

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35

Pavimentos – Áridos reciclados en base a residuos de construcción y demolición (RCD) inertes no peligrosos – Trazabilidad y requisitos para incorporar en bases y subbases de pavimentos

Preámbulo

El Instituto Nacional de Normalización, INN, es el organismo que tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional. Es miembro de la INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) y de la COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS (COPANT), representando a Chile ante esos organismos.

Este proyecto de norma ha sido preparado por el INN y está basado en antecedentes técnicos nacionales y se encuentra en consulta pública para que las partes interesadas emitan sus observaciones las cuales serán tratadas en un Comité Técnico.

Si bien se ha tomado todo el cuidado razonable en la preparación y revisión de los documentos normativos producto de la presente comercialización, INN no garantiza que el contenido del documento es actualizado o exacto o que el documento será adecuado para los fines esperados por el Cliente.

En la medida permitida por la legislación aplicable, el INN no es responsable de ningún daño directo, indirecto, punitivo, incidental, especial, consecuencial o cualquier daño que surja o esté conectado con el uso o el uso indebido de este documento.

36 **Introducción**

37
38 Los áridos reciclados procedentes de la valorización de residuos de la construcción y demolición se relacionan con
39 una serie de conceptos vinculados a la economía circular, como es el caso de la circulación de materiales que
40 consiste en considerar la circularidad en toda la cadena de suministro, con un enfoque de circuito cerrado en el que
41 los productos o sus partes constituyentes se reprocessan y se vuelven a utilizar para el mismo u otro fin, reduciendo
42 la extracción de materias primas vírgenes y residuos.

43
44 Es así, como a partir de este escenario, se han desarrollado nuevos documentos técnicos para la valorización de
45 residuos de construcción y demolición (RCD) y su uso como áridos reciclados para distintas aplicaciones en el
46 sector construcción. Dichos documentos rescatan lo desarrollado mediante la Norma Chilena NCh3562 sobre
47 *Gestión de residuos - Residuos de construcción y demolición (RCD) - Clasificación y directrices para el plan de*
48 *gestión*, y establecen los requisitos que deben cumplir los áridos reciclados en base a RCD, estableciendo una
49 clasificación conforme al material constituyente y a su tamaño. Además, entrega una serie de requisitos físicos y
50 químicos que deben cumplir los áridos reciclados, independiente de su uso y que el productor de los mismos debe
51 asegurar.

52
53 No obstante, cada uso particular tiene sus propias consideraciones, y es así como se ha determinado elaborar una
54 serie de normas técnicas que atiendan los requisitos específicos de los áridos reciclados para cada uso específico.

55
56 Estas normas técnicas pretenden fomentar el uso de los áridos no convencionales en distintas obras de
57 construcción, generando así un impacto positivo en el medioambiente reemplazando aquellas materias primas que
58 presenten escasez para la producción del material y, para ello, el uso de subproductos tanto de la propia industria
59 de la construcción como de otros sectores productivos resulta esencial.

60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112

Pavimentos – Áridos reciclados en base a residuos de construcción y demolición (RCD) inertes no peligrosos – Trazabilidad y requisitos para incorporar en bases y subbases de pavimentos

1 Alcance y campo de aplicación

1.1 Esta norma especifica los requisitos que deben cumplir los áridos reciclados en base a residuos de construcción y demolición inertes no peligrosos de acuerdo a prNCh3849, para ser utilizados en bases y subbases de pavimentos.

1.2 Esta norma establece los ensayos que se deben aplicar a los áridos reciclados en base a residuos de construcción y demolición inertes no peligrosos para ser utilizados en bases y subbases de pavimentos.

1.3 Esta norma se aplica a todo tipo de obras de pavimentación, tales como: ciclovías, áreas de estacionamiento, playas de almacenamiento de contenedores, patios industriales, canchas deportivas, ferrovías, áreas destinadas a ganadería, pistas, cabezales y áreas de estacionamiento de aviones en aeropuertos o helipuertos, entre otras.

2 Referencias normativas

Los documentos siguientes son indispensables para la aplicación de esta norma. Para referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para referencias sin fecha se aplica la última edición del documento referenciado (incluyendo cualquier enmienda).

NCh163:2013, *Áridos para morteros y hormigones – Requisitos.*

NCh164, *Áridos para morteros y hormigones - Extracción y preparación de muestras.*

NCh165, *Áridos para morteros y hormigones - Tamizado y determinación de la granulometría.*

NCh166, *Áridos para morteros y hormigones - Determinación de impurezas orgánicas en las arenas.*

NCh1117, *Áridos para morteros y hormigones - Determinación de las densidades reales y neta y de la absorción de agua de las gravas.*

NCh1223, *Áridos para morteros y hormigones - Determinación del material fino menor a 0,080 mm.*

NCh1239, *Áridos para morteros y hormigones - Determinación de las densidades real y neta y de la absorción de agua de las arenas.*

NCh1325, *Áridos - Determinación del equivalente de arena en suelos y áridos finos.*

- 113
114 NCh1369, *Áridos - Determinación de la resistencia al desgaste por abrasión e impacto - Método de la máquina*
115 *de Los Angeles.*
116
117 NCh1444, *Áridos para morteros y hormigón - Determinación de cloruros y sulfatos.*
118
119 NCh1517/1, *Mecánica de suelos - Límites de consistencia - Parte 1: Determinación del límite líquido.*
120
121 NCh1517/2, *Mecánica de suelos - Límites de consistencia - Parte 2: Determinación del límite plástico.*
122
123 NCh1852, *Mecánica de suelos - Determinación de la razón de soporte de suelos compactados en laboratorio.*
124
125 prNCh3849, *Áridos – Áridos reciclados en base a residuos de construcción y demolición (RCD) inertes no*
126 *peligrosos – Clasificación, ensayos y requisitos de caracterización y directrices para la trazabilidad¹.*
127
128

3 Términos y definiciones

129 Para los propósitos de esta norma, se aplican los términos y definiciones dados en prNCh3849 y los siguientes:

3.1

subbase

135 capa de agregados pétreos, convenientemente graduados y compactados, que cumplen las especificaciones
136 técnicas generales y especiales del proyecto, colocada sobre la subrasante ya preparada
137

3.2

base

140 capa de agregados pétreos compactados bien graduados y provenientes de un proceso de producción mecanizada
141 de trituración y selección y que puede incorporar o no, un agente estabilizador
142
143

4 Requisitos para áridos reciclados en base a residuos de construcción y demolición (RCD) inertes no peligrosos

4.1 Generalidades

149 Los áridos reciclados en base a residuos de construcción y demolición (RCD) inertes no peligrosos deben
150 cumplir con los requisitos especificados en prNCh3849.
151

152 Los áridos reciclados en base a residuos de construcción y demolición (RCD) inertes no peligrosos que se
153 permiten para el uso en base y subbases de pavimentos son los clasificados como:

- 155 – ARH, Árido reciclado de hormigón;
- 156
- 157 – ARMf, Árido reciclado mixto de hormigón;
- 158
- 159 – ARMc, Árido reciclado mixto cerámico; y
- 160
- 161 – ARMa, Árido reciclado mixto con aglomerado.
- 162
- 163

¹ En estudio.

164 **4.2 Trazabilidad**

165
166 Los áridos reciclados deben provenir de instalaciones de reciclaje de residuos de la construcción y demolición
167 autorizadas.

168
169 En caso de que los áridos reciclados provengan de plantas móviles, éstas se deben identificar como parte
170 integrante de la obra y deben cumplir con los controles indicados para áridos reciclados según prNCh3849.

171
172 Los áridos reciclados se deben suministrar con la documentación y denominación que acredite que cumplen con
173 las especificaciones dadas en prNCh3849.

174

175

176 **5 Requisitos para áridos reciclados utilizados en bases y subbases de pavimentos**

177

178 **5.1 Generalidades**

179

180 Esta cláusula define las calidades y graduaciones de áridos reciclados provenientes de residuos de construcción
181 y demolición, inertes no peligrosos, para ser utilizados como subbases y bases de pavimentos. Estos requisitos
182 son aplicables únicamente a materiales que tienen densidades netas entre 2 000 kg/m³ y 3 000 kg/m³ y
183 absorciones y graduaciones características.

184

185 Los porcentajes de reemplazo de los áridos naturales por áridos reciclados deben ser los establecidos en cada
186 proyecto.

187

188 **NOTA** Existen experiencias de reemplazo de árido natural por reciclado con un porcentaje de reemplazo de 10%.

189

190 Los áridos gruesos, retenidos sobre tamiz 5 mm (N° 4), deben ser partículas resistentes, durables, constituidas
191 de fragmentos de roca o grava. Áridos que se quiebran con los ciclos alternados de hielo-deshielo y humedad-
192 sequedad, no se deben utilizar.

193

194 Los agregados finos, que pasan por tamiz 5 mm (N° 4), deben estar constituidos por arenas trituradas y por
195 partículas minerales que pasan por tamiz 0,08 mm (N° 200).

196

197 Las fracciones que pasan por tamiz 0,08 mm (N° 200) no deben ser mayores que los dos tercios de la fracción
198 que pasa por tamiz 0,5 mm (N° 40). Los límites de consistencia de la fracción que pasa por tamiz 0,5 mm deben
199 ser conforme a lo indicado en Tabla 1.

200

201 Todo el material debe estar libre de materias orgánicas y terrones de arcillas. La graduación de los materiales
202 debe estar conforme con los requisitos de Tabla 2.

203

204 **5.2 Áridos reciclados para subbases**

205

206 Los materiales para subbase deben cumplir con los requisitos estipulados en 5.1. Además, deben cumplir con
207 las propiedades mecánicas estipuladas en esta cláusula y con la graduación TM-50a de Tabla 2.

208

209 En cuanto a las propiedades mecánicas, el material debe tener un soporte CBR mayor o igual a 40% y la fracción
210 gruesa debe tener una resistencia al desgaste, medida por el ensay de Los Angeles, NCh1369, menor o igual a
211 40%.

212

213 **Nota** En zonas heladas se deberían reconsiderar los límites de Atterberg y el material bajo 0,08 mm, previo estudio de las condiciones
214 locales.

215

216

217 **5.3 Áridos reciclados para bases granulares**

218
 219 Los materiales para base granular (estabilización hidráulica) deben cumplir con los requisitos indicados en 5.1.
 220 Además, deben cumplir con las propiedades mecánicas estipuladas en esta cláusula. Las granulometrías se
 221 deben ajustar a una de las siguientes bandas: TM-50b, TM-50c o TM-25 de Tabla 2; el porcentaje de chancado,
 222 determinado según NCh163:2013, Anexo A, no debe ser menor que 50%. Cuando el material se use como base
 223 para tratamiento superficial doble, el contenido mínimo de chancado debe ser de 70%, su tamaño máximo
 224 absoluto debe ser de 40 mm y su Índice de Plasticidad máximo debe ser de 4%, salvo que el proyecto estipule
 225 otro valor, debidamente justificado, el que en ningún caso puede exceder 6%.

227 En cuanto a las propiedades mecánicas, el material debe tener un soporte CBR $\geq 80\%$; la fracción gruesa debe
 228 tener una resistencia al desgaste, medida por el ensayo de Los Angeles, NCh1369, menor o igual que 35%. En
 229 caso de tratamiento superficial doble, el soporte debe ser CBR $\geq 100\%$ (Ver Nota).

230 Nota Cuando se emplea como subbase de pavimento de hormigón, el soporte debiera ser CBR $\geq 50\%$.

233 **5.4 Requisitos físicos y químicos para áridos reciclados en bases y subbases de pavimentos**

234 Los áridos reciclados deben cumplir con los siguientes requisitos de calidad indicados en Tabla 1:

235 **Tabla 1 – Requisitos físicos y químicos de áridos reciclados**

Requisitos	Valores límites		Norma de ensayo	
	Subbases	Bases		
1 Material fino menor que 0,075 mm, % máx.	Árido fino 1,0 Árido grueso 7,0	Árido fino 1,0 Árido grueso 7,0	NCh1223	
2 Absorción de agua (porosidad), % máx.	Árido fino 2,0 Árido grueso 3,0	Árido fino 2,0 Árido grueso 3,0	NCh1117; NCh1239 Respectivamente	
3 Tamaño máximo nominal, mm	-	40	NCh165	
4 Resistencia al desgaste Máquina de Los Ángeles, % máx.	≤ 40	≤ 35	NCh1369	
5 Límites de Atterberg (% que pasa por tamiz 5 mm), % máx.				
- Límite líquido (LL)	35	25	NCh1517/1	
- Índice de plasticidad (IP)	8	6	NCh1517/2	
6 Equivalente de arena, %	> 30	> 30	NCh1325	
7 Relación de soporte california (CBR), % máx.	≥ 40	≥ 40	NCh1852	
8 Porcentaje de chancado, % máx.	-	≥ 50	NCh163:2013	
Químicos	9 Impurezas orgánicas, %	$\leq 0,2$	$\leq 0,2$	NCh166
	10 Sulfatos solubles en agua referido al árido seco, %	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	NCh1444

239 Si los áridos provienen de una planta de áridos reciclados fija, los ensayos descritos en Tabla 2 se deben realizar
 240 1 vez por cada obra, o por cada lugar de procedencia.
 241
 242

243 Los ensayos de áridos reciclados descritos en Tabla 1 se deben ejecutar por un Laboratorio de ensayo autorizado
 244 por la Autoridad Competente y los informes de ensayo deben estar disponibles para consulta por parte de los
 245 usuarios.

246
 247 Los procedimientos de extracción y preparación de muestras se deben efectuar en el acopio final de acuerdo con
 248 NCh164.

249
 250 **5.5 Bandas granulométricas para bases y subbases de pavimentos**

251
 252 Los áridos reciclados que se utilicen en bases y subbases de pavimentos deben estar conformes a los requisitos
 253 granulométricos establecidos en 5.2 y 5.3 respectivamente, y según Tabla 2.

254 Tabla 2 - Bandas granulométricas para bases y subbases de pavimentos

Tamiz (mm)	TM-50a	TM-50b	TM-50c	TM-40a	TM-40b	TM-40c	TM-25
50	100	100	100				
40	-	70 - 100	-	100	100	100	
25	55 - 100	55 - 85	70 - 100	70 - 100	80 - 100	80 - 100	100
20	-	45 - 75	60 - 90	50 - 80	-	-	70 - 100
10	30 - 75	35 - 65	40 - 75	25 - 50	50 - 80	50 - 80	50 - 80
5	20 - 65	25 - 55	30 - 60	10 - 30	35 - 65	35 - 65	35 - 65
2,5	-	-	-	5 - 15	-	-	-
2	10 - 50	15 - 45	15 - 45	-	25 - 50	25 - 50	25 - 50
0,5	5 - 30	5 - 25	10 - 30	0 - 5	10 - 30	15 - 30	10 - 30
0,08	0 - 20	0 - 10	0 - 15	0 - 3	5 - 15	5 - 20	0 - 15

257
 258
 259 **6 Recomendaciones para uso**
 260
 261 Durante la ejecución de la obra, los áridos reciclados objeto de la presente norma se deben tratar igual a sus
 262 equivalentes convencionales (naturales), siguiendo las precauciones y recomendaciones indicadas a
 263 continuación:

264
 265 Para la preparación del árido reciclado a utilizar, dado su mayor absorción de agua, es recomendable llevar a
 266 cabo una pre saturación del material antes de su aplicación, para que los valores de densidad y humedad en la
 267 compactación se puedan controlar de forma adecuada y se optimice la puesta en obra.

268
 269 Se recomienda examinar la descarga al acopio, desechando los materiales que, a simple vista, presenten restos
 270 de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo aceptado en la fórmula de trabajo. Se
 271 debieran acopiar aparte aquéllos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración,
 272 segregación, lajas, plasticidad, entre otros.

273
 274
 275

276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291

Anexo A
(informativo)

Bibliografía

- [1] *Guía Española de áridos reciclados procedentes de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)*, Proyecto GEAR.
- [2] *Código de Normas y Especificaciones Técnicas de Obras de Pavimentación, Serie: Estándares Técnicos de Construcción*, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2018.
- [3] *Manual de Carreteras, Volumen N°8: Especificaciones y Métodos de Muestreo, Ensaye y Control*. Ministerio de Obras Públicas, 2022.