.3 del PG-3, salvo que en vez de material granular se trata de material reciclado de RCD.

7.7.2.3 TRANSPORTE DE LA MEZCLA

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

7.7.2.4 VERTIDO Y EXTENSIÓN DE LA MEZCLA

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

7.7.2.5 PREFISURIZACIÓN

Será de aplicación lo indicado en el apartado 513.5.6 del PG-3.

7.7.2.6 COMPACTACIÓN Y TERMINACIÓN

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

7.7.2.7 EJECUCIÓN DE JUNTAS DE TRABAJO

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

7.7.2.8 CURADO Y PROTECCIÓN SUPERFICIAL

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

7.7.3. FABRICACIÓN DE LA MEZCLA IN SITU

7.7.3.1 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE EXISTENTE

Será de aplicación lo indicado en el apartado 512.5.2, del PG-3.

7.7.3.2 DISGREGACIÓN DEL SUELO

Será de aplicación lo indicado en el apartado 512.5.3, del PG-3.

7.7.3.3 HUMECTACIÓN O DESECACIÓN DEL SUELO

La humedad del suelo deberá ser tal que permita que, con el equipo que se vaya a realizar la estabilización, se consiga el grado de disgregación requerido y su mezcla con la cal o con el cemento sea total y uniforme.

Para contrarrestar los efectos producidos por la mayor absorción de los áridos reciclados, es aconsejable que se humecte el suelo previamente a la ejecución de la mezcla, para que la humedad sea uniforme.

En el caso de ser necesaria la incorporación de agua a la mezcla para alcanzar el valor de humedad fijado por la fórmula de trabajo, deberán tenerse en cuenta las posibles evaporaciones o precipitaciones que puedan tener lugar durante la ejecución de los trabajos. Dicha incorporación deberá realizarse, preferentemente, por el propio equipo de mezcla.

El Director de las Obras podrá autorizar el empleo de un tanque regador independiente; en este caso, el agua deberá agregarse uniformemente disponiéndose los equipos necesarios para asegurar la citada uniformidad e incluso realizando un desmenuzamiento previo del suelo si fuera necesario. Deberá evitarse que el agua escurra por las roderas dejadas por el tanque regador, o se acumule en ellas. Asimismo, no se permitirán paradas del equipo mientras esté regando, con el fin de evitar la formación de zonas con exceso de humedad.

En los casos en que la humedad natural del material sea excesiva, se tomarán las medidas adecuadas para conseguir el grado de disgregación y la compactación previstos, pudiéndose proceder a su desecación por oreo o a la adición y mezcla de materiales secos; o se podrá realizar, previa autorización del Director de las Obras, una etapa previa de disgregación y mezcla con cal para la corrección del exceso de humedad del suelo, tanto si finalmente se va a estabilizar con cal como si se va a estabilizar con cemento.

7.7.3.4 DISTRIBUCIÓN DEL CEMENTO

Será de aplicación lo indicado en el apartado 512.5.5 del PG-3.

7.7.3.5 EJECUCIÓN DE LA MEZCLA

Será de aplicación lo incicado en el apartado 512.5.6 del PG-3.

7.7.3.6 COMPACTACIÓN

Será de aplicación lo indicado en el apartado 512.5.7 del PG-3.

7.7.3.7 TERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE

Será de aplicación lo indicado en el apartado 512.5.8 del PG-3.

7.7.3.8 EJECUCIÓN DE LAS JUNTAS

Será de aplicación lo indicado en el apartado 512.5.9 del PG-3.

7.7.3.9 CURADO Y PROTECCIÓN SUPERFICIAL

Será de aplicación lo indicado en el apartado 512.5.10 del PG-3.

7.8 TRAMO DE PRUEBA

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

7.9 ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

7.9.1 DENSIDAD

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

La densidad de referencia, según lo indicado en el apartado 5.7.7.1 es la determinada con el ensayo de Próctor modificado tras saturación.

7.9.2 RESISTENCIA MECÁNICA

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

7.9.3 TERMINACIÓN, RASANTE, ANCHURA Y ESPESOR

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

7.10 LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

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

7.11 CONTROL DE CALIDAD

7.11.1 CONTROL DE PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES CONSTITUYENTES

El control de procedencia de los materiales constituyentes consistirá en:

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

7.11.2 CONTROL DOCUMENTAL

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

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

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

La documentación mínima que el Contratista debe entregar a la Dirección de la Obra será:

- Para el material reciclado:
  - La documentación de que este material es gestionado por un Gestor Autorizado para el tratamiento de RCD.
  - En su caso, certificación de este material. Esta certificación consistirá como mínimo en:
    a) Declaración de conformidad del fabricante.
    b) Etiqueta de características.
    c) Certificado del Control de Producción por una Entidad Notificada para la certificación de áridos.
  - Certificado de suministro.
  - Certificado de garantía.
- Para el cemento:
  - La documentación exigida para productos con marcado CE:
    a) Etiqueta del producto.
    b) Declaración de conformidad.
    c) Certificado de la Entidad Notificada.
  - Certificado de suministro.
- En su caso, para los aditivos:
  - La documentación exigida para productos con marcado CE:
    a) Etiqueta del producto.
    b) Declaración de conformidad.
    c) Certificado de la Entidad Notificada.
  - Certificado de suministro:
    En el anejo de este artículo se incluyen ejemplos de modelos de etiqueta de estos productos, modelos de certificado del CPF y de los documentos de certificados de garantía y suministro.

7.11.3. VERIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE FABRICACIÓN DEL SUELOCEMENTO

El proyecto, o en su defecto la Dirección de Obra, decidirá la conveniencia de realizar una visita de inspección tanto de la instalación de fabricación del suelocemento como de la planta de suministro del material reciclado.

Tras la cual se documentará:

- Origen de los materiales constituyentes, en especial del material reciclado.
- Acopio del material reciclado y almacenamiento del resto de los componentes, cemento y en su caso aditivos.
- Procedimiento de fabricación del suelocemento.
- Control de producción.

7.11.4 ENSAYOS DE CONTROL DE PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES CONSTITUYENTES

7.11.4.1 CEMENTO

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

7.11.4.2 MATERIAL RECICLADO

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

- Clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados, según la norma UNE-EN 13242. Ensayo realizado según UNE-EN 933-11.
- El límite líquido y el índice de plasticidad, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.
- El contenido de materia orgánica, según la UNE 103204.
- El contenido de sulfatos solubles en ácido, según la UNE EN 1744-1.
- El contenido en compuestos totales de azufre, según la UNE EN 1744-1.
- La granulometría del material reciclado, según la UNE-EN 933-1.

Este control de procedencia no será de aplicación obligatoria si la planta productora dispone de certificación para este material reciclado.

7.11.5 CONTROL DE EJECUCIÓN (FABRICACIÓN DEL SUELOCEMENTO EN CENTRAL)

7.11.5.1 FABRICACIÓN DEL SUELOCEMENTO EN CENTRAL

Se examinará la descarga al acopio o la alimentación de la central de fabricación, desechando los materiales reciclados que a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica, mayor proporción de partículas de yeso o tamaños superiores al máximo aprobado en la fórmula de trabajo. Se acopiarán aparte los que presenten alguna anomalía de aspecto, tales como distinta coloración, segregación, plasticidad, etc., hasta la decisión de su aceptación o rechazo.

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

Con el material reciclado que se produzca o reciba, se realizarán los siguientes ensayos:

- Por cada mil metros cúbicos (1.000 m3) de material reciclado o cada día si se emplea menos material, sobre un mínimo de dos (2) muestras, una por la mañana y otra por la tarde:
  - Humedad natural, según la UNE EN 1097-5.
  - Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1.
  - Límite líquido e índice de plasticidad, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.
- Por cada 5000 m3
  - Contenido de materia orgánica, según la UNE 103204, del material reciclado.
- Una vez al mes
  - Contenido de sulfatos solubles en ácido, según la UNE EN 1744-1
  - Contenido en compuestos totales de azufre, según la UNE EN 1744-1

En las instalaciones de fabricación con mezclador de funcionamiento continuo se calibrará diariamente el flujo de la cinta suministradora de materiales en seco, deteniéndola cargada, recogiendo y pesando el material existente en una longitud elegida. Al menos una (1) vez cada quince días (15 d) se verificará, en su caso, la precisión de las básculas de dosificación, mediante un conjunto adecuado de pesas patrón.

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

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

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

Se controlarán por cada lote como mínimo tres (3) amasadas diferentes. El número de probetas confeccionadas de cada amasada no será inferior a tres (3).

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

Para la fabricación de probetas se utilizará el método indicado en la UNE EN 13286-51, si bien las probetas deberán compactarse hasta alcanzar una densidad seca no superior a la mínima exigida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Dichas probetas se ensayarán a la edad de siete días (7 d), según la UNE EN 13286-41.

7.11.5.2 PUESTO EN OBRA

a) Vertido, extensión y prefisuración

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

b) Compactación

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

c) Curado y protección superficial

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

7.11.6 CONTROL DE EJECUCIÓN. FABRICACIÓN DEL SUELOCEMENTO IN SITU

Será de aplicación lo indicado en el apartado 512.9.2 del PG-3.

7.11.7 CONTROL DE RECEPCIÓN DE LA UNIDAD TERMINADA

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres criterios siguientes:

- Quinientos metros (500 m) de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m2) de calzada.
- La fracción construida diariamente.

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

Se comparará la rasante de la superficie terminada con la teórica establecida en los Planos del Proyecto, en el eje, quiebros de peralte si existieran, y bordes de perfiles transversales cuya separación no exceda de la mitad de la distancia entre los perfiles del Proyecto. En todos los semiperfiles se comprobará que la superficie extendida y compactada presenta un aspecto uniforme, así como una ausencia de segregaciones. Se verificará también la anchura de la capa.

7.12 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO DEL LOTE

7.12.1 DENSIDAD

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

7.12.2 RESISTENCIA MECÁNICA

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

7.12.3 ESPESOR

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

7.12.4 RASANTE

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

7.13 MEDICIÓN Y ABONO

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

7.14 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD

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

El control de procedencia del material reciclado se podrá evitar, y se rebaja el control de recepción de este material durante la ejecución en el caso de que presente una certificación de acuerdo con lo indicado en este apartado.

7.15 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 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 103900 Determinación in situ de la densidad y de la humedad de suelos y materiales granulares por métodos nucleares: pequeñas profundidades.
- **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 Próctor.

RCD´s Del Residuo al Recurso Dándole una nueva vida

Residuos de Construcción y Demolición

RCD

→

Demolición selectiva (RCD)
Recogida selectiva
Traslado a plantas de tratamiento (fijas o móviles)
Sistemas de Control de Producción en Fábrica
Marcado CE (usos armonizados)
Cumplimiento de normativa

→

Áridos reciclados

Materiales naturales excavados

→

Únicamente clasificación
Acopio separado temporal
Valorización directa

→

Valorización en rehabilitación de Canteras. Uso en otras obras

CONCLUSIONES

Una producción eficiente de áridos reciclados / artificiales sólo es posible con :

1. AMPLIA RED DE GESTORES Y PRODUCTORES AUTORIZADOS
2. UNA NORMA CLARA de uso de aplicación en las obras de construcción.

Muchas gracias por su atención