

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
511-18	BASE Y SUBBASE GRANULAR PARA VÍAS VEHICULARES CON AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN RCD	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Control de Revisiones

Versión	Revisión	Fecha	Descripción Modificación	Folios
4	1	2019-12-19	Versión inicial del documento, A partir de la Resolución 10910 de 2019 se adoptan las especificaciones ET-IC-01 "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO EN BOGOTÁ D.C.	13

El documento original ha sido aprobado mediante el SID (Sistema Información Documentada del IDU). La autenticidad puede ser verificada a través del código



Participaron en la elaboración¹	Abraham David Jimenez Torres, SGDU / acentral, STRF / Ivan Alberto Caamano Murillo, DTE / Jairo Alexander Ibarra Trujillo, DTE / Jhonny Hernandez Torres, OAP / Jose Alberto Prieto Hernandez, DTE / Nattalia Angelica Romero Hermosilla, DTE / Oscar Mauricio Velasquez Bobadilla, DTE / Roberto Carlos Aleman Lopez, OAP / Stefania Olivera Rios, DTE / Vicente Edilson Leal Moreno, DTE / Yuly Caterin Diaz Jimenez, DTE /
Validado por	Isauro Cabrera Vega, OAP Validado el 2019-12-16
Revisado por	Joanny Camelo Yopez, DTE Revisado el 2019-12-16
Aprobado por	Diana Maria Ramirez Morales, SGDU Aprobado el 2019-12-19

¹El alcance de participación en la elaboración de este documento corresponde a las funciones del área que representan

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. <small>Instituto</small> Desarrollo Urbano
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
511-18	BASE Y SUBBASE GRANULAR PARA VÍAS VEHICULARES CON AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN RCD	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

BASE Y SUBBASE GRANULAR PARA VÍAS VEHICULARES CON AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN RCD

CONTENIDO

	Pág.
511.1 ALCANCE	3
511.2 MATERIALES	3
511.3 EQUIPO	8
511.4 REQUERIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	8
511.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS	11
511.6 MEDIDA	13
511.7 FORMA DE PAGO	13
511.8 ÍTEMS DE PAGO	13

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. <small>Instituto</small> Desarrollo Urbano
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
511-18	BASE Y SUBBASE GRANULAR PARA VÍAS VEHICULARES CON AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN RCD	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

511.1 ALCANCE

La presente Especificación tiene como alcance definir las actividades de suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado de material granular producto de la valorización de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) no bituminosos, que se denomina agregado reciclado AR mixto, para ser utilizado como base o subbase granular para vías vehiculares, sobre una superficie preparada, en una o varias capas, que debe formar parte de la estructura de un pavimento, de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto, ajustándose a las cotas y los alineamientos horizontal y vertical, pendientes y dimensiones indicadas en los planos y a las secciones transversales típicas, dentro de las tolerancias estipuladas y de conformidad con todos los requisitos de la presente Especificación.

511.2 MATERIALES

Los agregados reciclados AR de RCD deben ir acompañados de un documento acreditativo de su origen, de la idoneidad de sus características para el uso propuesto, de su tratamiento en planta y que se encuentran libres de contaminación, considerando contaminación todo aquello que genere un deterioro químico y físico que modifique las propiedades del material o que tenga capacidad de provocar efectos adversos sobre el comportamiento mecánico o ambiental de los AR, para la estructura de pavimento o su entorno, por lo que en esta Especificación se establecen límites para materiales como madera, plástico, acero, yeso, etc., entendiendo que éstos pueden tener presencia en los AR mixtos, pero que debido a su adecuada gestión y proceso de valorización, sus cantidades pueden reducirse a mínimos.

En los agregados reciclados la química de sus partículas es muy diferente debido a su variada composición: agregados naturales (reciclados o vírgenes de cantera), concretos, morteros, cerámicos, etc., por lo que se requiere caracterizar el agregado a utilizar. Se puede decir que el agregado reciclado mixto manifiesta ganancia de capacidad portante, medida a través de su índice CBR, como consecuencia de reacciones hidráulicas y/o puzolánicas entre las diferentes fases minerales constitutivas de este tipo de material granular.

Las capas de material granular reciclado para base y subbase se definen en función de la calidad de los agregados, su composición y las franjas granulométricas, de acuerdo a lo indicado en el numeral 511.2.1 de esta Especificación. Los tipos de material (Base o Subbase), las franjas granulométricas, y las características de los agregados reciclados permitidos a emplear en las capas granulares, se pueden establecer en los documentos técnicos del proyecto, en función de la importancia de la vía, del nivel de tránsito, del tipo de pavimento, y de la posición de la capa dentro de la estructura del pavimento.

Adicionalmente, se debe dar cumplimiento a lo establecido en el numeral 500.2 de la Especificación 500.

511.2.1 Requisitos de calidad para los agregados

Las características finales de los agregados reciclados de RCD dependen de la calidad de los procesos de tratamiento de las plantas de valorización, pero también de la adecuada gestión en los procesos de construcción y demolición de las obras de origen de los RCD, por lo tanto, su identificación, separación

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
511-18	BASE Y SUBBASE GRANULAR PARA VÍAS VEHICULARES CON AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN RCD	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

y clasificación antes y durante el transporte a la planta de valorización, debe seguir lo establecido en los planes de Gestión de Residuos, mitigando la mezcla y contaminación de materiales.

Actualmente el material presenta gran heterogeneidad en sus propiedades debido principalmente a los diferentes componentes que tiene, la calidad del material que entra en la línea de reciclaje y al tipo de procesamiento y clasificación en planta, por lo que se requiere un compromiso de calidad de los productos que sean entregados como agregados reciclados a las obras.

El Contratista de Obra debe solicitar a la planta productora de AR y presentar para verificación del Interventor:

- Documento que acredita al productor de agregados reciclados de RCD como Gestor Autorizado (El productor debe tener plenamente documentado el origen de los residuos, sus procesos de clasificación, procesamiento y control de producción).
- Ficha técnica del producto, donde se establezcan las propiedades físicas, químicas y mecánicas del lote de material entregado en la Obra y además se certifique que el agregado no ha estado en contacto con residuos peligrosos o material contaminante.

No se aceptan agregados reciclados de RCD provenientes de industrias que hayan albergado actividades potencialmente contaminantes del suelo, ni que contengan asbesto.

Los agregados reciclados AR deben ser no plásticos, por lo que es importante no mezclar el tratamiento de RCD y tierras de excavación.

Se debe realizar una evaluación de la composición del material reciclado grueso, basada en el ensayo de composición UNE-EN 933-11, y la absorción según la NTC 176 y NTC 237 (INV E 223-13 e INV E 222-13) para el agregado grueso y fino, ya que éstos valores son considerados como un indicio de calidad del material reciclado, por lo que deben ser reportados en su ficha técnica.

Los agregados reciclados utilizados en esta Especificación son de carácter mixto, es decir corresponden a una mezcla de materiales como concreto, mortero, cerámicos, materiales asfálticos, y en menor cantidad vidrio, material flotante y otros. Tabla 511.1, se describen los componentes de los agregados gruesos y se presenta su nomenclatura (UNE-EN 933-11).

Tabla 511.1
Componentes de los agregados gruesos reciclados

Componente	Descripción
Rc	Concreto, productos de concreto, mortero y unidades de mampostería de concreto
Ru	Agregados no tratados, roca natural (1), áridos tratados con cementantes hidráulicos
Rb	Unidades de mampostería de arcilla (ladrillos, tejas, materiales cerámicos), unidades de mampostería silicato cálcico
Ra	Material bituminoso
Rg	Vidrio

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
511-18	BASE Y SUBBASE GRANULAR PARA VÍAS VEHICULARES CON AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN RCD	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Componente	Descripción
X	Otros: arcilla, acero metales ferrosos y no ferrosos, plástico, madera no flotante, caucho, yeso.
FL	Partículas flotantes, plásticos, maderas y elementos que flotan en el agua.

(1) Hace referencia a agregados naturales que han participado previamente en diversos usos dentro del sector de la construcción, no necesariamente deben ser naturales vírgenes.

Los agregados reciclados AR pueden ser usados para subbase y base con una composición en porcentaje de los distintos materiales para la fracción gruesa, como se muestra en la Tabla 511.2.

La clasificación y composición de agregados reciclados AR de RCD puede ser muy amplia, sin embargo, la clasificación y composición propuesta en esta Especificación (Tabla 511.2), puede utilizarse como subbase para todas las categorías de tránsito y como base para la categoría de tránsito T1, como se observa en Tabla 511.3. No se recomienda la composición de AR presentada en esta Especificación para uso como base granular en las categorías de tránsito T2 y T3 ya que permite altas cantidades de materiales cerámicos (Rb).

Se pueden usar agregados reciclados AR para base granular en T2 y T3, siempre y cuando la base granular generada cumpla con los requerimientos definidos en la Especificación 510 (Tabla 510.2), y con los requerimientos de la Tabla 511.4 para materia orgánica y azufre, adicionalmente se debe presentar mediante un documento técnico de soporte, los límites y rangos en la composición (Tabla 511.1) de los distintos materiales que pueden estar presentes en el AR propuesto, así como los ensayos que evidencian su cumplimiento (UNE-EN 933-11). El enunciado informe también resulta aplicable para cualquier tipo de capa granular que presente una composición diferente a la que hace referencia esta Especificación.

Tabla 511.2
Contenidos de los componentes de los agregados reciclados AR (fracción gruesa) para Base y Subbase Granular

Componente	Contenido (% en masa)	
	AR_BG	AR_SBG
Rc + Ru	> 65	> 50
Rb	< 35	< 50
Ra (Nota 1)	< 5	< 5
Rg	<1	<1
X (Nota 2)	< 1	< 1
FL (Nota 2)	1cm ³ /kg	2 cm ³ /kg

- (1) El objetivo es que el agregado proveniente de pavimento asfáltico reciclado se utilice en mezclas de RAP.
- (2) Cuando estos límites son superados, se considera que el material está contaminado.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
511-18	BASE Y SUBBASE GRANULAR PARA VÍAS VEHICULARES CON AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN RCD	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Tabla 511.3
Correspondencia entre clases de capas granulares y las categorías de tránsito para un pavimento asfáltico.

Tipo de Capa	Categorías de Tránsito		
	T1	T2	T3
Base Granular	AR_BG	(1)	(1)
Subbase Granular	AR_SBG	AR_SBG	AR_SBG

(1) Los AR deben cumplir con los requerimientos para los agregados de una BG-A de la Especificación 510 (Tabla 510.2), con lo definido para la materia orgánica y el azufre de la Tabla 511.4 y presentar el documento técnico con sus respectivos ensayos, como soporte de los límites y rangos en la composición (Tabla 511.1) de los distintos materiales que pueden estar presentes en el AR propuesto.

Para pavimentos de concreto hidráulico se requieren materiales subyacentes a las losas, no erodables, es decir una mayor resistencia a la erosión que la ofrecida por los materiales granulares; por lo tanto, se recomienda utilizar materiales estabilizados o mezclas asfálticas para control de erosión, según lo establecido en los documentos del diseño.

Además, todos los agregados deben satisfacer las disposiciones previstas en el numeral 500.2.1 de la Especificación 500.

Las características de los agregados reciclados que se empleen en la construcción de base o subbase granular, deben cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 511.4. Además, se deben ajustar a alguna de las franjas granulométricas que se indican en la Tabla 511.5 de esta Especificación. La granulometría de los agregados reciclados debe ser determinada según la norma de ensayo INV E-213-13. La granulometría requerida en cada caso debe cumplir con los documentos técnicos del proyecto; esa granulometría debe ser considerada tanto por el material listo para su extensión en obra como por el material compactado en el sitio.

Tabla 511.4
Requisitos de los agregados reciclados AR para bases y subbases granulares

Ensayo		Norma de Ensayo	Clase	
			AR_SBG	AR_BG
Dureza				
Desgaste Los Ángeles	- En seco, 500 revoluciones, % máximo	INV E-218-13	50	45
Micro Deval, % máximo	- Agregado Grueso	INV-E-238-13	45	35
10% de finos	- Valor en seco, kN mínimo	INV-E-224-13	60	90
	- Relación húmedo/seco, % mínimo		75	75
Durabilidad				
Contenido total de azufre	En contacto con capas tratadas con cemento o una estructura de concreto	INV E-233-13	≤ 0,5	≤ 0,5

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
511-18	BASE Y SUBBASE GRANULAR PARA VÍAS VEHICULARES CON AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN RCD	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Ensayo		Norma de Ensayo	Clase	
			AR_SBG	AR_BG
Otras condiciones			≤ 1	≤ 1
Limpieza				
Límite Líquido, % máximo		INV E-125 -13	25	25
Índice de Plasticidad, % máximo (Nota 1)		INV E-126-13	3	No plástico
Equivalente de Arena, % mínimo (Nota 2)		INV E-133-13	22	30
Valor de Azul de Metileno, máximo		INV-E-235-13	10	10
Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo		INV E-211-13	2	2
Materia Orgánica, % máximo		UNE 103204	1	1
Geometría de las Partículas				
Partículas Fracturadas Mecánicamente, % mínimo	- 1 cara - 2 caras	INVE-227-13	85 60	95 70
Índice de Alargamiento y Aplanamiento, % máximo		INV E-240-13	20	20
Contenido de vacíos agregados finos no compactados, % mínimo		INV-E-239-13	35	35
Capacidad de Soporte				
CBR, % mínimo - Referido al 100 % de la densidad seca máxima, según el ensayo INV E-142-13 (AASHTO T 180), método C, después de 4 días de inmersión.		INV E-148-13	60	90
Módulo Resiliente, MPa (Nota 3)		INV E-156-13	Reportar	Reportar

- (1) Se espera que el material tenga característica no plástica.
- (2) En caso de que el equivalente de arena sea inferior, pero se cumpla plasticidad y azul de metileno, se acepta el material con un concepto del desempeño por parte del especialista de geotecnia y/o pavimentos.
- (3) Reportar el valor del Módulo máximo obtenido y además el valor para la condición de esfuerzos (invariante de esfuerzos θ), de 83 kPa para AR_SBG y 207 kPa para AR_BG.

Tabla 511.5
Granulometrías admisibles para la construcción de bases y subbases granulares

Tipo de capa		Tamiz (mm / U.S. Standard)											
		50.0	37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.38	1.16	0.425	0.150	0.075
		2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 40	No. 100	No. 200
		% pasa											
Base	BG38	-	100	72/94	60/88	47/77	40/70	28/50	18/38	12/30	6/20	3/14	2/10
	BG25	-	-	100	78/98	60/87	50/80	35/60	24/45	16/34	8/22	4/14	2/10
Subbase	SB50	100	80/95	60/90	50/84	38/72	32/64	22/48	16/37	11/29	6/20	2/14	0/10
Tolerancias		± 7 %					± 6 %					± 3 %	

Además de los requisitos de la Tabla 511.5, la relación de polvo (% pasa tamiz 0.075 mm/ % pasa tamiz de 0.425 mm) no debe exceder de 2/3 y el tamaño máximo no debe exceder de 1/3 del espesor de la capa compactada.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. <small>Instituto</small> Desarrollo Urbano
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
511-18	BASE Y SUBBASE GRANULAR PARA VÍAS VEHICULARES CON AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN RCD	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente Especificación, el material que produzca el Contratista de Obra debe dar lugar a una curva granulométrica continua, uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte Superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

Dentro de la franja correspondiente, el Contratista de Obra debe proponer al Interventor la granulometría de trabajo a la cual se debe ajustar durante la construcción de la capa, con las tolerancias, pero sin permitir que la curva se salga de la franja adoptada.

Adicionalmente debe tenerse en cuenta que la composición cerámica y de concreto de los agregados reciclados generan altos valores de desgaste del agregado reciclado mixto en la Maquina de Los Ángeles, sin embargo la generación de mayor cantidad de finos cerámicos y de mortero constituye un efecto favorable en el proceso de consolidación del material granular reciclado, puesto que las partículas finas inducen, en presencia de agua, reacciones puzolánicas con el hidróxido cálcico del concreto, de ahí la importancia de realizar adecuadamente el proceso de humectación y compactación para este material.

511.3 EQUIPO

Se debe dar cumplimiento a todo lo que aplique de lo indicado en el numeral 500.4.1 de la Especificación 500.

Se debe tener en cuenta que el equipo mínimo para la adecuada ejecución de los trabajos debe estar conformado por:

- Equipo de transporte.
- Equipo para la extensión, humectación y mezcla de los materiales.
- Equipo de compactación.
- Equipo accesorio requerido para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo.

511.4 REQUERIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El Contratista de Obra debe suministrar los agregados reciclados AR de RCD acompañados de una ficha técnica que acredite su procedencia y gestión, sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, y el tratamiento que ha realizado el gestor autorizado donde especifica que el agregado reciclado no ha sido mezclado con contaminantes.

511.4.1 Tramo Experimental

Al respecto aplica todo lo indicado en el numeral 500.5.1 de la Especificación 500 de estas especificaciones.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. <small>Instituto</small> Desarrollo Urbano
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
511-18	BASE Y SUBBASE GRANULAR PARA VÍAS VEHICULARES CON AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN RCD	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

511.4.2 Obtención de los agregados reciclados AR

Sobre el particular, aplica lo establecido en el numeral 500.2.4 de la Especificación 500 de estas especificaciones, teniendo en cuenta que pueden provenir del procesamiento realizado en plantas con diferentes niveles de tecnología y que pueden ser fijas, móviles o semi móviles, que deben cumplir con la normativa vigente.

511.4.3 Preparación de la superficie existente

Al respecto aplica todo lo indicado en el numeral 500.5.2 de la Especificación 500 de estas especificaciones; adicionalmente, si la colocación de la mezcla requiere riegos previos de imprimación o de liga, ellos se deben efectuar conforme lo establecen las especificaciones 610 y 611, respectivamente, de las presentes especificaciones.

511.4.4 Transporte de material

Aplica todo lo indicado en el numeral 500.5.3 de la Especificación 500 de estas especificaciones.

511.4.5 Colocación y extensión de la mezcla

Adicionalmente a lo indicado en el numeral 500.5.5 de la Especificación 500 de estas especificaciones, aplica lo siguiente:

El agregado reciclado se debe disponer en un cordón de sección uniforme, donde debe ser verificada su homogeneidad. Si la capa se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos deben haber sido previamente mezclados en la planta, por cuanto no se admite su combinación en la superficie de la vía y/o dentro del área del proyecto.

Se recomienda contar con los agregados reciclados húmedos, pero no escurriendo agua para lograr la humedad de compactación que suele tener valores mayores que para agregados naturales, el Contratista de Obra debe emplear el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique a la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Todas las operaciones de adición de agua se deben realizar antes de la compactación del material.

Después de mezclado, humedecido o aireado, según sea el caso, el material se debe extender en todo el ancho previsto, en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación.

511.4.6 Compactación

Aplica todo lo indicado en el numeral 500.5.6 de la Especificación 500 de estas especificaciones.

La densidad del agregado reciclado es inferior a la del agregado de natural, debido a su mayor absorción y en general su composición.

La humedad óptima de compactación del agregado reciclado es superior (entre 7% y 15%) a la

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. <small>Instituto</small> Desarrollo Urbano
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
511-18	BASE Y SUBBASE GRANULAR PARA VÍAS VEHICULARES CON AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN RCD	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

humedad de compactación del agregado natural, debido también a la absorción asociada a los componentes del agregado reciclado. Por lo tanto, para la puesta en obra del agregado reciclado se recomienda que los agregados se encuentren humedecidos al momento de colocarlos y después añadir el agua de humedad para la compactación. El agregado reciclado puede venir húmedo desde la planta, reduciendo la necesidad de hacerlo en obra, cumpliendo los requisitos ambientales y de transporte.

El agua empleada durante el proceso de compactación debe cumplir lo establecido en el numeral 500.6.2.1.3 de la Especificación 500.

511.4.7 Terminado

Aplica todo lo indicado en el numeral 500.5.7 de la Especificación 500 de estas especificaciones.

511.4.8 Muestreo y ensayos

Aplica todo lo indicado en el numeral 500.5.8 de la Especificación 500 de estas especificaciones.

511.4.9 Capas granulares para actividades de renivelación

Aplica todo lo indicado en el numeral 500.5.9 de la Especificación 500 de estas especificaciones.

511.4.10 Limitaciones en la ejecución

Aplica todo lo indicado en el numeral 500.5.10 de la Especificación 500 de estas especificaciones.

511.4.11 Aspectos ambientales

El estudio de lixiviación de agregados reciclados granulares, procedentes de las plantas de tratamiento de RCD de Bogotá realizado entre 2017 y 2018, no presento parámetros críticos, por lo que es necesario continuar realizando una separación adecuada de los RCD en las obras y contar con la garantía del productor respecto a su origen y no contaminación. Si el Interventor evidencia contaminación de los agregados reciclados, estos deben ser sometidos a un estudio de lixiviación y análisis químico por parte del Contratista de Obra.

Además, aplica todo lo indicado en el numeral 500.5.11 de la Especificación 500 de estas especificaciones.

511.4.12 Conservación de la obra ejecutada

Al respecto aplica lo indicado en el numeral 500.5.12 de la Especificación 500 de estas especificaciones.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. <small>Instituto</small> Desarrollo Urbano
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
511-18	BASE Y SUBBASE GRANULAR PARA VÍAS VEHICULARES CON AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN RCD	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

511.4.13 Apertura al tránsito

Se debe prohibir la acción de todo tipo de tránsito sobre las capas granulares en ejecución, mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas se debe distribuir de forma tal que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie. El Contratista de Obra debe responder por los daños producidos por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos, a su costa, con arreglo a las indicaciones del Interventor.

511.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

511.5.1 Controles generales

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor debe comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad exigidos en el numeral 511.2 de la presente Especificación. Adicionalmente se debe tener en cuenta todo lo que aplique de lo indicado en el numeral 500.6.1 de la Especificación 500 de estas especificaciones.

511.5.2 Controles específicos para el recibo y tolerancias

Aplica todo lo indicado en el numeral 500.6.2 de la Especificación 500 de estas especificaciones.

511.5.2.1 Controles de producción de la mezcla

El Contratista de Obra debe entregar al Interventor el certificado de calidad de la mezcla de materiales que entrega el productor, en el que se acredita su cumplimiento de acuerdo con esta Especificación.

Se deben realizar los ensayos para las muestras y frecuencias indicadas en la Tabla 511.6, para los agregados reciclados AR mixtos, a ser utilizado como base o subbase granular. Los resultados de estas pruebas deben satisfacer las exigencias indicadas en el numeral 511.2, en la eventualidad de que alguna prueba dé lugar a un resultado insatisfactorio, se deben tomar dos (2) muestras adicionales del material y repetir la prueba. Los resultados de ambos ensayos deben ser satisfactorios o, de lo contrario, el Interventor debe impedir el uso del volumen de material al cual representen dichos ensayos.

El Contratista de Obra debe garantizar y el Interventor verificar, que los materiales reciclados no sean contaminados en la obra.

Además, se debe cumplir con los lineamientos establecidos en los numerales de aseguramiento de la calidad de la Especificación 102.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
511-18	BASE Y SUBBASE GRANULAR PARA VÍAS VEHICULARES CON AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN RCD	1	
PROCESO			
INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Tabla 511.6
Ensayos mínimos de verificación sobre agregados reciclados

Ensayo	Norma de Ensayo	Cantidad y frecuencia de ensayos por obra realizada		Criterio de aceptación	
		Contratista de Obra	Interventor	Promedio muestras	Determinación individual
Composición					
Granulometría	INV E-213-13	2 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	NA	Tabla 511.2
Composición del AR	UNE EN 933-11	2 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	NA	Tabla 511.2
Dureza					
Desgaste Los Ángeles (En seco, 500 revoluciones)	INV E-218-13	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	NA	Tabla 511.4
Micro Deval	INV-E-238-13	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	NA	
Durabilidad					
Azufre	INV E-233-13	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	NA	Tabla 511.4
Limpieza					
Límite Líquido y Plástico	INV E-125-13 INV E-126-13	1 cada 100 m ²	1 cada 200 m ²	NA	Tabla 511.4
Valor de Azul de Metileno	INV E-235-13	1 cada 400 m ²	1 cada 800 m ²	NA	
Materia Orgánica	UNE 103204	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	NA	
Capacidad de soporte					
CBR Método I	INV E-148-13	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	NA	Tabla 511.4
Relaciones de Peso Unitario – Humedad, equipo modificado (Próctor Modificado), método C	INVE-142-13	1 cada 200 m ²	1 cada 400 m ²	NA	NA

NA No Aplica.

511.5.2.2 Control de calidad de la capa terminada

El Contratista de Obra y el Interventor deben efectuar las verificaciones mínimas periódicas del producto terminado indicadas en la Tabla 511.7.

Además de cumplir lo indicado en el numeral 500.6.2.4 de la Especificación 500 de estas especificaciones, según corresponda, y con los lineamientos establecidos en los numerales de aseguramiento de la calidad de la Especificación 102.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
511-18	BASE Y SUBBASE GRANULAR PARA VÍAS VEHICULARES CON AGREGADOS RECICLADOS OBTENIDOS DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN RCD	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Tabla 511.7
Controles para calidad de la capa terminada

Ensayo		Norma de Ensayo	Cantidad y frecuencia de ensayos por obra realizada		Criterio de aceptación	
			Contratista de Obra	Interventor	Promedio muestras	Determinación individual
Densidad (Nota 1)	- AR Base - AR Subbase	INVE-161-13 INVE-162-13 INVE-164-13	5 cada 800 m ²	2 cada 800 m ²	$\geq 0.98 \cdot D_e$ $\geq 0.95 \cdot D_e$	$\geq 0.95 \cdot D_m$ NA
Espesor (Nota 2)		-	3 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	$\geq 100\%$ H diseño	$\geq 90\%$ H diseño
Planicidad	- AR Base - AR Subbase	INVE-793-13	12 cada 800 m ²	6 cada 800 m ²	NA	± 15 mm ± 20 mm

NA No Aplica.

- (1) La variación del promedio de los resultados para determinar la densidad D_m se debe evaluar respecto a la densidad específica máxima en el diseño óptimo D_e indicado en el diseño de la mezcla, y el de cada ensayo individual D_i respecto al valor promedio D_m .
- (2) La variación del promedio de los resultados para determinar el espesor e_m , al igual que el de cada ensayo individual, se deben evaluar respecto al espesor de diseño e_d indicado en los documentos del proyecto.

511.5.2.3 Zonas de bacheos

En las zonas de bacheos se debe satisfacer las mismas exigencias de terminado, compactación, espesor y lisura incluidas en el numeral 511.5.2.2 de esta Especificación, pero queda a juicio del Interventor la decisión sobre la frecuencia de las pruebas, la cual debe depender del tamaño de las áreas tratadas.

511.6 MEDIDA

Aplica todo lo indicado en los numerales 500.7.1 y 500.7.3 de la Especificación 500 de estas especificaciones.

511.7 FORMA DE PAGO

Aplica todo lo indicado en el numeral 500.8 y de la Especificación 500 de estas especificaciones.

511.8 ÍTEMS DE PAGO

511.8.1	Capa de agregado reciclado para Base Granular AR_BG	Metro cúbico (m ³)
511.8.2	Capa de agregado reciclado para Subbase Granular AR_SBG	Metro cúbico (m ³)
511.8.3	Bacheo con Agregados Reciclados para Base Granular AR_BG	Metro cúbico (m ³)
511.8.4	Bacheo con Agregados Reciclados para Subbase Granular AR_SBG	Metro cúbico (m ³)