



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

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

Departamento de Infraestructuras

PRESENTACIÓN

En abril de 2010 GIASA (actualmente Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía, en adelante AOPJA) redactó las “Recomendaciones para la redacción de: Pliegos de Especificaciones Técnicas para el uso de Materiales Reciclados de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)” con el objetivo de normalizar el uso de los materiales procedentes de residuos de construcción y demolición (RCD), y llenar el vacío normativo existente en ese momento; definiendo unas pautas para la utilización de estos materiales.

La aparición de estas Recomendaciones supuso un paso importante en el fomento del uso de estos materiales reciclados, sirviendo de guía técnica en diferentes tipologías de obras en las que estos materiales se han utilizado.

Como se indicaba en la Presentación de la Edición de 2010, las Recomendaciones se redactaron en base a los resultados de las investigaciones realizadas durante la ejecución de dos convenios integrados firmados al efecto por la AOPJA (entonces GIASA) con empresas del sector de la construcción (constructoras y laboratorios de ensayos de materiales) y recicladores de residuos de construcción y demolición.

En el año 2012 la AOPJA adjudicó, en la convocatoria de proyectos de investigación de I+D+i relativos al ámbito competencial de la Consejería de Obras Públicas y Vivienda para los años 2011 a 2013, el proyecto “Aplicaciones de los Áridos Reciclados de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) para la construcción sostenible de Infraestructuras Viarias en Andalucía Central” a la Universidad de Córdoba. El proyecto, financiado con fondos FEDER de la Unión Europea, ha contado asimismo con la participación del Centro de Estudios de Materiales y Control de Obra (CEMOSA) y la colaboración de la Asociación de Empresas Gestoras de Residuos de Construcción y Demolición de Andalucía (AGRECA).

Este proyecto de I+D+i tenía como objetivo general promocionar el uso de los áridos reciclados de RCD en obras de infraestructuras viarias, mediante el estudio de nuevas aplicaciones de mayor valor añadido. Tras la finalización del mismo, se han alcanzado los siguientes objetivos específicos, en los que se desglosaba el objetivo general:

- Desarrollar nuevas aplicaciones de los áridos reciclados.
- Redacción de una "Guía de áridos reciclados de Andalucía: Parte 1 — Andalucía Central".
- Redacción de una Guía de Buenas Prácticas en la Gestión y Tratamiento de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD).
- Redacción de un Catálogo de Firms y Unidades de obra con áridos reciclados de Residuos de Construcción y Demolición (RCD).

En base a los resultados del proyecto de investigación, y considerando también la actualización del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3); en la línea marcada por la AOPJA de contribución a la sostenibilidad de la construcción, se actualiza el documento de 2010, con el ánimo de que sea de utilidad a las distintas administraciones, Ayuntamientos, Diputaciones y promotores privados, en el uso de los áridos reciclados en sus obras.



Finalmente, agradecer su colaboración a las personas y entidades que han participado tanto en los distintos proyectos de investigación como en la redacción y revisión de este documento, en la certeza de que su aportación servirá para mejorar la calidad y sostenibilidad de las obras públicas.

José Antonio Gómez Casado
Director de Infraestructuras



GRUPO DE TRABAJO:

Se relacionan a continuación los integrantes de los grupos de trabajo de los proyectos de I+D+i que han hecho posible la redacción de este documento, tanto en su primera edición en 2010, como en la que se actualiza hoy.

1.- COORDINADOR GENERAL

- Manuel Atienza Díaz. AOPJA. Ed. 1
- José Antonio Gómez Casado. AOPJA. Ed.2

2.- REDACTORES DE ESTAS RECOMENDACIONES

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

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

- EMPRESAS PARTICIPANTES
 - o GIASA
 - o CEMOSA
 - o HORMIGONES Y MINAS
 - o ARISTERRA
 - o SANDO
- EMPRESAS COLABORADORAS
 - o ESTUDIO PEREDA 4 (Dirección de Obra)
 - o OFITECO (Laboratorio de Recepción)
 - o GEOCISA (Control ADAR)
- INVESTIGADORES PRINCIPALES
 - o Por parte de GIASA: M^a del Lirio García Garrido, Rosario Herrador Martínez y Juan Martín Malo (de Estudio Pereda 4 en calidad de Director de las Obras)
 - o Por parte de CEMOSA: Manuel Salas Casanova, Pablo Cembrero Masa y Noemí Jiménez Redondo.
 - o Por parte de Hormigones y Minas: José A. Hurtado Hurtado y José Antonio Lozano Dueñas.
 - o Por parte de ARISTERRA: Pablo Pérez González
 - o Por parte de SANDO: Eduardo Gómez Travesí y Javier Solana Moreno
- INVESTIGADORES DE APOYO

Departamento de Infraestructuras



- Por parte de GIASA Maria José Sierra López, Manuel Atienza Díaz. Antonio Martín Sánchez de Vivar (de Estudio Pereda 4 en calidad de Jefe de Unidad de la Dirección de Obra), Luis Hoyos Sánchez (de OFITECO en calidad de Coordinador del Laboratorio de Recepción de Materiales de la obra) y Antonio Ruel Martínez (de GEOCISA en calidad de Coordinador del Control ADAR de la obra)
- Por parte de Hormigones y Minas Pedro Fernández Martín
- Por parte de ARISTERRA Enrique Ortega Santos
- Por parte de SANDO José Joaquín Pérez Iglesias

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

- EMPRESAS PARTICIPANTES
 - GIASA
 - AZVI
 - UTE ALCORES RECICLA RCD (ALCOREC)
- EMPRESAS COLABORADORAS
 - EUROESTUDIOS (Dirección de Obra)
 - GEOCISA (Laboratorio de Recepción)
 - UTE GYA EUROCONSULT (Control ADAR)
- INVESTIGADORES PRINCIPALES
 - Por parte de GIASA: Manuel Martínez Martínez, M^a del Lirio García Garrido y Juan Herrera Moscardó (en calidad de Director de las Obras)
 - Por parte de AZVI: Domingo Pérez Mira y José Ramón Contreras Rosso.
 - Por parte de ALCOREC: Servando Mellado Delgado
- INVESTIGADORES DE APOYO
 - Por parte de GIASA Maria José Sierra López, Manuel Atienza Díaz. Manuel Lahera León (de Euroestudios en calidad de Jefe de Unidad de la Dirección de Obra), José Camero Flores (de GEOCISA en calidad de Coordinador del Laboratorio de Recepción de Materiales de la obra), Javier Távira Díaz (en calidad de Coordinador del Control ADAR de la obra)
 - Por parte de AZVI Ignacio Torreira de la Hera

5. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “APLICACIONES DE LOS ÁRIDOS RECICLADOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD) PARA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE DE INFRAESTRUCTURAS VIARIAS EN ANDALUCÍA CENTRAL”

- EQUIPO INVESTIGADOR
 - Por parte de la Universidad de Córdoba Jesús Ayuso Muñoz, José Ramón Jiménez Romero, Antonio Jesús González Barrios, Francisco Agrela Sainz, Adela Pérez Galvín, Martín López Aguilar y Alfonso Caballero Repullo

Departamento de Infraestructuras



- Por parte de CEMOSA Manuel Salas Casanova, Sergio Escriba Marín y Noemí Jiménez Redondo
- Por parte de AGRECA Pablo Pérez González, Juan Escribano Rodríguez y Pedro de Toro Torres.
- Por parte de la Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía (AOPJA) M^a del Lirio García Garrido, Rosario Herrador Martínez y M^a José Sierra López



ÍNDICE

Artículo 0. Consideraciones Generales

Artículo 1. Zahorras artificiales de reciclados de RCD

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

Artículo 3. Suelos reciclados de RCD



ARTICULO 0. CONSIDERACIONES GENERALES.

0.1. NOTAS PREVIAS PARA SU USO.

0.2. ANTECEDENTES LEGISLATIVOS

0.3. ARTICULADO TÉCNICO

0.4 GARANTÍAS DE CALIDAD DE LOS MATERIALES DE RECICLADO DE RCD

0.4.1 PROCEDENCIA

0.4.2 DOCUMENTACIÓN

0.1. NOTAS PREVIAS PARA SU USO.

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

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

0.2. ANTECEDENTES LEGISLATIVOS

Como antecedentes legislativos se consideran la **ley 22/2011**, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, conocida como la ley marco de residuos, es la transposición de la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas integrándolas en una única norma ("Directiva marco de residuos").

En el Capítulo II Artículo 8 Jerarquía de residuos se indica:

1. Las administraciones competentes, en el desarrollo de las políticas y de la legislación en materia de prevención y gestión de residuos, aplicarán para conseguir el mejor resultado ambiental global, la jerarquía de residuos por el siguiente orden de prioridad:

- a) Prevención;*
- b) Preparación para la reutilización;*
- c) Reciclado;*
- d) Otro tipo de valorización, incluida la valorización energética; y*
- e) Eliminación.*

En el Capítulo II Artículo 12. Competencia Administrativa se indica:

- 3. El Ministerio competente en materia de medio ambiente, deberá:*
- a) Elaborar el Plan Nacional marco de gestión de residuos.*

Departamento de Infraestructuras



b) Establecer los objetivos mínimos de reducción en la generación de residuos, así como de preparación para la reutilización, reciclado y otras formas de valorización obligatoria de determinados tipos de residuos.

En el Capítulo II, de la gestión de residuos Sección 2ª Objetivos y medidas en la gestión de los residuos se establece:

Artículo 22. Objetivos específicos de preparación para la reutilización, reciclado y valorización.

1. Con objeto de cumplir los objetivos de esta Ley y de avanzar hacia una sociedad del reciclado con un alto nivel de eficiencia de los recursos, el Gobierno y las autoridades competentes deberán adoptar las medidas necesarias a través de los planes y programas de gestión de residuos para garantizar que se logran los siguientes objetivos y, en su caso, los que se establezcan:

b) Antes de 2020, la cantidad de residuos no peligrosos de construcción y demolición destinados a la preparación para la reutilización, el reciclado y otra valorización de materiales, con exclusión de los materiales en estado natural definidos en la categoría 17 05 04 de la lista de residuos, deberá alcanzar como mínimo el 70% en peso de los producidos.

Esta ley cuantifica objetivos para la gestión (reciclaje) para los RCD

EI DECRETO 73/2012, de 20 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía, indica:

Artículo 87. Obras promovidas por las administraciones públicas en Andalucía. En las obras promovidas por las administraciones públicas, las personas o entidades promotoras:

1. Aplicarán medidas tendentes a la prevención y minimización en la generación de residuos de construcción y demolición.

2. Emplearán productos procedentes de la valorización de residuos de construcción y demolición, cuando existan materiales adecuados, para aquellas obras promovidas por la Administración de la Junta de Andalucía.

En las obras promovidas por las demás administraciones públicas, fomentarán el uso de dichos productos.

3. En contratos cuya ejecución pueda tener un impacto significativo en el medio ambiente, de conformidad con el artículo 150.2.h) del Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público aprobado por Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, se valorarán en la adjudicación condiciones ambientales mensurables entre las que se podrán incluir el empleo de productos procedentes de la valorización de residuos de construcción y demolición, la consideración de alternativas de diseño y constructivas que generen menos residuos en la fase de construcción y de explotación o que favorezcan el desmantelamiento ambientalmente correcto de la obra al final de su vida útil, las alternativas que contribuyan al ahorro en la utilización de recursos naturales y la aplicación de medidas que favorezcan el reciclado de estos residuos



Plan Director Territorial de gestión de residuos no peligrosos de Andalucía 2010-2019, En este Plan se recogen los objetivos indicados tanto en la Ley de residuos como en el Decreto 73/212:

Artículo 5. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La actual Directiva Marco de Residuos establece que, antes de 2020, deberá aumentarse hasta un 70% de su peso la preparación para reutilización, el reciclado y otra valorización de los materiales contenidos en los RCD.

Es necesario evaluar la capacidad de las plantas fijas de tratamiento de RCD para garantizar que estos residuos son tratados adecuadamente, y facilitar la puesta en el mercado de los productos resultantes del tratamiento.

Artículo 6. OBJETIVOS GENERALES

Aprovechamiento de las diversas fracciones procedentes de los residuos mediante su valorización material o energética. Fomento del mercado de productos reciclados.

Mejora de la eficacia y eficiencia de las instalaciones existentes en Andalucía para el tratamiento de los residuos no peligrosos y minimización de los impactos ambientales asociados a estas instalaciones.

Establecimiento de procedimientos de recopilación, procesado y difusión de información sobre la producción y gestión de residuos no peligrosos en Andalucía.

Apoyo a la I+D+i en tecnologías para el aprovechamiento de las fracciones valorizables o la reducción en la producción de los residuos contemplados en el Plan.

Artículo 7. PROGRAMA DE PREVENCIÓN

Medida 20	Elaboración y publicación de Guías prácticas para la prevención de residuos de construcción y demolición en obras, en coordinación con los sectores económicos y sociales afectados. Estas Guías servirían de manual para la elaboración del apartado dedicado a las medidas de prevención de los estudios de gestión de RCD para el caso de las obras mayores.	Consejería de Medio Ambiente Empresas
Medida 21	Desarrollo de programas de formación a profesionales del sector de la construcción en materia de prevención y gestión de RCD.	Consejería de Medio Ambiente
Medida 22	Propuesta de aplicación de un baremo de puntuación en la evaluación de las ofertas en el que se valore el empleo de material reciclado y la minimización en la generación de RCD.	Consejería de Medio Ambiente Administraciones locales

Artículo 8. PROGRAMA DE GESTIÓN

Departamento de Infraestructuras



Objetivo 2.16. Separación en origen y correcta gestión ambiental de las distintas fracciones de residuos contenidas en los RCD		
Medidas de actuación		Organismo responsable
Medida 85	Aprobación de ordenanzas municipales en materia de RCD por parte de los Ayuntamientos.	Administraciones locales

Objetivo 2.17. Aplicación del principio de jerarquía a los RCD. Maximización de la valorización		
Medidas de actuación		Organismo responsable
Medida 90	<p>Impulso a la mejora tecnológica en materia de gestión de RCD y a la búsqueda de mercados secundarios de los materiales en ellos contenidos.</p> <p>Reducción de las barreras administrativas tanto para la producción como para el uso de los materiales reciclados procedentes de los RCD, y acciones de sensibilización y formación en esta materia.</p>	Ministerio de Fomento Empresas

En lo que respecta de manera específica a los residuos de construcción y demolición, el **Real Decreto 105/2008**, de 1 de febrero, es el que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD).

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

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

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

En aquellas obras en que las administraciones públicas intervengan como promotores, se establece que éstas deberán fomentar las medidas para la prevención de residuos de construcción y demolición y la utilización de áridos y otros productos procedentes de su valorización.

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

Departamento de Infraestructuras



Artículo 8. ACTIVIDADES DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

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

Artículo 15 RESPONSABILIDAD ADMINISTRATIVA Y RÉGIMEN SANCIONADOR.

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

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

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

Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022

En el apartado 2 Orientaciones comunitarias de la política de residuos, se indica:

La Directiva Marco de Residuos constituye el principal instrumento normativo para cambiar el enfoque de la gestión de los residuos en Europa, al centrar su objetivo en la prevención y el reciclado y reforzar el principio de jerarquía en las opciones de gestión de residuos. Siguiendo esta jerarquía, la prevención es la mejor opción de gestión seguida y en este orden, de la preparación para la reutilización, del reciclado, de otras formas de valorización (incluida la energética) y por último de la eliminación (el depósito en vertedero entre otras).

El objetivo es convertir a Europa en una sociedad eficiente en el uso de los recursos, que produzca menos residuos y que utilice como recurso, siempre que sea posible, los que no pueden ser evitados. En definitiva se trata de sustituir una economía lineal basada en producir, consumir y tirar, por una economía circular en la que se reincorporen al proceso productivo una y otra vez los materiales que contienen los residuos para la producción de nuevos productos o materias primas. En este planteamiento, el reciclaje o la valorización material de los residuos, juegan un papel primordial.



La Hoja de Ruta citada establece como objetivos intermedios para los residuos que en el 2020: se haya reducido la generación per cápita de los residuos, que el reciclado y la reutilización sean opciones económicamente atractivas para los operadores, que se hayan desarrollado mercados funcionales para las materias primas secundarias, que esté garantizado el reciclado de alta calidad, que la recuperación de energía se limite a los materiales no reciclables, que se haya eliminando prácticamente el depósito de residuos en vertederos y que la legislación sobre residuos se aplique en su totalidad. En la consecución de estos objetivos juega un papel esencial la adopción de instrumentos económicos que incentiven las opciones más altas de la jerarquía de residuos.

En el apartado 3 de novedades de la ley 22/2011 se indica que en la ley se especifican los objetivos para los RCD:

El establecimiento de objetivos cuantificados del 70% para la preparación para la reutilización, reciclado y valorización material de los residuos de construcción y demolición antes de 2020.

En el apartado 13 se tratan los Residuos de construcción y demolición (RCD).

En el apartado 13.1 se referencia que la legislación aplicable a los RCD es el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD):

Este Real Decreto constituye el instrumento normativo específico en materia de RCD. Establece, entre otras, las siguientes obligaciones: el productor de RCD ha de incluir en el proyecto de ejecución de obra un Estudio de gestión de residuos, el poseedor o la persona física o jurídica que ejecute la obra, ha de presentar un Plan de gestión de RCD para la aplicación del mencionado estudio. Asimismo, se ha de asegurar la correcta gestión de los residuos, aplicando el principio de jerarquía de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, contribuyendo, de esta forma, al desarrollo sostenible del sector de la construcción.

En el apartado 13.3 se indican los objetivos del Plan, que son cualitativos y cuantitativos:

Objetivos cualitativos para incrementar la calidad del material tratado:

- Establecer la recogida separada de los distintos materiales que integran los residuos generados en las obras y garantizar la retirada selectiva de los residuos peligrosos procedentes de RCD desde la obra y asegurar la correcta gestión de todos los residuos de acuerdo a su naturaleza y peligrosidad, de conformidad con las normas aplicables para su reincorporación al mercado.

- Fomentar una mayor utilización de los materiales procedentes de la gestión de los RCD. Con esta finalidad se pueden utilizar instrumentos tales como el aumento de las tasas de vertido para desincentivar el depósito de residuos de RCD valorizables y el establecimiento de obligaciones adicionales al promotor o constructor si no separa correctamente en origen los

Departamento de Infraestructuras



RCD generados, ya que esta correcta separación es el elemento necesario para generar un material de calidad que pueda reincorporarse al mercado.

- Fomentar la utilización (valorización) de materiales naturales excavados en la construcción de obras de tierra (terraplenes, pedraplenes y rellenos todo-uno) así como en la restauración de espacios degradados y en obras de acondicionamiento o relleno y establecer criterios ambientales para el uso de otros materiales procedentes del tratamiento de RCD no peligrosos en esos destinos

- Establecer un Acuerdo Marco Sectorial para impulsar la utilización de áridos reciclados procedentes de RCD en obras de construcción. Dicho Acuerdo impulsará las medidas previstas en los apartados anteriores, a través de la introducción de criterios en la contratación pública que incluyan porcentajes mínimos de uso de material reciclado en obra pública, así como en obras privadas. Así se propone la inclusión, siempre que sea posible, en los proyectos de construcción de obra pública de un porcentaje mínimo del 5 % de áridos reciclados. Igualmente se aplicará este porcentaje del 5 %, siempre que sea posible, en la obra privada. En este Acuerdo, podrán participar los siguientes departamentos de la Administración General del Estado: Ministerio de Fomento, Ministerio de Industria, Energía y Turismo (MINETUR), Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA), en colaboración con otras autoridades competentes autonómicas y locales, con las asociaciones empresariales sectoriales y constructoras para promover el uso del árido reciclado.

Objetivos cuantitativos:

Se establecen los siguientes objetivos cuantitativos específicos sobre RCD para los años 2016, 2018 y 2020, orientados al cumplimiento del objetivo final previsto en la Directiva Marco de Residuos para este flujo de residuos.

	2016	2018	2020
% RCD no peligrosos destinados a la preparación para la reutilización, el reciclado y otras operaciones de valorización (con exclusión de las tierras y piedras limpias) (mínimo)	60	65	70
Eliminación de RCD no peligrosos en vertedero (en %) (máximo)	40	35	30
% de tierras y piedras limpias (LER 17 05 04) utilizadas en obras de tierra y en obras de restauración, acondicionamiento o relleno (mínimo)	75	85	90
Eliminación de tierras y piedras limpias (LER 17 05 04) en vertedero (en %) respecto del volumen total de materiales naturales excavados. (máximo)	25	15	10

Tabla 37. Objetivos para RCD para los años 2016, 2018 y 2020.

En el apartado 13.4 Orientaciones se proponen orientaciones para conseguir los objetivos, entre otras:

Promocionar la utilización de los materiales procedentes de los RCD valorizables en las obras de construcción, tales como obras de tierra, de capas estructurales (sub-bases de carretera, capa de forma y sub-balasto en obras de ferrocarril), así como la fabricación de hormigones, etc.,

Departamento de Infraestructuras



siempre y cuando se garantice que los materiales reciclados cumplan los requisitos de calidad y prescripciones de la normativa vigente en cada caso. A tal fin, se fomentará que en los Pliegos de Prescripciones Técnicas de las obras y en la valoración de las ofertas en la contratación pública se incluyan condiciones que faciliten el empleo de los materiales procedentes de RDC valorizables antes mencionados en sustitución de los materiales naturales.

La Administración General del Estado y las demás administraciones públicas fomentarán que en los proyectos de obra se tengan en cuenta las alternativas de diseño y constructivas que generen menos residuos en la fase de construcción y de explotación, así como aquellos proyectos que favorezcan el desmantelamiento selectivo correcto del bien inmueble al final de su vida útil.

Las medidas de los Planes (Nacional y Andaluz) son claras, hay que prevenir la generación de residuos y fomentar su reutilización o reciclado. Sin embargo el empleo de estos materiales en las obras, y ello está reconocido en estas legislaciones, es muy inferior a lo exigido.

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

Las especificaciones técnicas actuales, por ejemplo las del PG-3 o las de la EHE, aunque ya permiten el empleo de estos productos, las exigencias de calidad son tales que, en la práctica, lo hacen muy difícil, por lo cual se hace necesario, y en línea con la filosofía del Plan de residuos, el desarrollo de legislación técnica específica para estos materiales.

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

0.3. ARTICULADO TÉCNICO

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



ARTÍCULO	TÍTULO	DESCRIPCIÓN
1	ZAHORRAS ARTIFICIALES DE RECICLADOS DE RCD	
	Zahorra artificial reciclada de hormigón (ZARHor)	Material granular, de granulometría continua, utilizada como capa de firme y procedente de la trituración exclusiva de residuos de hormigones. Esta zahorra podrá colocarse directamente bajo las capas asfálticas o de hormigón del firme.
	Zahorra artificial reciclada mixta Tipo I de RCD (ZARM I)	Material granular, de granulometría continua, utilizada como capa de firme y procedente de la trituración controlada de RCD. Esta zahorra podrá colocarse directamente bajo las capas asfálticas o de hormigón del firme
	Zahorra artificial reciclada mixta Tipo II de RCD (ZARM II)	Material granular, de granulometría continua, utilizada como capa de firme y procedente de la trituración controlada de RCD. Esta zahorra no podrá colocarse directamente bajo las capas asfálticas o de hormigón del firme, necesariamente deberá existir una capa de zahorra de las anteriores o de zahorra natural entre esta ZARM II y las capas asfálticas o de hormigón.
2	GRAVACEMENTO CON ÁRIDOS GRUESO DE RECICLADOS DE RESIDUOS DE HORMIGÓN. (GCR)	
	Gravacemento reciclado de RCD. (GCR)	Es la mezcla homogénea de material tratado con cemento, en las proporciones adecuadas, de áridos, cemento, agua y, eventualmente aditivos, realizada en central, que convenientemente compactada se utiliza como capa estructural en firmes de carreteras. La fracción de árido grueso procede de la trituración exclusiva de residuos de hormigón y la fracción de árido fino procede de la trituración de árido de cantera o gravera natural.
3	SUELOS RECICLADOS DE RCD	
	Suelo reciclado seleccionado de RCD. (SR-Sel)	Producto procedente del tratamiento de residuos de RCD, con características físico, químicas y mecánicas que le confieren la categoría de suelo seleccionado.
	Suelo reciclado tolerable	Producto procedente del tratamiento de residuos



	de RCD. (SR-Tol)	de RCD, con características físico, químicas y mecánicas que le confieren la categoría de suelo tolerable, inferiores a las necesarias para calificarlo como suelo seleccionado.
--	------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

0.4. GARANTÍAS DE CALIDAD DE ESTOS MATERIALES DE RECICLADO DE RCD

0.4.1 PROCEDENCIA

Los áridos reciclados se someterán, en centrales fijas o móviles, a un proceso de separación de componentes no deseados, de cribado y de eliminación final de contaminantes.

El gestor de valorización de estos materiales garantizará que los áridos reciclados fabricados han seguido un proceso correcto de valorización en todas sus fases, encontrándose exentos de residuos que impidiesen su empleo como áridos para la construcción.

0.4.2 DOCUMENTACIÓN

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

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

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

Estos documentos son el marcado CE, la Declaración de Prestaciones y el Certificado de Conformidad del Control de Producción en Fábrica del Organismo Notificado.

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

Departamento de Infraestructuras



- Documentos de garantías de calidad:

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

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

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



ARTÍCULO 1. ZAHORRAS ARTIFICIALES DE RECICLADOS DE RCD

1.1. DEFINICIÓN. CLASIFICACIÓN.

1.2. MATERIALES.

- 1.2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.
- 1.2.2. LIMPIEZA.
- 1.2.3. CALIDAD DE LOS FINOS.
- 1.2.4. PLASTICIDAD.
- 1.2.5. CAPACIDAD SOPORTE (ÍNDICE CBR)
- 1.2.6. REQUISITOS GEOMÉTRICOS.
 - 1.2.6.1. Granulometría.
 - 1.2.6.2. Forma del árido grueso.
 - 1.2.6.3. Porcentaje de partículas trituradas o fracturadas y de partículas totalmente redondeadas de los áridos gruesos.
- 1.2.7. REQUISITOS FÍSICOS. RESISTENCIA A LA FRAGMENTACIÓN.
- 1.2.8. REQUISITOS QUÍMICOS.
 - 1.2.8.1. Compuestos de azufre
 - 1.2.8.2. Materia orgánica

1.3. EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

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

1.4. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

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

1.5. TRAMO DE PRUEBA.

1.6. ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA.

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

Departamento de Infraestructuras



1.7. LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN.

1.8. CONTROL DE CALIDAD

- 1.8.1. CONTROL DE PROCEDENCIA DEL MATERIAL.
 - 1.8.1.1. Control documental.
 - 1.8.1.2. Verificación de la instalación.
 - 1.8.1.3. Ensayos de control de procedencia.
- 1.8.2. CONTROL DE EJECUCIÓN.
 - 1.8.2.1. Fabricación.
 - 1.8.2.2. Puesta en obra.
- 1.8.3. CONTROL DE RECEPCIÓN DE LA UNIDAD TERMINADA.

1.9. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO DEL LOTE.

- 1.9.1. DENSIDAD.
- 1.9.2. CAPACIDAD DE SOPORTE.
- 1.9.3. ESPESOR.
- 1.9.4. RASANTE.
- 1.9.5. REGULARIDAD SUPERFICIAL.

1.10. MEDICIÓN Y ABONO.

1.11. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD.

NORMAS DE REFERENCIA EN ESTE ARTÍCULO.

ANEJOS

ANEJO 1. HUSOS GRANULOMÉTRICOS.

ANEJO 2. DOCUMENTACIÓN DE SUMINISTRO Y CONTROL DE RECEPCIÓN.



1.1 DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN.

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

En estas recomendaciones se definen tres tipos de zahorras de materiales reciclados, su clasificación se realiza según los criterios de la norma UNE EN 13242:2003+A1:2008.

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 = Piezas para fábrica de albañilería de arcilla (es decir, ladrillos y tejas).
Piezas para fábrica 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)
Varios: metales (ferrosos y no ferrosos), madera no flotante, plástico y caucho.
Yeso

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

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

La categoría de este material, según la norma UNE EN 13242:2003+A1:2008 se especifica como $(Rc+Ru)_{90}$, X_i , FL_i . El material grueso analizado de acuerdo con la norma UNE-EN 933-11, debe contener un porcentaje de:

- $Rc+Ru \geq 90$ % en masa
 - $X < 1$ % en masa
 - $FL < 1$ cm³/kg.
- **Zahorra artificial reciclada mixta Tipo I de RCD, (ZARM I)**, al constituido por trituración controlada de residuos de RCD.

Departamento de Infraestructuras



La categoría de este material, según la norma UNE EN 13242:2003+A1:2008 se especifica como $(Rc+Ru+Ra)_{70}$, $(Rc+Ru)_{55}$, X_1 , FL_1 . El material grueso analizado de acuerdo con la norma UNE-EN 933-11, debe contener un porcentaje de:

- $Rc+Ru+Ra \geq 70$ % en masa
- $Rc+Ru \geq 55$ % 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, según la norma UNE EN 13242:2003+A1:2008 se especifica como $(Rc+Ru+Ra)_{70}$, $(Rc+Ru)_{55}$, X_2 , FL_2 . El material grueso analizado de acuerdo con la norma UNE-EN 933-11, debe contener un porcentaje de:

- $Rc+Ru+Ra \geq 70$ % en masa
- $Rc+Ru \geq 55$ % en masa
- $X < 2$ % en masa
- $FL < 2$ cm³/kg.

1.2 MATERIALES

NORMA UNE EN 13242:2003+A1:2008

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN. NOTA 1

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

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

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



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

1.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

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

Las zahorras denominadas ZARHor y la mixta ZARM I podrán emplearse en las capas de firme y en contacto con las asfálticas y de hormigón, la ZARM II obligatoriamente deberá estar debajo de una de las anteriores zahorras o de una zahorra natural, pero nunca en contacto directo con las capas superiores asfálticas o de hormigón.

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

Los materiales para las capas de zahorra no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua.

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

1.2.2 LIMPIEZA (CONTENIDO DE IMPUREZAS)

Los materiales estarán 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.

1.2.3 CALIDAD DE LOS FINOS



El equivalente de arena (SE_4), según el Anexo A de la norma UNE-EN 933-8, de los tres tipos de zahorra (la de hormigón y las mixtas de RCD) deberán cumplir lo indicado en la siguiente tabla número 1.1. De no cumplirse esta condición, su valor de azul de metileno, según el Anexo A de la norma UNE-EN 933-9, deberá ser inferior a diez (10), y simultáneamente, el equivalente de arena no deberá ser inferior en más de cinco unidades a los valores indicados en la tabla 1.1.

TABLA 1.1 -EQUIVALENTE DE ARENA DE LAS ZAHORRAS

ZARHor	ZARM I	ZARM II
EA > 35*	EA > 30	EA > 25

*Este valor podrá disminuirse en 5 unidades siempre y cuando el azul de metileno (UNE-EN 933-9) sea inferior a 10.

1.2.4 PLASTICIDAD

Las zahorras ZARHor y la ZARM I 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 ($IP < 6$)

1.2.5 CAPACIDAD SOPORTE (ÍNDICE CBR)

Los índices CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, serán:

- Para las zahorras ZARHor y ZARM I > 40
- Para la zahorra ZARM II > 20

1.2.6 REQUISITOS GEOMÉTRICOS

1.2.6.1 Granulometría

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



TABLA 1.2 – HUSOS GRANULOMÉTRICOS DE LAS ZAHORRAS ZARHor y ZARM I

ZARHor ZARM I	Abertura de 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
ZAD 0/20		100	65-100	47-78	30-58	14-37	0-15	0-6	0-4	0-2

TABLA 1.3 – HUSOS GRANULOMÉTRICOS DE LA ZAHORRA ZARM II

ZARM II	Abertura de tamices UNE-EN 933-2 (mm)											
	56	45	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,25	0,063
0/40	100	85-100	75-99	68-95	56-85	44-74	35-63	22-46	15-35	7-23	4-18	0-9
0/32	-	100	87-100	75-99	62-91	50-79	40-68	27-51	20-40	7-26	4-20	0-11
0/20	-	-	-	100	71-97	55-84	45-75	32-61	25-50	10-32	5-24	0-11

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

Las designaciones de las zahorras se hacen según el apartado 4.2 Tamaño de árido de la norma UNE EN 12620:2003+A1:2008. Las categorías decididas para esos áridos combinados es la $G_s 75$.

En todos los casos, el cernido por el tamiz 0.063 mm de la UNE-EN 933-2 será menor que los dos tercios ($< 2/3$) del cernido por el tamiz 0.250 mm de la UNE-EN 933-2.

1.2.6.2 Forma del árido grueso

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

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

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

Índice de lajas	Categoría (FI)
≤ 35	F_{ls}



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

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

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

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

Partículas trituradas.	TIPO DE ÁRIDO	CATEGORÍA DE TRÁFICO	
		T2	T3-T4
Partículas total y parcialmente trituradas (%)	ZARHor	> 70	> 50
	ZARM I		
	ZARM II	-	
Partículas totalmente redondeadas (%)	ZARHor	< 10	
	ZARM I		
	ZARM II	< 50	

1.2.7 REQUISITOS FÍSICOS. RESISTENCIA A LA FRAGMENTACIÓN

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

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

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

Coeficiente de los Ángeles.		
TIPO DE ZAHORRA	Capas granulares de firmes	Vías ciclistas y vías peatonales urbanas



	T2	T3	T4	
ZARHor	< 35	< 40		
ZARM I		< 40		
ZARM II			< 40	< 45

1.2.8 REQUISITOS QUÍMICOS.

1.2.8.1 Compuestos de azufre

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

- Determinación del contenido total de azufre expresado como % SO_3 (UNE-EN 1744-1 apartado 11).
- Determinación de los sulfatos solubles en agua en áridos reciclados expresados como % SO_4 (UNE-EN 1744-1 apartado 10.2).

Los contenidos de los compuestos de azufre, así determinados, serán inferiores a los indicados en la tabla número 1.7.

TABLA 1.7 – CONTENIDOS MÁXIMOS EN COMPUESTOS DE AZUFRE

Tipo de zahorra	Situación de obra	Contenido de azufre total (% SO_3)	Categoría (S)	Contenido en sulfatos solubles en agua (% SO_4)	Categoría (SS)
ZARHor y ZARM I	-	$\leq 1,3$	$S_{1,3}$	$\leq 0,7$	$SS_{0,7}$
	En contacto con una capa tratada con cemento o una estructura de hormigón.		-	$\leq 0,5$	-
ZARM II	-	$\leq 1,8$	$S_{1,8}$	$\leq 0,7$	$SS_{0,7}$
	En contacto con una capa tratada con cemento o una estructura de hormigón.			$\leq 0,5$	



1.2.8.2 Materia orgánica

Los contenidos en materia orgánica (UNE 103204), serán:

- Para las zavorras ZARHor y ZARM I < 1%
- Para la zavorra ZARM II < 2% (*)

(*) Siempre que se justifique que estos porcentajes de materia orgánica procedan de la presencia de materiales bituminosos.

1.3 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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

1.3.1 CONSIDERACIONES GENERALES

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

1.3.2 CENTRAL DE FABRICACIÓN DE LAS ZAHORRAS RECICLADAS

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

1.3.3 ELEMENTOS DE TRANSPORTE

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

1.3.4 EQUIPOS DE EXTENSIÓN

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

1.3.5 EQUIPOS DE COMPACTACIÓN

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

1.4 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

1.4.1 ESTUDIO DEL MATERIAL Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

Departamento de Infraestructuras



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 zavorras previamente humectadas con una dotación de agua en el entorno de la humedad óptima, (Proctor modificado “tras saturación”).

1.4.2 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE QUE VA A RECIBIR LA ZAHORRA

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

1.4.3 PREPARACIÓN DEL MATERIAL

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

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



1.4.4 VERTIDO Y EXTENSIÓN DE LA ZAHORRA

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

1.4.5 COMPACTACIÓN DE LA ZAHORRA

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

1.4.6 PROTECCIÓN SUPERFICIAL

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

1.5 TRAMO DE PRUEBA

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

1.6 ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

1.6.1 DENSIDAD

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

En el caso de la zahorra ZARM II, o cuando las zahorras ZARHor y ZARM I 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.

1.6.2 CAPACIDAD DE SOPORTE

El valor del módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga del ensayo de carga con placa (Ev2), según la UNE-EN 103808 será superior al menor valor de los siguientes:

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

Departamento de Infraestructuras



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

TIPO DE ZAHORRA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
	T2	T3	T4 y arcenes
ZARHor y ZARM I	150	120	100
ZARM II		80	80

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

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

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

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

1.6.3 RASANTE, ESPESOR Y ANCHURA

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

1.6.4 REGULARIDAD SUPERFICIAL

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

1.7 LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

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

1.8 CONTROL DE CALIDAD

1.8.1 CONTROL DE PROCEDENCIA DEL MATERIAL



Es preceptivo que el material disponga del marcado CE.

El control de procedencia consistirá en:

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

1.8.1.1 Control documental

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

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

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

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

1.8.1.2 Verificación de la instalación

Se realizará una visita de inspección de la instalación, por el Laboratorio de control y la Dirección de la Obra, de acuerdo con los criterios y fichas de inspección elaboradas por AOPJA.

Tras la cual se documentará:

- Origen de los residuos.
- Clasificación de los residuos.

Departamento de Infraestructuras



- 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:

- Clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados, según el apartado 5.6 de la norma UNE-EN 13242:2003+A1:2008. 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 lascas, 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

1.8.2 CONTROL DE EJECUCIÓN

1.8.2.1 Fabricación

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

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



En el caso de las 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.
 - Proctor 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) se hubieran aprobado diez (10) lotes consecutivos.

1.8.2.2 Puesta en obra



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

Se comprobarán frecuentemente:

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

1.8.3 CONTROL DE RECEPCIÓN DE LA UNIDAD TERMINADA

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

- Una longitud de quinientos metros (500 m) de calzada.
- Una superficie de tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 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 510.7.4.

1.9 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

1.9.1 DENSIDAD

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

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

1.9.2 CAPACIDAD DE SOPORTE

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

1.9.3 ESPESOR

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

1.9.4 RASANTE

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

1.9.5 REGULARIDAD SUPERFICIAL

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

1.10 MEDICIÓN Y ABONO

Departamento de Infraestructuras



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

1.11 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD

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

Estos productos dispondrán, como mínimo, del obligado marcado CE.

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

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

NORMAS DE REFERENCIA EN ESTE ARTÍCULO

- UNE-EN 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.

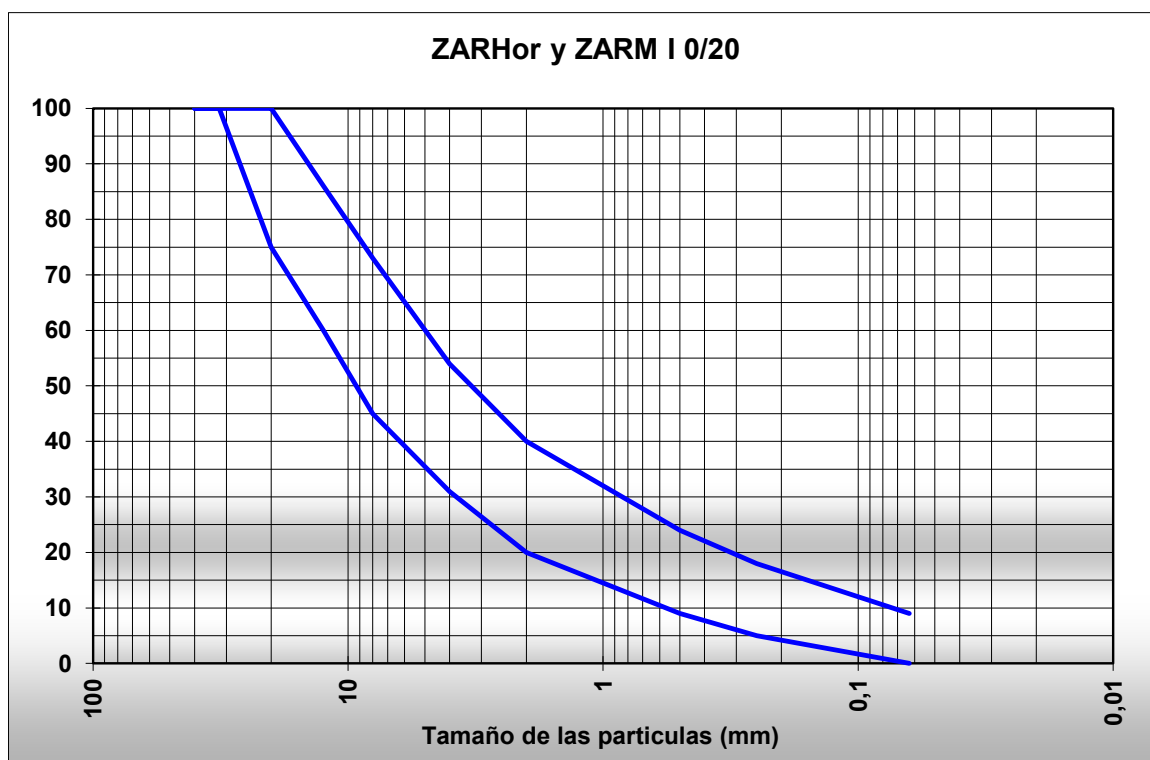
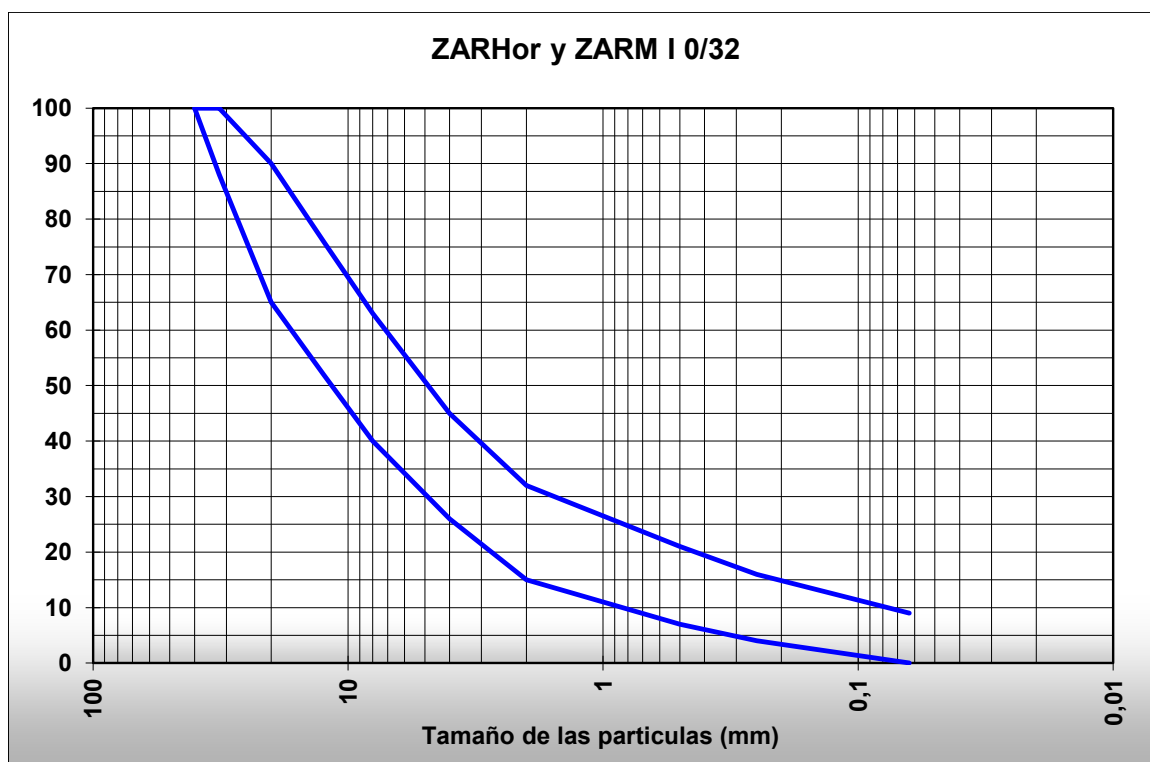


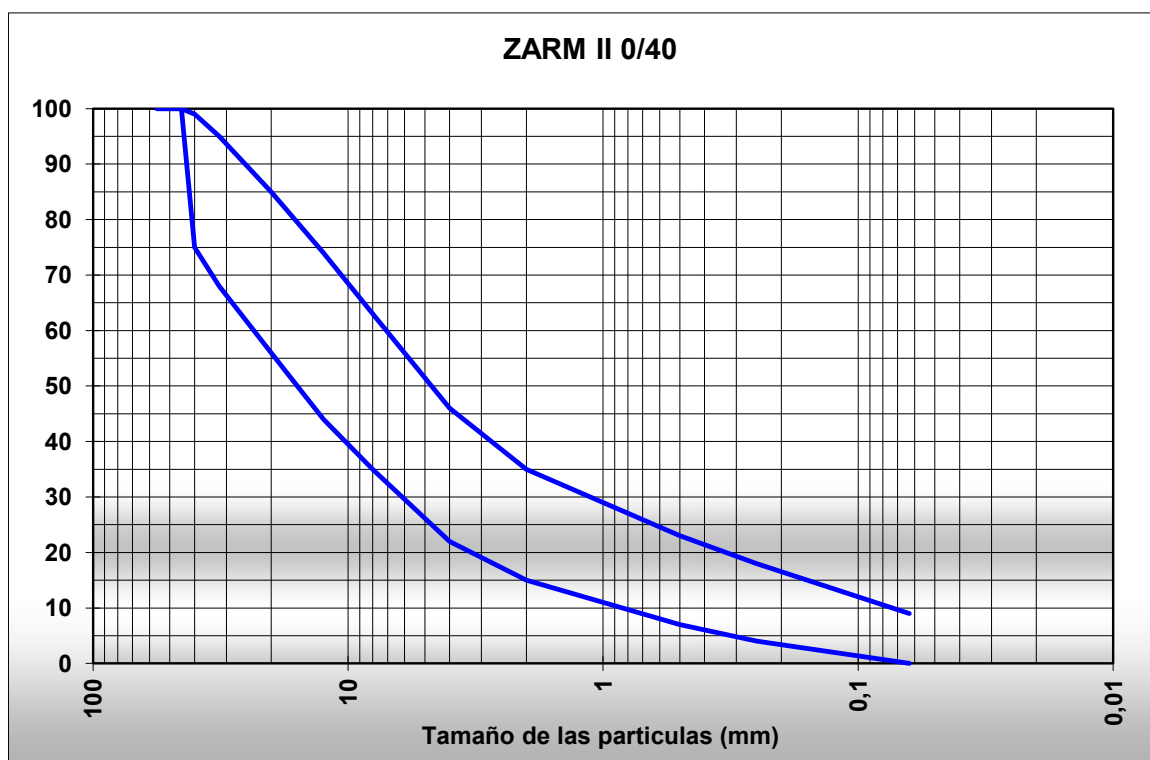
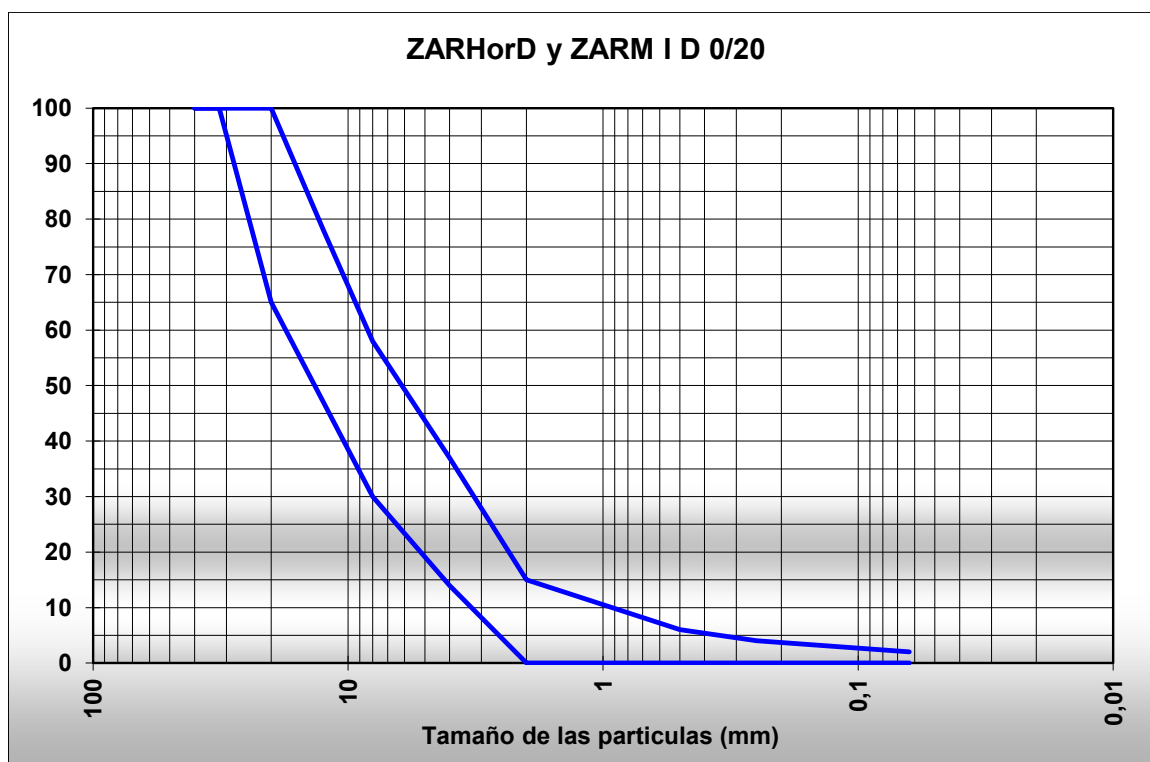
- UNE-EN 933-1 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Método del tamizado.
- UNE-EN 933-2 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas. 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 propiedades geométricas de los áridos. Parte 5: Determinación del porcentaje de caras de fractura de las partículas de árido grueso.
- UNE-EN 933-8 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.
- UNE-EN 933-9 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno.
- UNE-EN 1097-2 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.
- UNE-EN 1097-5 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 5: Determinación del contenido en agua por secado en estufa.
- UNE-EN 1367-2 Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Parte 2: Ensayo de sulfato de magnesio.
- UNE-EN 1744-1 Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico.
- UNE-EN 13242 Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerados hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes.
- UNE-EN 13286-2 Mezclas de áridos sin ligante y con conglomerante hidráulico. Parte 2: Métodos de ensayo para la determinación en laboratorio de la densidad de referencia y el contenido en agua. Compactación Proctor.

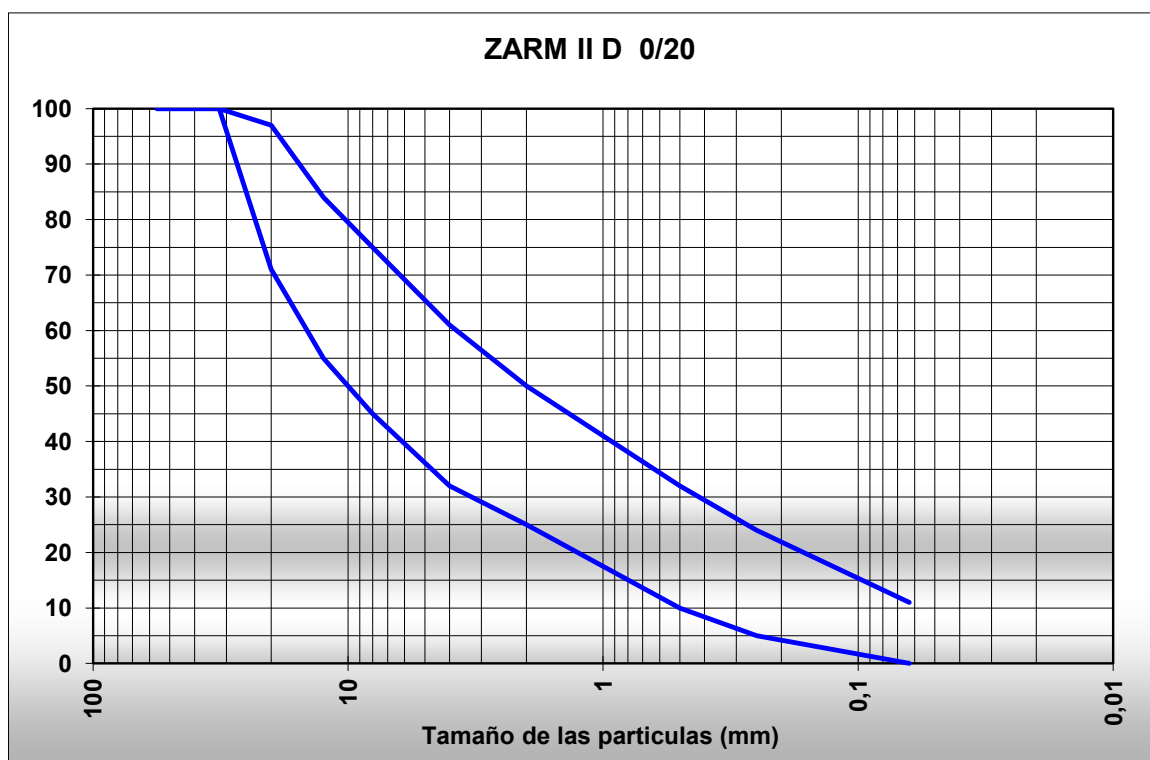
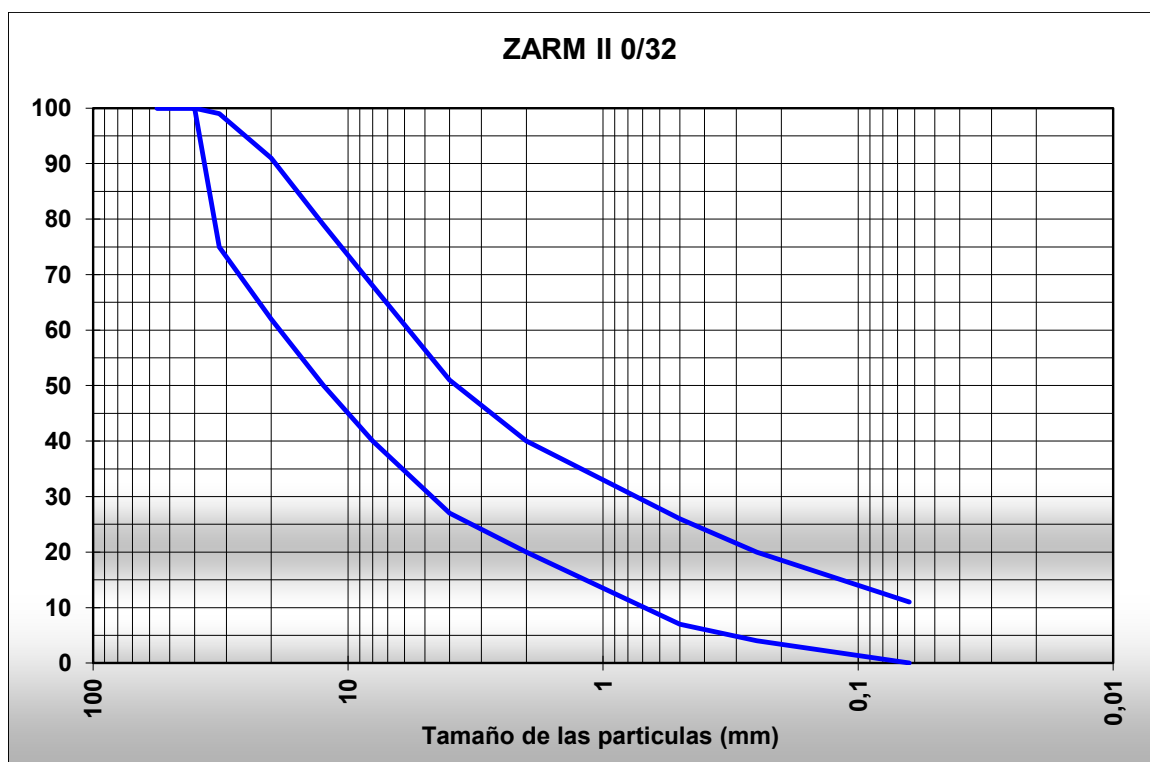


ANEJO 1

HUSOS GRANULOMÉTRICOS









ANEJO 2

DOCUMENTACIÓN DE SUMINISTRO Y CONTROL DE RECEPCIÓN

- **Fichas de características.**
- **Declaración de gestor autorizado.**
- **Documentos Marcado CE.**
- **Certificado de garantía del fabricante.**
- **Certificado de suministro del fabricante.**



FICHAS DE CARACTERÍSTICAS

Estas fichas recogen los requisitos relativos a composición, geometría, características físico-mecánicas y químicas que deben cumplir cada una de las zavorras y servirán de referencia para analizar si lo declarado por el fabricante en su etiqueta CE cumple con lo solicitado en estas Recomendaciones.

DECLARACIÓN DE GESTOR AUTORIZADO

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

DOCUMENTOS MARCADO CE

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

Esta documentación del marcado CE consiste en:

- Etiqueta CE. De acuerdo con la norma de aplicación a cada producto.
- Declaración de prestaciones
- Certificado de Conformidad del Control de Producción en Fábrica del Organismo Notificado.

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

CERTIFICADO DE GARANTÍA DEL FABRICANTE

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

CERTIFICADO DE SUMINISTRO DEL FABRICANTE

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

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

Departamento de Infraestructuras



Se adjunta a continuación en este Anejo:

- Fichas de características exigidas a cada una de los tres tipos de zahorras.
- Modelo de declaración de gestor autorizado.
- Un modelo con la información mínima que debe presentar un certificado de garantía (modelo de certificado de garantía del fabricante).
- Un modelo con la información mínima que debe presentar un certificado de suministro (modelo de certificado de suministro del fabricante).



1.- FICHAS DE CARACTERÍSTICAS

FICHA DE CARACTERÍSTICAS DE LA ZARHor

<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; display: inline-block;"> Sello de Marcado CE o AGRECA, según corresponda </div>																																																																																			
EMPRESA DIRECCIÓN XXXXXXXX																																																																																			
CENTRO DE PRODUCCIÓN XXXXXXXXXX																																																																																			
<p style="text-align: center;">Denominación: Zahorra artificial reciclada de hormigón ZARHor</p> <p style="text-align: center;">Tipo material: Árido para capas granulares</p> <p style="text-align: center;">Uso previsto: Ríms de carreteras, vías ciclistas y peatonales, relleno de zanjas</p> <p>Composición</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>Rc+Ru+Ra</td> <td>Rc+Ru</td> <td>Rc -</td> <td>Ra -</td> <td>Rb -</td> <td>X</td> <td>FL</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>≥ 90 %</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>< 1 %</td> <td>< 1 cm³/kg</td> </tr> </table> <p>Granulometría de las partículas</p> <p>UNE-EN 933-1</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th rowspan="2">Tipo</th> <th colspan="10">Tamiz (mm)</th> </tr> <tr> <th>40</th> <th>32</th> <th>20</th> <th>12,5</th> <th>8</th> <th>4</th> <th>2</th> <th>0,5</th> <th>0,25</th> <th>0,063</th> </tr> <tr> <td>0/32</td> <td>100</td> <td>88-100</td> <td>65-90</td> <td>52-76</td> <td>40-63</td> <td>26-45</td> <td>15-32</td> <td>7-21</td> <td>4-16</td> <td>0-9</td> </tr> <tr> <td>0/20</td> <td></td> <td>100</td> <td>75-100</td> <td>60-86</td> <td>45-73</td> <td>31-54</td> <td>20-40</td> <td>9-24</td> <td>5-18</td> <td>0-9</td> </tr> <tr> <td>ZAD 0/20</td> <td></td> <td>100</td> <td>65-100</td> <td>47-78</td> <td>30-58</td> <td>14-37</td> <td>0-15</td> <td>0-6</td> <td>0-4</td> <td>0-2</td> </tr> </table> <p>Índice CBR UNE 103502 > 40</p> <p>Índice de lojas UNE-EN 933-3 < 35</p> <p>Partículas trituradas y parcialmente trituradas UNE-EN 933-5</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>T2</td> <td>> 70</td> </tr> <tr> <td>T3</td> <td>> 50</td> </tr> <tr> <td>T4</td> <td>> 50</td> </tr> </table> <p>Partículas totalmente redondeadas UNE-EN 933-5 < 10 %</p> <p>Desgaste de los Ángeles UNE-EN 1097-2</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>T2</td> <td>< 35</td> </tr> <tr> <td>T3</td> <td>< 40</td> </tr> <tr> <td>T4</td> <td>< 40</td> </tr> <tr> <td>Caminos rurales, carril bici y vías peatonales</td> <td>< 40</td> </tr> </table> <p>Equivalente de arena (EA) UNE-EN 933-8 > 35*</p> <p><small>*o equivalente de arena > 30 y simultáneamente el azul de metileno (UNE-EN 933-9) < 10</small></p> <p>Plasticidad UNE 103103 / UNE 103104 N.P.</p> <p>Contenido en materia orgánica UNE 103204 < 1 %</p> <p>Comp. Totales de azufre (SO₂) UNE 1744-1, Punto 11 < 1.3 %</p> <p>Sulf. Solubles en agua (SO₄) UNE-EN 1744-1, Punto 10.2 < 0.7 %</p> <p><small>* en contacto con materiales ligados con cemento</small></p> <p>Pérdida de masa en el ensayo de estabilidad a los sulfatos UNE-EN 1367-2 ≤ 18 %</p>		Rc+Ru+Ra	Rc+Ru	Rc -	Ra -	Rb -	X	FL	-	≥ 90 %	-	-	-	< 1 %	< 1 cm ³ /kg	Tipo	Tamiz (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	ZAD 0/20		100	65-100	47-78	30-58	14-37	0-15	0-6	0-4	0-2	T2	> 70	T3	> 50	T4	> 50	T2	< 35	T3	< 40	T4	< 40	Caminos rurales, carril bici y vías peatonales	< 40
Rc+Ru+Ra	Rc+Ru	Rc -	Ra -	Rb -	X	FL																																																																													
-	≥ 90 %	-	-	-	< 1 %	< 1 cm ³ /kg																																																																													
Tipo	Tamiz (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																																																																									
ZAD 0/20		100	65-100	47-78	30-58	14-37	0-15	0-6	0-4	0-2																																																																									
T2	> 70																																																																																		
T3	> 50																																																																																		
T4	> 50																																																																																		
T2	< 35																																																																																		
T3	< 40																																																																																		
T4	< 40																																																																																		
Caminos rurales, carril bici y vías peatonales	< 40																																																																																		



FICHA DE CARACTERÍSTICAS DE LA ZARM I

<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Sello de Marcado CE o AGRECA, según corresponda </div>																																																																						
EMPRESA DIRECCIÓN XXXXXXXXXX																																																																						
CENTRO DE PRODUCCIÓN XXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXX																																																																						
<p style="text-align: center;"> Denominación: Zahorra artificial reciclada mixta tipo I de RCD ZARM I Tipo material: Árido para capas granulares Uso previsto: Firmes de carreteras, vías ciclistas y peatonales, relleno de zanjas </p> <p>Composición</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>Rc+Ru+Ra</td> <td>Rc+Ru</td> <td>Rc -</td> <td>Ra -</td> <td>Rb -</td> <td>X</td> <td>FL</td> </tr> <tr> <td>≥ 70 %</td> <td>≥ 55 %</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>< 1 %</td> <td>< 1 cm³/kg</td> </tr> </table> <p>Granulometría de las partículas UNE-EN 933-1</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th>Tamaño (mm)</th> <th>40</th> <th>32</th> <th>20</th> <th>12,5</th> <th>8</th> <th>4</th> <th>2</th> <th>0,5</th> <th>0,25</th> <th>0,043</th> </tr> <tr> <td>0/32</td> <td>100</td> <td>88-100</td> <td>65-90</td> <td>52-76</td> <td>40-63</td> <td>26-45</td> <td>15-32</td> <td>7-21</td> <td>4-16</td> <td>0-9</td> </tr> <tr> <td>0/20</td> <td></td> <td>100</td> <td>75-100</td> <td>60-86</td> <td>45-73</td> <td>31-54</td> <td>20-40</td> <td>9-24</td> <td>5-18</td> <td>0-9</td> </tr> <tr> <td>ZAD 0/20</td> <td></td> <td>100</td> <td>65-100</td> <td>47-78</td> <td>30-58</td> <td>14-37</td> <td>0-15</td> <td>0-6</td> <td>0-4</td> <td>0-2</td> </tr> </table> <p>Índice CBR > 40 UNE 103502</p> <p>Índice de lajas < 35 UNE-EN 933-3</p> <p>Partículas trituradas y parcialmente trituradas > 70 UNE-EN 933-5</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>T2</td> <td>> 70</td> </tr> <tr> <td>T3</td> <td>> 50</td> </tr> <tr> <td>T4</td> <td>> 50</td> </tr> </table> <p>Partículas totalmente redondeadas < 10 % UNE-EN 933-5</p> <p>Desgaste de los Ángeles < 40 UNE-EN 1097-2</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>T3</td> <td>< 40</td> </tr> <tr> <td>T4</td> <td>< 40</td> </tr> <tr> <td>Canil bici y vías peatonales</td> <td>< 40</td> </tr> </table> <p>Equivalente de arena > 30* UNE-EN 933-8 *o equivalente de arena > 25 y simultáneamente el azul de metileno (UNE-EN 933-8) < 10</p> <p>Plasticidad N.P. UNE 103103 / UNE 103104</p> <p>Contenido en materia orgánica < 1 % UNE 103204</p> <p>Comp. Totales de azufre (SO₂) < 1.3 % UNE 1744-1. Punto 11</p> <p>Sulf. Solubles en agua (SO₄) < 0.7 % UNE-EN 1744-1. Punto 10.2 < 0.5* % * en contacto con materiales ligados con cemento</p> <p>Pérdida de masa en el ensayo de estabilidad a los sulfatos ≤ 18 % UNE-EN 1367-2</p>	Rc+Ru+Ra	Rc+Ru	Rc -	Ra -	Rb -	X	FL	≥ 70 %	≥ 55 %	-	-	-	< 1 %	< 1 cm ³ /kg	Tamaño (mm)	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,25	0,043	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	ZAD 0/20		100	65-100	47-78	30-58	14-37	0-15	0-6	0-4	0-2	T2	> 70	T3	> 50	T4	> 50	T3	< 40	T4	< 40	Canil bici y vías peatonales	< 40
Rc+Ru+Ra	Rc+Ru	Rc -	Ra -	Rb -	X	FL																																																																
≥ 70 %	≥ 55 %	-	-	-	< 1 %	< 1 cm ³ /kg																																																																
Tamaño (mm)	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,25	0,043																																																												
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																																																												
ZAD 0/20		100	65-100	47-78	30-58	14-37	0-15	0-6	0-4	0-2																																																												
T2	> 70																																																																					
T3	> 50																																																																					
T4	> 50																																																																					
T3	< 40																																																																					
T4	< 40																																																																					
Canil bici y vías peatonales	< 40																																																																					



FICHA DE CARACTERÍSTICAS DE LA ZARM II

<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Sello de Marcado CE o AGRECA, según corresponda </div>																																																																														
EMPRESA DIRECCIÓN XXXXXXXXXX																																																																														
CENTRO DE PRODUCCIÓN XXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXX																																																																														
<p style="text-align: center;">Denominación: Zahorra artificial reciclada mixta tipo II de RCD ZARM II Tipo material: Árido para capas granulares Uso previsto: Rines de carreteras, vías ciclistas y peatonales, relleno de zanjas</p> <p>Composición</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>Rc+Ru+Ra</td> <td>Rc+Ru</td> <td>Rc -</td> <td>Ra -</td> <td>Rb -</td> <td>X</td> <td>FL</td> </tr> <tr> <td>≥ 70 %</td> <td>≥ 55 %</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>< 2%</td> <td>< 2 cm³/kg</td> </tr> </table> <p>Granulometría de las partículas UNE-EN 933-1</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th>Tamiz (mm)</th> <th>56</th> <th>45</th> <th>40</th> <th>32</th> <th>20</th> <th>12,5</th> <th>8</th> <th>4</th> <th>2</th> <th>0,5</th> <th>0,25</th> <th>0,063</th> </tr> <tr> <td>0/40</td> <td>100</td> <td>85-100</td> <td>75-99</td> <td>68-95</td> <td>56-85</td> <td>44-74</td> <td>35-63</td> <td>22-46</td> <td>15-35</td> <td>7-23</td> <td>4-18</td> <td>0-9</td> </tr> <tr> <td>0/32</td> <td>-</td> <td>100</td> <td>87-100</td> <td>75-99</td> <td>62-91</td> <td>50-79</td> <td>40-68</td> <td>27-51</td> <td>20-40</td> <td>7-26</td> <td>4-20</td> <td>0-11</td> </tr> <tr> <td>0/22</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>100</td> <td>71-97</td> <td>55-84</td> <td>45-75</td> <td>32-61</td> <td>25-50</td> <td>10-32</td> <td>5-24</td> <td>0-11</td> </tr> </table> <p>Índice CBR UNE 103502 > 20</p> <p>Índice de lajas UNE-EN 933-3 < 35</p> <p>Partículas trituradas y parcialmente trituradas UNE-EN 933-5</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>T3</td> <td>> 50</td> </tr> <tr> <td>T4</td> <td>> 50</td> </tr> </table> <p>Partículas totalmente redondeadas UNE-EN 933-5 < 50 %</p> <p>Desgaste de los Ángeles UNE-EN 1097-2</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>T4</td> <td>< 40</td> </tr> <tr> <td>Carri bici y vías peatonales</td> <td>< 45</td> </tr> </table> <p>Equivalente de arena UNE-EN 933-8 > 25* <small>*o equivalente de arena > 20 y simultáneamente el azul de metileno (UNE-EN 933-9) < 10</small></p> <p>Plasticidad UNE 103103 / UNE 103104</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>LL</td> <td>< 25</td> </tr> <tr> <td>IP</td> <td>< 6</td> </tr> </table> <p>Contenido en materia orgánica UNE 103204 < 2* % <small>*siempre que se justifique que proviene de materiales bituminosos</small></p> <p>Comp. Totales de azufre (SO₃) UNE 1744-1. Punto 11 < 1.8 %</p> <p>Sulf. Solubles en agua (SO₄) UNE-EN 1744-1. Punto 10.2 < 0.7 % < 0.5* % <small>*en contacto con materiales ligados con cemento</small></p> <p>Pérdida de masa en el ensayo de estabilidad a los sulfatos UNE-EN 1367-2 ≤ 18 %</p>	Rc+Ru+Ra	Rc+Ru	Rc -	Ra -	Rb -	X	FL	≥ 70 %	≥ 55 %	-	-	-	< 2%	< 2 cm ³ /kg	Tamiz (mm)	56	45	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,25	0,063	0/40	100	85-100	75-99	68-95	56-85	44-74	35-63	22-46	15-35	7-23	4-18	0-9	0/32	-	100	87-100	75-99	62-91	50-79	40-68	27-51	20-40	7-26	4-20	0-11	0/22	-	-	-	100	71-97	55-84	45-75	32-61	25-50	10-32	5-24	0-11	T3	> 50	T4	> 50	T4	< 40	Carri bici y vías peatonales	< 45	LL	< 25	IP	< 6
Rc+Ru+Ra	Rc+Ru	Rc -	Ra -	Rb -	X	FL																																																																								
≥ 70 %	≥ 55 %	-	-	-	< 2%	< 2 cm ³ /kg																																																																								
Tamiz (mm)	56	45	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,25	0,063																																																																		
0/40	100	85-100	75-99	68-95	56-85	44-74	35-63	22-46	15-35	7-23	4-18	0-9																																																																		
0/32	-	100	87-100	75-99	62-91	50-79	40-68	27-51	20-40	7-26	4-20	0-11																																																																		
0/22	-	-	-	100	71-97	55-84	45-75	32-61	25-50	10-32	5-24	0-11																																																																		
T3	> 50																																																																													
T4	> 50																																																																													
T4	< 40																																																																													
Carri bici y vías peatonales	< 45																																																																													
LL	< 25																																																																													
IP	< 6																																																																													



2.- MODELO DE DECLARACIÓN DE GESTOR AUTORIZADO

LOGOTIPO EMPRESA	REQUISITOS ADMINISTRATIVOS GESTOR AUTORIZADO	
---------------------	-------------------------------------------------	--

Nombre de la empresa

Dirección

Gestor autorizado número: GRU-

XXX a, xx de xxxxx de 20xx

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

Sin otro particular, le saluda atentamente.

Fdo.
Cargo:
Sello:



3.- MODELO DE CERTIFICADO DE GARANTÍA DEL FABRICANTE

LOGOTIPO EMPRESA	CERTIFICADO DE GARANTÍA DE ÁRIDOS RECICLADOS	
---------------------	---------------------------------------------------------	--

Nombre de la empresa
Dirección

Cliente: Nombre del cliente
Obra: Nombre de obra

XXX a, xx de xxxxx de 20xx

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

Designación

Fabricado en nuestro centro de producción sito en:

Dirección del centro de producción

Adjuntamos la siguiente documentación de garantía de calidad:

Producto con Marcado CE	
Declaración de Prestaciones	<input type="checkbox"/>
Etiqueta CE completa	<input type="checkbox"/>
Certificado de Conformidad del Control de Producción en Fábrica del Organismo Notificado.	<input type="checkbox"/>

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

Sin otro particular, le saluda atentamente.

Fdo.
Cargo:
Sello:

Departamento de Infraestructuras



4.- MODELO DE CERTIFICADO DE SUMINISTRO DEL FABRICANTE

LOGOTIPO EMPRESA	CERTIFICADO DE SUMINISTRO DE ÁRIDOS RECICLADOS	
---------------------	-----------------------------------------------------------	--

Nombre de la empresa

Nombre y cargo del responsable de suministro:

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

XXX a, xx de xxxxx de 20xx

Certifico

Que hasta la fecha presente, se han entregado a:

Cliente:	Nombre del cliente
Obra:	Nombre de obra

Los suministros que a continuación se detallan:

Identificación del producto o material	Cantidad

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

Fdo.
Cargo:
Sello:



ARTÍCULO 2. GRAVACEMENTO CON ÁRIDOS GRUESOS DEL RECICLADO DE RESIDUOS DE HORMIGÓN. (GCR HORM).

2.1.DEFINICIÓN.

2.2.MATERIALES.

- 2.2.1 CEMENTO.
- 2.2.2 ÁRIDOS.
 - 2.2.2.1 Características generales.
 - 2.2.2.2 Composición química.
 - 2.2.2.3 Árido grueso.
 - 2.2.2.3.1 Requisitos geométricos.
 - 2.2.2.3.1.1 Forma del árido grueso.
 - 2.2.2.3.1.2 Porcentaje de partículas trituradas o fracturadas y de partículas totalmente redondeadas de los áridos gruesos.
 - 2.2.2.3.2 Requisitos físicos. Resistencia a la fragmentación.
 - 2.2.2.4 Árido fino.
 - 2.2.2.4.1 Plasticidad.
 - 2.2.2.4.2 Equivalente de arena.
- 2.2.3 AGUA.
- 2.2.4 ADITIVOS.

2.3.TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA.

2.4.EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

- 2.4.1 CENTRAL DE FABRICACIÓN.
- 2.4.2 ELEMENTOS DE TRANSPORTE.
- 2.4.3 EQUIPOS DE EXTENSIÓN.
- 2.4.4 EQUIPO DE COMPACTACIÓN.
- 2.4.5 EQUIPO PARA LA EJECUCIÓN DE JUNTAS TRANSVERSALES EN FRESCO.

2.5.EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

- 2.5.1 ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO.
- 2.5.2 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE EXISTENTE.
- 2.5.3 FABRICACIÓN DE LA MEZCLA.
- 2.5.4 TRANSPORTE DE LA MEZCLA.
- 2.5.5 VERTIDO Y EXTENSIÓN DE LA MEZCLA.
- 2.5.6 PREFISURACIÓN.
- 2.5.7 COMPACTACIÓN Y TERMINACIÓN.
- 2.5.8 EJECUCIÓN DE LAS JUNTAS DE TRABAJO.
- 2.5.9 CURADO Y PROTECCIÓN SUPERFICIAL.

2.6.TRAMO DE PRUEBA.

Departamento de Infraestructuras



2.7.ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA.

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

2.8.LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN.

2.9.CONTROL DE CALIDAD.

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

2.10.CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO.

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

2.11.MEDICIÓN Y ABONO.

2.12.ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD.

ANEJOS

ANEJO 1. HUSOS GRANULOMÉTRICOS.

ANEJO 2. DOCUMENTACIÓN DE SUMINISTRO Y CONTROL DE RECEPCIÓN.



2.1 DEFINICIÓN

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

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

Su ejecución incluye las siguientes operaciones:

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

En este artículo se definen dos tipos de gravacemento con áridos gruesos reciclados (GCR 32 y GCR 20).

2.2 MATERIALES

NORMA UNE EN 13242:2003+A1:2008

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN. NOTA 1

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



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

- El Reglamento Europeo de productos de construcción N° 305/2011
- Lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.
- Lo dispuesto en el Real Decreto 105/2008.

2.2.1 CEMENTO

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

2.2.2 ÁRIDOS

2.2.2.1 Características generales

El árido grueso procederá del reciclado de hormigones.

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

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

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

2.2.2.2 Composición química

El contenido ponderal en azufre total (expresado en SO_3) y de sulfatos solubles en ácido (expresados en SO_3), del árido de la gravacemento (norma UNE-EN 1744-1) no será superior al uno por ciento ($\text{SO}_3 \nless 1\%$) ni a ocho décimas porcentuales ($\text{SO}_3 \nless 0,8\%$), respectivamente.



Si en la descripción petrográfica (norma UNE-EN 932-3) se apreciara presencia de pirrotina en el árido para la gravacemento, el contenido ponderal en azufre total (SO_3) deberá limitarse a cuatro décimas porcentuales ($\leq 0,4\%$).

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

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

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

2.2.2.3 Árido grueso

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

El árido grueso procederá del reciclado de hormigones.

La categoría de un material reciclado se determina en base a los tipos de residuos que componen su fracción gruesa, lo que se determina de acuerdo con 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 = Piezas para fábrica de albañilería de arcilla (es decir, ladrillos y tejas).
Piezas para fábrica de albañilería de silicato de calcio
Hormigón aireado no flotante.
- Ra = Materiales bituminosos.
- Rg = Vidrio

Departamento de Infraestructuras



- FL = Material flotante en volumen.
- X = Otros: Cohesivos (es decir, arcillas y arena)
Varios: metales (ferrosos y no ferrosos), madera no flotante, plástico y caucho.
Yeso

La categoría de este material, según la norma UNE EN 13242:2003+A1:2008 se especificará como $(R_c + R_u)_{90}$, R_{b5} , R_{a5} , $X_{1\%}$, $FL_{2\%}$. El material grueso analizado de acuerdo con la norma UNE-EN 933-11, debe contener un porcentaje de:

- $R_c + R_u \geq 90$ % en masa
- $R_b \leq 5$ % en masa
- $R_a \leq 5$ % en masa
- $X < 1$ % en masa
- $FL < 2$ cm³/kg.

2.2.2.3.1 REQUISITOS GEOMÉTRICOS

2.2.2.3.1.1 Forma del árido grueso

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

La categoría mínima será la indicada en la tabla 2.1

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

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

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

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

Las categorías mínimas serán las indicadas en la tabla número 2.2

TABLA 2.2 – CATEGORÍA DE LOS PORCENTAJES DE PARTÍCULAS TOTAL Y PARCIALMENTE TRITURADAS Y DE PARTÍCULAS TOTALMENTE REDONDEADAS EN LOS ÁRIDOS GRUESOS

Departamento de Infraestructuras



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

2.2.2.3.2 REQUISITOS FÍSICOS. RESISTENCIA A LA FRAGMENTACIÓN

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

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

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

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

2.2.2.4 Árido fino

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

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

2.2.2.4.1 PLASTICIDAD

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

2.2.2.4.2 EQUIVALENTE DE ARENA



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

2.2.3 AGUA

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

2.2.4 ADITIVOS

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

2.3 TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

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

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

TABLA 2.4 – HUSOS GRANULOMÉTRICOS DEL ÁRIDO DE LA GRAVACIMIENTO

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

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



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

TABLA 2.5 - RESISTENCIA MEDIA (*) A COMPRESIÓN A SIETE DÍAS (7 d), SEGÚN LA UNE-EN 13286-4, (MPa)

ZONA	MÍNIMA	MÁXIMA
Calzada	4.5	7.0
Arcenes	4.5	6.0

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

Las probetas se compactarán (UNE-EN 13286-51) con la energía que proporcione la densidad mínima requerida en el epígrafe 2.7.1 y nunca con una energía mayor. En el caso de emplearse cementos para usos especiales (ESP VI-1) los valores de la Tabla 2.5 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 2.6. En el supuesto de la puesta en obra por franjas, el material resultante deberá tener un periodo de trabajabilidad tal que permita completar la compactación de cada una de ellas, antes de que haya finalizado dicho plazo en la franja adyacente ejecutada previamente.

TABLA 2.6 – PLAZO MÍNIMO DE TRABAJABILIDAD (Wpc)

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

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

2.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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

Departamento de Infraestructuras



2.4.1 CENTRAL DE FABRICACIÓN

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

2.4.2 ELEMENTOS DE TRANSPORTE

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

2.4.3 EQUIPO DE EXTENSIÓN

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

2.4.4 EQUIPO DE COMPACTACIÓN

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

2.4.5 EQUIPO PARA LA EJECUCIÓN DE LA JUNTA LONGITUDINAL Y LAS TRANSVERSALES EN FRESCO

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

2.5 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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

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

- La identificación y proporción (en seco) de cada fracción de árido en la alimentación (en masa). En el caso del árido grueso reciclado se controlará que su categoría es la $(R_c + R_u)_{90}$.
- La granulometría del árido combinado, por los tamices establecidos en la definición del huso granulométrico dada en el apartado 2.2.
- La dosificación en masa o en volumen, según corresponda, de cemento, de agua y, eventualmente, de aditivos (*).
- La densidad máxima y la humedad óptima del Proctor modificado, según la UNE 103501 (*).

Departamento de Infraestructuras



- La densidad mínima a alcanzar.
- El plazo de trabajabilidad de la mezcla (*).

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

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

Los materiales procedentes del reciclado de RCD 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.

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

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

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

TABLA 2.7 – TOLERANCIAS ADMISIBLES RESPECTO DE LA FÓRMULA DE TRABAJO



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

2.5.2 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE EXISTENTE

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

2.5.3 FABRICACIÓN DE LA MEZCLA

En el momento de iniciar la fabricación de la mezcla las fracciones de los áridos estarán acopiadas en cantidad suficiente para permitir a la central un trabajo sin interrupciones. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de las Obras fijará el volumen mínimo de acopios exigibles en función de las características de la obra y del volumen de mezcla que se vaya a fabricar.

En el caso de obras con una superficie de calzada superior a setenta mil metros cuadrados (70.000 m²) estará acopiado el cincuenta por ciento (50%) del volumen. En obras de carreteras con una superficie de calzada inferior a setenta mil metros cuadrados (70.000 m²) el volumen a exigir en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares será el cien por cien (100%) del total.

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

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

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

Departamento de Infraestructuras



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

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

2.5.4 TRANSPORTE DE LA MEZCLA

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

2.5.5 VERTIDO Y EXTENSIÓN DE LA MEZCLA

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

2.5.6 PREFISURACIÓN

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

2.5.7 COMPACTACIÓN Y TERMINACIÓN

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

2.5.8 EJECUCIÓN DE LAS JUNTAS DE TRABAJO

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

2.5.9 CURADO Y PROTECCIÓN SUPERFICIAL

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

2.6 TRAMO DE PRUEBA



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

2.7 ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

2.7.1 DENSIDAD

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

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

2.7.2 RESISTENCIA MECÁNICA

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

2.7.3 TERMINACIÓN, RASANTE, ANCHURA Y ESPESOR

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

2.7.4 REGULARIDAD SUPERFICIAL

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

2.8 LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

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

2.9 CONTROL DE CALIDAD

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

2.9.1 CONTROL DE PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES CONSTITUYENTES.

El control de procedencia de los materiales constituyentes consistirá en:

- Control documental, de los materiales constituyentes.

Departamento de Infraestructuras



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

2.9.1.1 Control documental

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

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

- d) los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;*
- e) el certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y*
- f) 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 del Reglamento de Productos para la Construcción que afecten a los productos suministrados.*

2.9.1.2 Verificación de la instalación de fabricación de la gravacemento

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

Tras la cual se documentará:

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

2.9.1.3 Ensayos de control de procedencia de los materiales constituyentes

2.9.1.3.1 CEMENTO

Departamento de Infraestructuras



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

2.9.1.3.2 ÁRIDOS

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

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

- Clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados, según el apartado 5.6 de la norma UNE-EN 13242:2003+A1:2008. Ensayo realizado según UNE-EN 933-11.
- La granulometría de cada fracción, según la UNE-EN 933-1.
- El coeficiente de Los Ángeles del árido grueso, según la UNE-EN 1097-2.
- Índice de lajas, según la UNE-EN 933-3.
- Proporción de partículas trituradas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5.
- El contenido ponderal de compuestos totales de azufre y sulfatos solubles en ácido, según la UNE-EN 1744-1.
- Determinación de compuestos orgánicos que afectan al fraguado y endurecimiento del cemento (norma UNE-EN 1744-1).
- Descripción petrográfica (norma UNE-EN 932-3) para detectar la presencia de pirrotina y la reactividad potencial con los álcalis del cemento, en el caso de no contar con experiencia previa en el uso del material de esa procedencia.
- Equivalente de arena (SE_a) del árido fino (Anexo A de la norma UNE-EN 933-8), y, en su caso, de azul de metileno (MBF) (Anexo A de la norma UNE-EN 933-9).
- Límite líquido y el índice de plasticidad del árido fino, según las UNE 103103 y UNE 103104, respectivamente.

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

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

2.9.2 CONTROL DE EJECUCIÓN

2.9.2.1 Fabricación

Se examinará la descarga al acopio o la alimentación de la central de fabricación, desechando los áridos que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia

Departamento de Infraestructuras



orgánica, componentes del árido grueso reciclado que no corresponda con su clasificación $(Rc+Ru)_{90}$ o tamaños superiores al máximo aprobado en la fórmula de trabajo. Se acopiarán aparte los que presenten alguna anomalía de aspecto, tales como distinta coloración, segregación, plasticidad, etc., hasta la decisión de su aceptación o rechazo.

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

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

- Por cada mil metros cúbicos (1.000 m³) o cada día si se emplea menos material, sobre un mínimo de dos (2) muestras, una por la mañana y otra por la tarde:
 - Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1, para cada fracción del árido.
 - Para el árido fino de la gravacemento, equivalente de arena (SE₄) (Anexo A de la norma UNE-EN 933-8) y, en su caso, azul de metileno (MBF) (Anexo A de la norma UNE-EN 933-9).
 - Humedad del árido grueso reciclado UNE 103300.
- Por cada cinco mil metros cúbicos (5.000 m³) o una (1) vez a la semana si se emplea menos material:
 - Clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados, según el apartado 5.6 de la norma UNE-EN 13242:2003+A1:2008. Ensayo realizado según UNE-EN 933-11.
 - El índice de lajas del árido grueso, según la UNE-EN 933-3.
 - Proporción de partículas trituradas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5.
 - Contenido ponderal de compuestos totales de azufre y sulfatos solubles en ácido, según la UNE-EN 1744-1, del material granular.
 - Coeficiente de Los Ángeles del árido grueso de la gravacemento, según la UNE-EN 1097-2.
 - Proporción de terrones de arcilla del árido grueso y del árido fino, según la UNE 7133.

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

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



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

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

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

Se tomarán muestras a la descarga del mezclador con las que se fabricarán probetas para la comprobación de su resistencia a compresión, que se fabricarán y conservarán según las condiciones previstas en la norma UNE-EN 13286-51. Dichas probetas se ensayarán a resistencia a compresión simple a la edad de siete días (7 d) (norma UNE-EN 13286-41). 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 dos (2) amasadas diferentes. El número de probetas confeccionadas de cada amasada no será inferior a tres (≥ 3).

A estos efectos, 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.

Se tomarán muestras a la salida de la mezcladora y se fabricarán y conservarán las probetas (UNE-EN 13286-51), si bien teniendo en cuenta que deberán compactarse hasta alcanzar una densidad seca no superior a la mínima exigida en el epígrafe 2.7.1. Dichas probetas se ensayarán a resistencia a compresión simple a la edad de siete días (7 d) (norma UNE-EN 13286-41).

2.9.2.2 Puesta en obra

2.9.2.2.1 VERTIDO Y EXTENSIÓN

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

2.9.2.2.2 COMPACTACIÓN

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

Departamento de Infraestructuras



2.9.2.2.3 CURADO Y PROTECCIÓN SUPERFICIAL

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

2.9.3 CONTROL DE RECEPCIÓN DE LA UNIDAD TERMINADA

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

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

El espesor y densidad 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 seis (6). Los orificios producidos se rellenarán con material de la misma calidad que el utilizado en el resto de la capa, el cual será correctamente enrasado y compactado.

La regularidad superficial de la capa ejecutada se comprobará, en tramos de mil metros de longitud (1 000 m), mediante el Índice de Regularidad Internacional (IRI) (norma NLT-330) calculando un solo valor del IRI para cada hectómetro (hm) del perfil auscultado, que se asignará a dicho hectómetro (hm), y así sucesivamente hasta completar el tramo medido, que deberá cumplir lo especificado en el epígrafe 513.7.4.

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. Se comprobará que la superficie extendida y compactada presenta un aspecto uniforme, así como una ausencia de segregaciones, en perfiles transversales cada veinte metros (20 m). Se verificará también la anchura de la capa para el cumplimiento de lo establecido en el epígrafe 2.7.3.

2.10 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

2.10.1 DENSIDAD

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



2.10.2 RESISTENCIA MECÁNICA

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

2.10.3 ESPESOR

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

2.10.4 RASANTE

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

2.10.5 REGULARIDAD SUPERFICIAL

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

2.11 MEDICIÓN Y ABONO

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

2.12 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD

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

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

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

El certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias de este artículo podrá ser otorgado por las Administraciones Públicas competentes en

Departamento de Infraestructuras



materia de carreteras, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento (según ámbito) o los Organismos españoles -públicos y privados- autorizados para realizar tareas de certificación o ensayos en el ámbito de los materiales, sistemas y procesos industriales, conforme al Real Decreto 2200/95, de 28 de diciembre.

NORMAS DE REFERENCIA EN ESTE ARTÍCULO

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

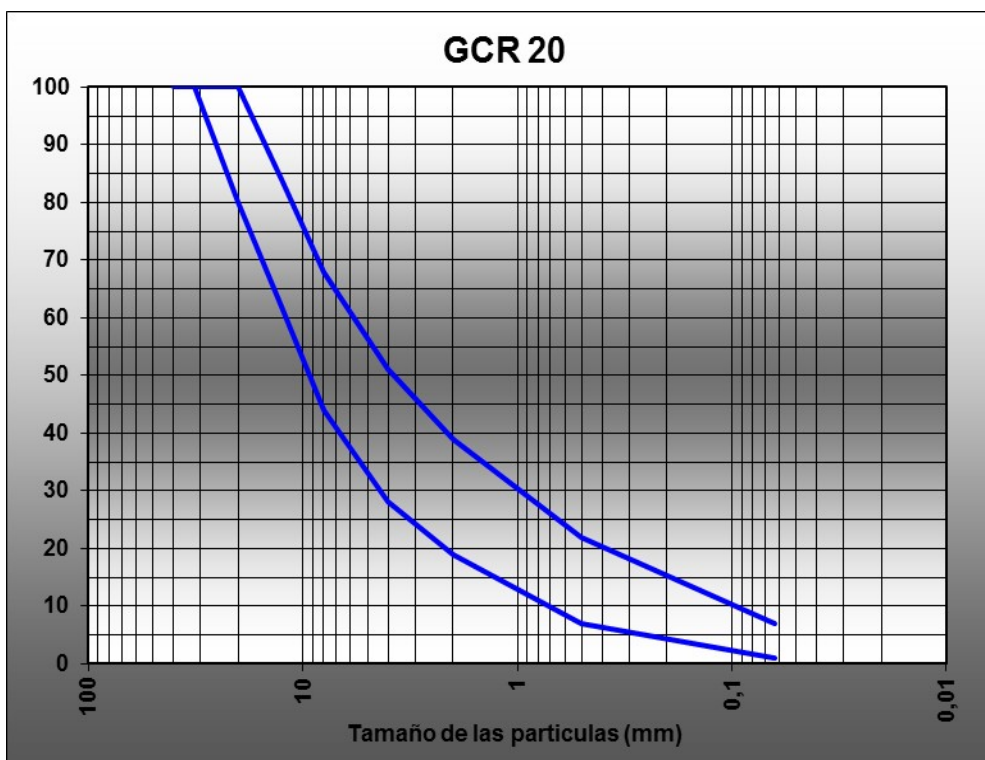
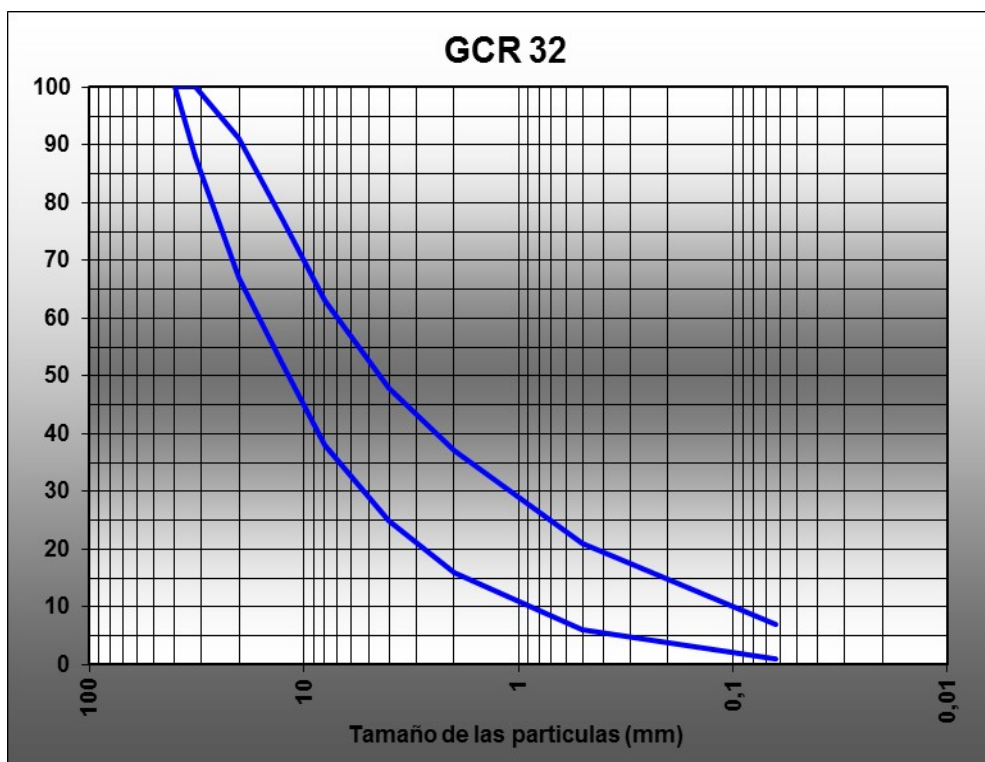


- UNE-EN 933-2 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo, tamaño nominal de las aberturas.
- UNE-EN 933-3 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 3: Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas.
- UNE-EN 933-5 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 5: Determinación del porcentaje de caras de fractura de las partículas de árido grueso.
- UNE-EN 933-8 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.
- UNE-EN 933-9 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno.
- UNE-EN 1097-2 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.
- UNE-EN 1097-5 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 5: Determinación del contenido en agua por secado en estufa.
- UNE-EN 1744-1 Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 1: Análisis químico.
- UNE-EN 13242 Áridos para capas granulares y capas tratadas con conglomerados hidráulicos para uso en capas estructurales de firmes.
- UNE-EN 13286-2 Mezclas de áridos sin ligante y con conglomerante hidráulico. Parte 2: Métodos de ensayo para la determinación en laboratorio de la densidad de referencia y el contenido en agua. Compactación Proctor.
- UNE-EN 13286-41 Mezclas de áridos sin ligante y con conglomerante hidráulico. Parte 41: Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de las mezclas de áridos con conglomerante hidráulico.
- UNE-EN 13286-45 Mezclas de áridos sin ligante y con conglomerante hidráulico. Parte 45: Método de ensayo para la determinación del periodo de trabajabilidad.
- UNE-EN 13286-51 Mezclas de áridos sin ligante y con conglomerante hidráulico. Parte 51: Métodos de elaboración de probetas de mezclas con conglomerante hidráulico utilizando martillo vibratorio de compactación.
- UNE 7133 Determinación de terrones de arcilla en áridos para la fabricación de morteros y hormigones.



ANEJO 1

HUSOS GRANULOMÉTRICOS





ANEJO 2

DOCUMENTACIÓN DE SUMINISTRO Y CONTROL DE RECEPCIÓN

De los constituyentes

- **Documentos Marcado CE.**

De los áridos de reciclados, además.

- **Fichas de características.**
- **Declaración de gestor autorizado**
- **Certificado de garantía del fabricante.**
- **Certificado de suministro del fabricante.**



FICHAS DE CARACTERÍSTICAS

Estas fichas recogen los requisitos relativos a composición, geometría, características físico-mecánicas y químicas que deben cumplir los materiales contemplados en este artículo y servirán de referencia para analizar si lo declarado por el fabricante en su etiqueta CE cumple con lo solicitado en estas Recomendaciones.

DOCUMENTOS MARCADO CE DE LOS MATERIALES CONSTITUYENTES

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

Esta documentación consiste en:

- Etiqueta CE. De acuerdo con la norma de aplicación a cada producto.
- Declaración de Prestaciones.
- Certificado de Conformidad del Control de Producción en Fábrica del Organismo Notificado.

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

De los áridos reciclados, además:

DECLARACIÓN DE GESTOR AUTORIZADO

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

CERTIFICADO DE GARANTÍA DEL FABRICANTE

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

CERTIFICADO DE SUMINISTRO DEL FABRICANTE

Departamento de Infraestructuras



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

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

A continuación se adjuntan ejemplos de documentos de suministro y control de los productos referidos en este artículo:

- Fichas de características exigidas a cada una de los dos tipos de gravacemento que servirá de referencia para analizar si lo declarado por el fabricante en su etiqueta CE cumple con lo solicitado en estas Recomendaciones.
- Modelo de Declaración de Gestor autorizado.
- Un modelo con la información mínima que debe presentar un certificado de garantía (modelo de certificado de garantía del fabricante).
- Un modelo con la información mínima que debe presentar un certificado de suministro (modelo de certificado de suministro del fabricante).



1.- FICHAS DE CARACTERÍSTICAS

FICHA GCR 32

<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Sello de Marcado CE o AGRECA, según corresponda </div>																																																																																				
EMPRESA DIRECCIÓN XXXXXXXXXX																																																																																				
CENTRO DE PRODUCCIÓN XXXXXXXXXXXXX																																																																																				
<p style="text-align: center;">Denominación: Gravacemento reciclada GCR32 Tipo material: Árido grueso para gravacemento Uso previsto: Firmes de carreteras, vías ciclistas y peatonales, relleno de zanjas</p> <p>Composición</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th>Rc+Ru+Ra</th> <th>Rc+Ru</th> <th>Rb</th> <th>Ra</th> <th>X</th> <th>FL</th> </tr> <tr> <td>-</td> <td>≥ 90 %</td> <td>≤ 5 %</td> <td>≤ 5 %</td> <td>< 1 %</td> <td>< 2 cm³/kg</td> </tr> </table> <p>Granulometría de las partículas</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th>Tamaño (mm)</th> <th>40</th> <th>32</th> <th>20</th> <th>12,5</th> <th>8</th> <th>4</th> <th>2</th> <th>0,5</th> <th>0,063</th> </tr> <tr> <th>% pasa</th> <td>100</td> <td>98-100</td> <td>67-91</td> <td>52-77</td> <td>38-63</td> <td>25-48</td> <td>16-37</td> <td>6-21</td> <td>1-7</td> </tr> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>Partículas total y parcialmente trituradas UNE-EN 933-5</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th></th> <th>T2</th> <th>T3-T4</th> </tr> <tr> <td>Calzada</td> <td>≥ 30</td> <td>≥ 30</td> </tr> <tr> <td>Arcén</td> <td>≥ 30</td> <td></td> </tr> </table> <p>Partículas totalmente redondeadas UNE-EN 933-5</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th></th> <th>T2</th> <th>T3-T4</th> </tr> <tr> <td>Calzada</td> <td>≤ 10</td> <td>≤ 30</td> </tr> <tr> <td>Arcén</td> <td>≤ 30</td> <td></td> </tr> </table> <p>Índice de lajas UNE-EN 933-3</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th></th> <th>T2</th> <th>T3-T4</th> </tr> <tr> <td>Calzada</td> <td>≤ 30</td> <td>≤ 35</td> </tr> <tr> <td>Arcén</td> <td>≤ 40</td> <td></td> </tr> </table> <p>Desgaste de los Ángeles UNE-EN 1097-2</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th></th> <th>T2</th> <th>T3-T4</th> </tr> <tr> <td>Calzada</td> <td>≤ 35</td> <td>≤ 40</td> </tr> <tr> <td>Arcén</td> <td>≤ 40</td> <td></td> </tr> </table> <p>Equivalente de arena UNE-EN 933-8</p> <p style="text-align: center;">> 35</p> <p>Plasticidad UNE 103103 / UNE 103104</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th></th> <th>T2</th> <th>N.P.</th> </tr> <tr> <td>T3-T4</td> <td></td> <td>LL < 25 IP < 6</td> </tr> </table> <p>Materia orgánica UNE 103204</p> <p style="text-align: center;">Aumento tiempo de fraguado < 120 min.</p> <p>Comp. Totales de azufre (SO₃) UNE 1744-1</p> <p style="text-align: center;">< 1 %</p> <p>Sulf. Solubles en ácido (SO₃) UNE-EN 1744-1</p> <p style="text-align: center;">< 0,8 %</p> <p>Reactividad UNE-EN 146808 UNE-EN 146807-2</p> <p style="text-align: center;">NO REACTIVO</p> <p>Contenido mínimo de cemento El contenido mínimo de cemento de la gravacemento será tal que permita la consecución de las resistencias indicadas en la siguiente tabla. En cualquier caso dicho contenido no será inferior a tres y medio por ciento (3,5%) en masa, respecto del total del árido en seco.</p> <p>Resistencia a compresión media a 7 días</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th></th> <th>Mín.</th> <th>Máx.</th> </tr> <tr> <td>Calzada</td> <td>4,5</td> <td>7,0</td> </tr> <tr> <td>Arcén</td> <td>4,5</td> <td>6,0</td> </tr> </table> </div> <div style="width: 45%;"></div> </div>		Rc+Ru+Ra	Rc+Ru	Rb	Ra	X	FL	-	≥ 90 %	≤ 5 %	≤ 5 %	< 1 %	< 2 cm ³ /kg	Tamaño (mm)	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,063	% pasa	100	98-100	67-91	52-77	38-63	25-48	16-37	6-21	1-7		T2	T3-T4	Calzada	≥ 30	≥ 30	Arcén	≥ 30			T2	T3-T4	Calzada	≤ 10	≤ 30	Arcén	≤ 30			T2	T3-T4	Calzada	≤ 30	≤ 35	Arcén	≤ 40			T2	T3-T4	Calzada	≤ 35	≤ 40	Arcén	≤ 40			T2	N.P.	T3-T4		LL < 25 IP < 6		Mín.	Máx.	Calzada	4,5	7,0	Arcén	4,5	6,0
Rc+Ru+Ra	Rc+Ru	Rb	Ra	X	FL																																																																															
-	≥ 90 %	≤ 5 %	≤ 5 %	< 1 %	< 2 cm ³ /kg																																																																															
Tamaño (mm)	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,063																																																																											
% pasa	100	98-100	67-91	52-77	38-63	25-48	16-37	6-21	1-7																																																																											
	T2	T3-T4																																																																																		
Calzada	≥ 30	≥ 30																																																																																		
Arcén	≥ 30																																																																																			
	T2	T3-T4																																																																																		
Calzada	≤ 10	≤ 30																																																																																		
Arcén	≤ 30																																																																																			
	T2	T3-T4																																																																																		
Calzada	≤ 30	≤ 35																																																																																		
Arcén	≤ 40																																																																																			
	T2	T3-T4																																																																																		
Calzada	≤ 35	≤ 40																																																																																		
Arcén	≤ 40																																																																																			
	T2	N.P.																																																																																		
T3-T4		LL < 25 IP < 6																																																																																		
	Mín.	Máx.																																																																																		
Calzada	4,5	7,0																																																																																		
Arcén	4,5	6,0																																																																																		

**FICHA GCR 20**

<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; display: inline-block;"> Sello de Marcado CE o AGRECA, según corresponda </div>																																																																																				
EMPRESA DIRECCIÓN XXXXXXXXXX																																																																																				
CENTRO DE PRODUCCIÓN XXXXXXXXXXXXX																																																																																				
<p style="text-align: center;">Denominación: Gravacemento reciclada GCR20 Tipo material: Árido grueso para gravacemento Uso previsto: Firmes de carreteras, vías ciclistas y peatonales, relleno de zanjas</p> <p>Composición</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>Rc+Ru+Ra</td> <td>Rc+Ru</td> <td>Rb</td> <td>Ra</td> <td>X</td> <td>FL</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>≥ 90 %</td> <td>≤ 5 %</td> <td>≤ 5 %</td> <td>< 1 %</td> <td>< 2 cm³/kg</td> </tr> </table> <p>Granulometría de las partículas UNE-EN 933-1</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>Tamiz (mm)</td> <td>40</td> <td>32</td> <td>20</td> <td>12,5</td> <td>8</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>0,5</td> <td>0,063</td> </tr> <tr> <td>% pasa</td> <td>-</td> <td>100</td> <td>80-100</td> <td>62-84</td> <td>44-68</td> <td>28-51</td> <td>19-39</td> <td>7-22</td> <td>1-7</td> </tr> </table> <p>Partículas total y parcialmente trituradas UNE-EN 933-5</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>T2</td> <td>T3-T4</td> </tr> <tr> <td>Calzada</td> <td>≥ 50</td> <td>≥ 30</td> </tr> <tr> <td>Arcén</td> <td>≥ 30</td> <td></td> </tr> </table> <p>Partículas totalmente redondeadas UNE-EN 933-5</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>T2</td> <td>T3-T4</td> </tr> <tr> <td>Calzada</td> <td>≤ 10</td> <td>≤ 30</td> </tr> <tr> <td>Arcén</td> <td>≤ 30</td> <td></td> </tr> </table> <p>Índice de lajas UNE-EN 933-3</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>T2</td> <td>T3-T4</td> </tr> <tr> <td>Calzada</td> <td>≤ 30</td> <td>≤ 35</td> </tr> <tr> <td>Arcén</td> <td>≤ 40</td> <td></td> </tr> </table> <p>Desgaste de los Ángeles UNE-EN 1097-2</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>T2</td> <td>T3-T4</td> </tr> <tr> <td>Calzada</td> <td>≤ 35</td> <td>≤ 40</td> </tr> <tr> <td>Arcén</td> <td>≤ 40</td> <td></td> </tr> </table> <p>Equivalente de arena UNE-EN 933-8</p> <p style="text-align: center;">> 40</p> <p>Plasticidad UNE 103103 / UNE 103104</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>T2</td> <td>N.P.</td> </tr> <tr> <td>T3-T4</td> <td>LL < 25</td> </tr> <tr> <td></td> <td>IP < 6</td> </tr> </table> <p>Materia orgánica UNE 103204</p> <p style="text-align: center;">Aumento tiempo de fraguado < 120 min.</p> <p>Comp. Totales de azufre (SO₃) UNE 1744-1</p> <p style="text-align: center;">< 1 %</p> <p>Sulf. Solubles en ácido (SO₃) UNE-EN 1744-1</p> <p style="text-align: center;">< 0.8 %</p> <p>Reactividad UNE-EN 146808 UNE-EN 146807-2</p> <p style="text-align: center;">NO REACTIVO</p> <p>Contenido mínimo de cemento El contenido mínimo de cemento de la gravacemento será tal que permita la consecución de las resistencias indicadas en la siguiente tabla. En cualquier caso dicho contenido no será inferior al tres y medio por ciento (3,5%) en masa, respecto del total del árido en seco.</p> <p>Resistencia a compresión media a 7 días</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td></td> <td>Mín.</td> <td>Máx.</td> </tr> <tr> <td>Calzada</td> <td>4,5</td> <td>7,0</td> </tr> <tr> <td>Arcén</td> <td>4,5</td> <td>6,0</td> </tr> </table>		Rc+Ru+Ra	Rc+Ru	Rb	Ra	X	FL	-	≥ 90 %	≤ 5 %	≤ 5 %	< 1 %	< 2 cm³/kg	Tamiz (mm)	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,063	% pasa	-	100	80-100	62-84	44-68	28-51	19-39	7-22	1-7		T2	T3-T4	Calzada	≥ 50	≥ 30	Arcén	≥ 30			T2	T3-T4	Calzada	≤ 10	≤ 30	Arcén	≤ 30			T2	T3-T4	Calzada	≤ 30	≤ 35	Arcén	≤ 40			T2	T3-T4	Calzada	≤ 35	≤ 40	Arcén	≤ 40		T2	N.P.	T3-T4	LL < 25		IP < 6		Mín.	Máx.	Calzada	4,5	7,0	Arcén	4,5	6,0
Rc+Ru+Ra	Rc+Ru	Rb	Ra	X	FL																																																																															
-	≥ 90 %	≤ 5 %	≤ 5 %	< 1 %	< 2 cm³/kg																																																																															
Tamiz (mm)	40	32	20	12,5	8	4	2	0,5	0,063																																																																											
% pasa	-	100	80-100	62-84	44-68	28-51	19-39	7-22	1-7																																																																											
	T2	T3-T4																																																																																		
Calzada	≥ 50	≥ 30																																																																																		
Arcén	≥ 30																																																																																			
	T2	T3-T4																																																																																		
Calzada	≤ 10	≤ 30																																																																																		
Arcén	≤ 30																																																																																			
	T2	T3-T4																																																																																		
Calzada	≤ 30	≤ 35																																																																																		
Arcén	≤ 40																																																																																			
	T2	T3-T4																																																																																		
Calzada	≤ 35	≤ 40																																																																																		
Arcén	≤ 40																																																																																			
T2	N.P.																																																																																			
T3-T4	LL < 25																																																																																			
	IP < 6																																																																																			
	Mín.	Máx.																																																																																		
Calzada	4,5	7,0																																																																																		
Arcén	4,5	6,0																																																																																		



2.- MODELO DE DECLARACIÓN DE GESTOR AUTORIZADO

LOGOTIPO EMPRESA	REQUISITOS ADMINISTRATIVOS GESTOR AUTORIZADO	
---------------------	-------------------------------------------------	--

Nombre de la empresa

Dirección

Gestor autorizado número: GRU-

XXX a, xx de xxxxx de 20xx

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

Sin otro particular, le saluda atentamente.

Fdo.
Cargo:
Sello:



3.- MODELO DE CERTIFICADO DE GARANTÍA DEL FABRICANTE

LOGOTIPO EMPRESA	CERTIFICADO DE GARANTÍA DE ÁRIDOS RECICLADOS	
---------------------	---------------------------------------------------------	--

Nombre de la empresa

Dirección

Cliente: Nombre del cliente

Obra: Nombre de obra

XXX a, xx de xxxxx de 20xx

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

Designación

Fabricado en nuestro centro de producción sito en:

Dirección del centro de producción

Adjuntamos la siguiente documentación de garantía de calidad:

Producto con Marcado CE	
Declaración de Prestaciones	<input type="checkbox"/>
Etiqueta CE completa	<input type="checkbox"/>
Certificado de Conformidad del Control de Producción en Fábrica del Organismo Notificado.	<input type="checkbox"/>

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

Sin otro particular, le saluda atentamente.

Fdo.
Cargo:
Sello:

Departamento de Infraestructuras



4.- MODELO DE CERTIFICADO DE SUMINISTRO DEL FABRICANTE

LOGOTIPO EMPRESA	CERTIFICADO DE SUMINISTRO DE ÁRIDOS RECICLADOS	
---------------------	-----------------------------------------------------------	--

Nombre de la empresa

Nombre y cargo del responsable de suministro:

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

XXX a, xx de xxxx de 20xx

Certifico

Que hasta la fecha presente, se han entregado a:

Cliente:	Nombre del cliente
Obra:	Nombre de obra

Los suministros que a continuación se detallan:

Identificación del producto o material	Cantidad

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

Fdo.
Cargo:
Sello:

Departamento de Infraestructuras



ARTÍCULO 3. SUELOS DE RECICLADOS DE RCD

3.1. DEFINICIÓN. CLASIFICACIÓN.

3.2. MATERIALES.

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

3.3. EMPLEO.

- 3.3.1. USO POR ZONAS
 - 3.3.1.1. Coronación.
 - 3.3.1.2. Cimiento.
 - 3.3.1.3. Núcleo.
 - 3.3.1.4. Espaldones.
- 3.3.2. GRADO DE COMPACTACIÓN.
- 3.3.3. HUMEDAD DE PUESTA EN OBRA.

3.4. EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

3.5. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.

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

3.6. LIMITACIONES A LA EJECUCIÓN.

3.7. CONTROL DE CALIDAD

- 3.7.1. CONTROL DE PROCEDENCIA DEL MATERIAL.
 - 3.7.1.1. Control documental.
 - 3.7.1.2. Verificación de la instalación.
 - 3.7.1.3. Ensayos de control de procedencia.
- 3.7.2. CONTROL DE EJECUCIÓN.
 - 3.7.2.1. Control de fabricación / recepción.
 - 3.7.2.2. Puesta en obra.
 - 3.7.2.3. Control de la compactación.
 - 3.7.2.3.1. Generalidades.
 - 3.7.2.3.2. Ensayos de referencia.
 - a) Ensayo de compactación Proctor.
 - b) Ensayo de carga con placa.

Departamento de Infraestructuras



c) Ensayo de la huella.

3.7.2.3.3. Determinación “in situ”

a) Definición de lote.

b) Muestras y ensayos a realizar en cada lote.

3.7.2.3.4. Análisis de los resultados.

3.8. MEDICIÓN Y ABONO.

3.9. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD.

NORMAS DE REFERENCIA EN ESTE ARTÍCULO.

ANEJOS

ANEJO 1. DOCUMENTACIÓN DE SUMINISTRO Y CONTROL DE RECEPCIÓN.



3.1 DEFINICIÓN, 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 estas recomendaciones se puedan emplear, con garantías de estabilidad presente y futura, en la construcción de terraplenes de carreteras de tráfico T2 a T4.

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

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

Asimismo las especificaciones sobre la composición de los materiales gruesos de estos suelos se fundamenta en la norma UNE-EN 13242:2003+A1:2008 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 estas recomendaciones son:

- **Suelo seleccionado. (SR-SEL)**

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

- **Suelo tolerable. (SR-TOL)**

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

3.2 MATERIALES

PG-3. Artículo 330.3.2 Características de los materiales

Además de los suelos naturales, se podrán utilizar en terraplenes los productos procedentes de procesos industriales o de manipulación humana, siempre que cumplan las especificaciones de este artículo y que sus características físico-químicas garanticen la estabilidad presente y futura del conjunto. En todo caso se estará a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

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

Departamento de Infraestructuras



- El Reglamento Europeo de productos de construcción N° 305/2011.
- Lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.
- Lo dispuesto en el Real Decreto 105/2008.

3.2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

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

- El productor 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 una declaración de prestaciones de este producto.
- El productor facilita el Certificado de Conformidad del Control de Producción en Fábrica del Organismo Notificado del suelo en planta, emitido por un Organismo Notificado para el mercado CE de áridos para la construcción acreditado por ENAC.
- El productor facilita un certificado de las cantidades de suelos suministrados a la obra.

Estos suelos colocados en el terraplén, no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en el lugar de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme, o contaminar el suelo o corrientes de agua.

Estos suelos de reciclados cumplirán alguna de las dos condiciones granulométricas siguientes:

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

Departamento de Infraestructuras



- Rc = Hormigón, productos de hormigón, morteros
Unidades de albañilería de hormigón
- Ru = Áridos no tratados, piedra natural.
Áridos tratados con conglomerantes hidráulicos
- Rb = Piezas para fábrica de albañilería de arcilla (es decir, ladrillos y tejas).
Piezas para fábrica 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)
Varios: metales (ferrosos y no ferrosos), madera no flotante, plástico y caucho.
Yeso

Los suelos de reciclado especificados en estas recomendaciones 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
- $FL < 2 \text{ cm}^3/\text{kg}$.
- Yeso $< 1\%$

- **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
- $FL < 2 \text{ cm}^3/\text{kg}$.
- Yeso $< 2\%$

3.2.2 SUELO SELECCIONADO (SR- SEL)

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 contenido de yesos sea inferior al 2%, según la NLT-115.

El contenido de sales solubles será aceptado en el intervalo 0.2% - 2% ya que estos porcentajes pueden darse en el caso de presentar el suelo una gran proporción de residuos de hormigones. Se limita por tanto la presencia de residuos potencialmente más inestables como es el yeso.

- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ($D_{max} \leq 100 \text{ mm}$).
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento ($\# 0,40 \leq 15\%$) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
 - Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\# 2 < 80\%$).
 - Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento ($\# 0,40 < 75\%$).
 - Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento ($\# 0,080 < 25\%$).
 - Límite líquido menor de treinta ($LL < 30$), según UNE 103103.
 - Índice de plasticidad menor de diez ($IP < 10$), según UNE 103103 y UNE 103104.

3.2.3 SUELO TOLERABLE (SR-TOL)

Departamento de Infraestructuras



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

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

El contenido de sales solubles será aceptado en el intervalo 1- 4% ya que estos porcentajes pueden darse en el caso de presentar el suelo una gran proporción de residuos de hormigones. En este caso es imprescindible comprobar la limitación del contenido de yesos especificada.

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

3.3 EMPLEO

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

3.3.1 USO POR ZONAS

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



3.3.1.1 Coronación

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

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

3.3.1.2 Cimiento

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

3.3.1.3 Núcleo

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

La utilización de suelos con índice CBR menor de tres ($\text{CBR} < 3$) 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.

3.3.1.4 Espaldones

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

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



3.3.2 GRADO DE COMPACTACIÓN

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

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

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

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

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

3.3.3 HUMEDAD DE PUESTA EN OBRA

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

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

Hay residuos, como son los procedentes de la trituración de hormigones, que presentan una capacidad de absorción más lenta que la de los materiales naturales. Esto supone, en muchos



casos, que con dotaciones similares de humedad haya diferencias en la trabajabilidad de estos suelos dependiendo si estos áridos se encuentran o no saturados. Por ello, tanto para realizar los ensayos Proctor como para su puesta en obra, hay que asegurar que los áridos han completado su absorción, lo que se consigue con una humectación previa, sea en planta o en obra. De ser necesario, posteriormente en el proceso de extendido del suelo y previo a la compactación se añadirá al agua necesaria para conseguir la humedad óptima de compactación.

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

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

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

3.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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

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

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

3.5 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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



3.5.1 PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE DE APOYO DEL RELLENO TIPO TERRAPLÉN

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

3.5.2 EXTENSIÓN DE LAS TONGADAS

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

3.5.3 HUMECTACIÓN O DESECACIÓN

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

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

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

3.5.4 COMPACTACIÓN

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

Los valores de densidad y humedad a alcanzar serán los que se indican en los apartados 3.3.2 y 3.3.3 de estas recomendaciones, o los que, en su caso, fijen el Proyecto o el Director de las Obras.

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

3.6 LIMITACIONES A LA EJECUCIÓN



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

3.7 CONTROL DE CALIDAD

3.7.1 CONTROL DE PROCEDENCIA DEL MATERIAL

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

El control de procedencia consistirá en:

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

3.7.1.1 Control documental

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

Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

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

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

3.7.1.2 Verificación de la instalación

Departamento de Infraestructuras



Se realizará 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 AOPJA.

Tras la cual se documentará:

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

3.7.1.3 Ensayos de control de procedencia

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

Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:

- UNE 103101 Análisis granulométrico de suelos por tamizado.
- UNE 103103 Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande.
- UNE 103104 Determinación del límite plástico de un suelo.
- UNE 103201 Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo.
- UNE 103204 Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico.
- UNE 103300 Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa.
- UNE 103302 Determinación de la densidad relativa de las partículas de un suelo.
- UNE 103500 o 103501 Geotecnia. Ensayo de compactación Proctor normal o Proctor 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.

Departamento de Infraestructuras



- NLT 114 Determinación del contenido de sales solubles de los suelos.
- NLT 115 Contenido de yeso en suelos.
- NLT 254 Ensayo de colapso en suelos.

3.7.2 CONTROL DE EJECUCIÓN

3.7.2.1 Control de fabricación / recepción

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

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

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

- Por cada mil metros cúbicos (1.000 m³) de material producido.
 - UNE 103500 o 103501 Geotecnia. Ensayo de compactación Proctor normal o Proctor modificado, según sea el ensayo exigido en obra.
- Por cada cinco mil metros cúbicos (5.000 m³) 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 m³) de material producido.
 - UNE 103201 Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo.
 - UNE 103204 Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico.
 - UNE 103302 Determinación de la densidad relativa de las partículas de un suelo.



- UNE 103502 Método de ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo.
- UNE 103601 Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro.
- NLT 114 Determinación del contenido de sales solubles de los suelos.
- NLT 115 Contenido de yeso en suelos.
- NLT 254 Ensayo de colapso en suelos.

3.7.2.2 Puesta en obra

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

Se comprobarán frecuentemente:

- La humedad de los suelos, mediante procedimientos aceptados por el Director de las 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.

3.7.2.3 Control de la compactación

3.7.2.3.1 Generalidades

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

Departamento de Infraestructuras



3.7.2.3.2 Ensayos de referencia

a) Ensayo de compactación Proctor

El Proyecto, o en su defecto el Director de las Obras, señalará, entre el Proctor normal (UNE 103500) o el Proctor modificado (UNE 103501), el ensayo a considerar como Proctor de referencia. En caso de omisión se considerará como ensayo de referencia el Proctor modificado. Estos ensayos se realizarán sobre los suelos previamente humectados como se indica en el apartado 3.3.2 de estas recomendaciones.

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

- Pertenencia al mismo tipo de clasificación definida en el apartado 3.2 de estas Recomendaciones.
- Rangos de variación de la densidad seca máxima en el ensayo Proctor de referencia no superiores al tres por ciento (3%).
- Rangos de variación de la humedad óptima en el ensayo Proctor 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 Proctor, debiéndose recurrir al empleo intensivo del ensayo de carga con placa según NLT 357, con alguno complementario como el de huella según NLT 256, o el método de control de procedimiento, según determine el Director de las Obras.

b) Ensayo de carga con placa

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

c) Ensayo de la huella

Departamento de Infraestructuras



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

3.7.2.3.3 Determinación "in situ"

a) Definición de lote

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

- Una longitud de carretera (una sola calzada en el caso de calzadas separadas) igual a quinientos metros (500 m).
- En el caso de la coronación una superficie de tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 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.

b) Muestras y ensayos a realizar en cada lote

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

- Muestra de superficie: Conjunto de cinco (5) puntos, tomados en forma aleatoria de la superficie definida como lote. En cada uno de estos puntos se determinará su humedad y densidad.
- Muestra de borde: En cada una de las bandas de borde se fijará un (1) punto por cada cien metros (100 m) o fracción. Estas muestras son independientes de las anteriores e independientes entre sí. En cada uno de estos puntos se determinará su humedad y densidad.
- Determinación de deformaciones: En coronación se hará un ensayo de carga con placa según NLT 357 por cada uno de los lotes definidos con anterioridad. En el

Departamento de Infraestructuras



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, etcétera), o preferentemente métodos de alto rendimiento como los métodos nucleares con isótopos radiactivos. En todo caso, antes de utilizar estos últimos, se calibrarán sus resultados con las determinaciones dadas por los procedimientos de sustitución. Esta calibración habrá de ser realizada para cada uno de los grupos de materiales definidos en el apartado 3.5.5.3 a) de estas recomendaciones y se comprobará al menos una vez por cada diez (10) lotes ensayados. De forma análoga se procederá con los ensayos de humedad, por secado según UNE 103300 y nucleares.

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

3.7.2.3.4 Análisis de los resultados

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

3.8 MEDICIÓN Y ABONO

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

3.9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD

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

Departamento de Infraestructuras



Estos productos dispondrán, como mínimo, de las certificaciones referenciadas en el apartado 0.4.2 de estas recomendaciones.

NORMAS DE REFERENCIA EN ESTE ARTÍCULO

- UNE 103101 Análisis granulométrico de suelos por tamizado.
- UNE 103103 Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande.
- UNE 103104 Determinación del límite plástico de un suelo.
- UNE 103201 Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo.
- UNE 103204 Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo por el método del permanganato potásico.
- UNE 103300 Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa.
- UNE 103302 Determinación de la densidad relativa de las partículas de un suelo.
- UNE 103500 Geotecnia. Ensayo de compactación Proctor normal.
- UNE 103501 Geotecnia. Ensayo de compactación Proctor modificado.
- UNE 103502 Método de ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo.
- UNE 103503 Determinación "in situ" de la densidad de un suelo por el método de la arena.
- UNE 103601 Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro.
- NLT 114 Determinación del contenido de sales solubles de los suelos.
- NLT 115 Contenido de yeso en suelos.
- NLT 254 Ensayo de colapso en suelos.
- NLT 256 Ensayo de huella en terrenos.
- NLT 357 Ensayo de carga con placa.



ANEJO 1

DOCUMENTACIÓN DE SUMINISTRO Y CONTROL DE RECEPCIÓN

- **Fichas de características.**
- **Declaración de gestor autorizado.**
- **Certificado de control de producción de los suelos.**
- **Certificado de garantía del fabricante.**
- **Certificado de suministro del fabricante.**
- **Fichas de características de los suelos reciclados.**



FICHAS DE CARACTERÍSTICAS

Estas fichas recogen los requisitos relativos a composición, geometría, características físico-mecánicas y químicas que deben cumplir cada uno de los suelos y servirán de referencia para analizar si lo declarado por el fabricante cumple con lo solicitado en estas Recomendaciones.

DECLARACIÓN DE GESTOR AUTORIZADO

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

CERTIFICADO DE CONTROL DE PRODUCCIÓN DE LOS SUELOS

Esta documentación consiste en:

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

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

CERTIFICADO DE GARANTÍA DEL FABRICANTE

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

CERTIFICADO DE SUMINISTRO DEL FABRICANTE

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

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

A continuación se adjuntan ejemplos de documentos de suministro y control de los suelos referidos en este artículo:



- Fichas de características exigidas a cada uno de los dos tipos de suelos que servirá de referencia para analizar si lo declarado por el fabricante en su etiqueta cumple con lo solicitado en estas Recomendaciones
- Un modelo de declaración de gestor autorizado.
- Un modelo con la información mínima que debe presentar un certificado de garantía (modelo de certificado de garantía del fabricante).
- Un modelo con la información mínima que debe presentar un certificado de suministro (modelo de certificado de suministro del fabricante).



1.- FICHAS DE CARACTERÍSTICAS

FICHA DEL SR – SL (SUELO SELECCIONADO)

<div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Sello de Marcado CE o AGRECA, según corresponda </div>													
EMPRESA DIRECCIÓN XXXXXXXX													
CENTRO DE PRODUCCIÓN XXXXXXXXXXXX													
Denominación: Suelo seleccionado reciclado de RCD SR-SEL Tipo material: Suelo seleccionado Uso previsto: Explanadas de firmes de carreteras, relleno de zanjas, explanada en vías ciclistas y caminos rurales.													
Composición UNE-EN 933-11	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 33%;">X</th> <th style="width: 33%;">FI</th> <th style="width: 33%;">Yeso</th> </tr> <tr> <td>< 3%</td> <td>< 2* cm³/kg</td> <td>< 1%</td> </tr> </table> <p style="font-size: small;">* se rebajará a 0,5 cm³/kg cuando el suelo no vaya a ser cubierto por ninguna otra capa</p>	X	FI	Yeso	< 3%	< 2* cm ³ /kg	< 1%						
X	FI	Yeso											
< 3%	< 2* cm ³ /kg	< 1%											
Granulometría UNE-EN 933-1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 50%;">Dmax</th> <th style="width: 50%;">≤ 100</th> </tr> <tr> <td>#20</td> <td>> 70 %</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Además debe cumplir que:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>#0.40</td> <td>< 15 %</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">ó de no ser así:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>#2</td> <td>< 80 %</td> </tr> <tr> <td>#0.40</td> <td>< 75 %</td> </tr> <tr> <td>#0.080</td> <td>< 25 %</td> </tr> </table>	Dmax	≤ 100	#20	> 70 %	#0.40	< 15 %	#2	< 80 %	#0.40	< 75 %	#0.080	< 25 %
Dmax	≤ 100												
#20	> 70 %												
#0.40	< 15 %												
#2	< 80 %												
#0.40	< 75 %												
#0.080	< 25 %												
Plasticidad de las partículas UNE 103103 / UNE 103104	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th style="width: 50%;">LL</th> <th style="width: 50%;">< 30</th> </tr> <tr> <td>IP</td> <td>< 10</td> </tr> </table>	LL	< 30	IP	< 10								
LL	< 30												
IP	< 10												
Contenido en materia orgánica UNE 103204	< 0,2 % si procede de tierras de excavación < 1 % si procede de RCD < 2 % si contiene bituminoso												
Salas Solubles NLT 114	< 2 %												
Contenido en yeso NLT 115	< 2 %												



FICHA DEL SR – TOL (SUELO TOLERABLE)

<div style="border: 1px dashed black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Sello de Marcado CE o AGRECA, según corresponda </div>																																								
EMPRESA DIRECCIÓN XXXXXXXX																																								
CENTRO DE PRODUCCIÓN XXXXXXXXXXXX																																								
<p style="text-align: center;"> Denominación: Suelo tolerable reciclado de RCD SR-TOL Tipo material: Suelo tolerable Uso previsto: Explanadas de firmes de carreteras, relleno de zanjas, explanada en vías ciclistas y caminos rurales. </p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Composición</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">X</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">FI</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Yeso</td> </tr> <tr> <td>UNE-EN 933-11</td> <td style="text-align: center;">< 5%</td> <td style="text-align: center;">< 2* cm³/kg</td> <td style="text-align: center;">< 2%</td> </tr> </table> <p style="font-size: small;">* se rebajará a 0,5 cm³/kg cuando el suelo no vaya a ser cubierto por ninguna otra capa</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Granulometría de las partículas</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">#20</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">> 70 %</td> </tr> <tr> <td>UNE-EN 933-1</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">> 35 %</td> </tr> </table> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Asiento ens. Colapso</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">< 1* %</td> </tr> <tr> <td>NLT 254</td> <td></td> </tr> </table> <p style="font-size: small;">* para muestra remoldeada según el ensayo Práctico Normal UNE 103500 y presión de 0,2 Mpa</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Hinchamiento libre</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">< 3* %</td> </tr> <tr> <td>UNE 103601</td> <td></td> </tr> </table> <p style="font-size: small;">* para muestra remoldeada según el ensayo Práctico Normal UNE 103500</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Plasticidad</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">LL</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">< 65</td> </tr> <tr> <td>UNE 103103 / UNE 103104</td> <td style="text-align: center;">si LL>40</td> <td style="text-align: center;">IP > 0,73 (LL-20)</td> </tr> </table> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Contenido en materia orgánica</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">< 2 %</td> </tr> <tr> <td>UNE 103204</td> <td></td> </tr> </table> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Salas solubles</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">< 4 %</td> </tr> <tr> <td>NLT 114</td> <td></td> </tr> </table> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Contenido en yeso</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">< 5 %</td> </tr> <tr> <td>NLT 115</td> <td></td> </tr> </table>	Composición	X	FI	Yeso	UNE-EN 933-11	< 5%	< 2* cm ³ /kg	< 2%	Granulometría de las partículas	#20	> 70 %	UNE-EN 933-1	6	> 35 %	Asiento ens. Colapso	< 1* %	NLT 254		Hinchamiento libre	< 3* %	UNE 103601		Plasticidad	LL	< 65	UNE 103103 / UNE 103104	si LL>40	IP > 0,73 (LL-20)	Contenido en materia orgánica	< 2 %	UNE 103204		Salas solubles	< 4 %	NLT 114		Contenido en yeso	< 5 %	NLT 115	
Composición	X	FI	Yeso																																					
UNE-EN 933-11	< 5%	< 2* cm ³ /kg	< 2%																																					
Granulometría de las partículas	#20	> 70 %																																						
UNE-EN 933-1	6	> 35 %																																						
Asiento ens. Colapso	< 1* %																																							
NLT 254																																								
Hinchamiento libre	< 3* %																																							
UNE 103601																																								
Plasticidad	LL	< 65																																						
UNE 103103 / UNE 103104	si LL>40	IP > 0,73 (LL-20)																																						
Contenido en materia orgánica	< 2 %																																							
UNE 103204																																								
Salas solubles	< 4 %																																							
NLT 114																																								
Contenido en yeso	< 5 %																																							
NLT 115																																								



2.- MODELO DE DECLARACIÓN DE GESTOR AUTORIZADO

LOGOTIPO EMPRESA	REQUISITOS ADMINISTRATIVOS GESTOR AUTORIZADO	
---------------------	-------------------------------------------------	--

Nombre de la empresa

Dirección

Gestor autorizado número: GRU-

XXX a, xx de xxxxx de 20xx

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

Sin otro particular, le saluda atentamente.

Fdo.
Cargo:
Sello:



3.- MODELO DE CERTIFICADO DE GARANTÍA DEL FABRICANTE

LOGOTIPO EMPRESA	CERTIFICADO DE GARANTÍA DE ÁRIDOS RECICLADOS	
---------------------	---------------------------------------------------------	--

Nombre de la empresa
Dirección

Cliente: Nombre del cliente
Obra: Nombre de obra

XXX a, xx de xxxxx de 20xx

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

Designación

Fabricado en nuestro centro de producción sito en:

Dirección del centro de producción

Adjuntamos la siguiente documentación de garantía de calidad:

Producto sin Marcado CE	
Declaración de Prestaciones	<input type="checkbox"/>
Certificado de Conformidad del Control de Producción en Fábrica del Organismo Notificado.	<input type="checkbox"/>

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

Sin otro particular, le saluda atentamente.

Fdo.
Cargo:
Sello:

Departamento de Infraestructuras



4.- MODELO DE CERTIFICADO DE SUMINISTRO DEL FABRICANTE

LOGOTIPO EMPRESA	CERTIFICADO DE SUMINISTRO DE ÁRIDOS RECICLADOS	
---------------------	-----------------------------------------------------------	--

Nombre de la empresa

Nombre y cargo del responsable de suministro:

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

XXX a, xx de xxxxx de 20xx

Certifico

Que hasta la fecha presente, se han entregado a:

Cliente:	Nombre del cliente
Obra:	Nombre de obra

Los suministros que a continuación se detallan:

Identificación del producto o material	Cantidad

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

Fdo.
Cargo:
Sello:

Departamento de Infraestructuras