

Agregados gruesos reciclados para uso en el hormigón hidráulico

ANTEPROYECTO

Advertencia

Este documento no es una Norma Nacional NORDOM. Se distribuye para su revisión y comentarios. Está sujeto a cambios sin previo aviso y no puede ser referido como un Estándar Internacional.

Los destinatarios de este borrador están invitados a enviar, con sus comentarios, la notificación de cualquier derecho de patente relevante del que tengan conocimiento y proporcionar documentación de respaldo.

Contenido

Prefacio	iii
1 Objeto y campo de aplicación.....	1
1.1 Objeto.....	1
1.2 Campo de aplicación.....	1
2 Referencias normativas	1
3 Términos y definiciones.....	2
4 Símbolos y términos abreviados.....	3
5 Orden de compra para el agregado grueso	3
6 Clasificación de los componentes de los AGR.....	3
6.1 Los AGR se dividen en dos grupos	3
7 Orientaciones de uso de los AGR en los hormigones hidráulicos	7
8 Características generales del AGR.....	7
8.1 Especificaciones de los AGR.....	7
8.3 Métodos de muestreo y ensayo.....	8
8.3.1 Muestreo.....	8
8.3.2 Gradación y módulo de finura	8
8.3.3 Cantidad que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200).....	8
8.3.4 Impurezas orgánicas	8
8.3.5 Efecto de las impurezas orgánicas sobre la resistencia	8
8.3.6 Sanidad.....	8
8.3.7 Terrones de arcilla y partículas deleznales	8
8.3.8 Carbón y lignito.....	9
8.3.9 Abrasión del agregado grueso	9
8.3.10 Agregados reactivos	9
8.3.11 Congelamiento y descongelamiento.....	9
8.3.12 Chert.....	9
8.3.13 Porcentaje de partículas fracturadas en agregado grueso	9
8.3.14 Porcentaje de partículas planas y alargadas en agregado grueso.....	9
8.3.15 Ensayo de clasificación de los componentes de los AGR.....	9
Bibliografía	10

Prefacio

El Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL), es el organismo oficial que tiene a su cargo el estudio y preparación de las Normas Dominicanas (NORDOM) a nivel nacional. Es miembro de la Organización Internacional de Normalización (ISO), Comisión Internacional de Electrotécnica (IEC), Comisión del Codex Alimentarius, Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT), representando a la República Dominicana ante estos Organismos.

La norma **NORDOM 91-7:023 Agregados gruesos reciclados para uso en el hormigón hidráulico**, ha sido preparada por la Dirección de Normalización del Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL).

La decisión de elaborar esta norma en atención al requerimiento enviado al INDOCAL por la Asociación de Industria de la República Dominicana (AIRD), ante la necesidad de contar con una norma nacional que establezca los requisitos de los agregados gruesos reciclados (AGR) para uso en el hormigón hidráulico.

El estudio de la citada norma estuvo a cargo del **Comité Técnico 91-7 Hormigón y productos de hormigón**, integrado por representantes de los sectores de producción, consumo y técnico, quienes iniciaron su trabajo tomando como base la norma **TÉCNICA COLOMBIANA NTC 6421 Agregados gruesos reciclados para uso en el concreto hidráulico** de la cual partió la propuesta de norma, a ser estudiada en el comité.

Dicha propuesta de norma fue aprobada como anteproyecto por el comité técnico de trabajo, en la reunión **No. 03** de **fecha 01** de **diciembre** de **2022** para ser enviada a consulta pública, por un período de 60 días.

Formaron parte del comité técnico, las entidades y personas naturales siguientes:

PARTICIPANTES:

Marlix Martínez
Angelis Matos

Génesis Vásquez
Freddy Veras

Elieser Ogando

Cristian González

Walter Liewald

Mariely Ponciano
Timon Skoddow

Fabio Terrero
Paola Sosa
Mercedes Suero
Fredy Reyes

REPRESENTANTES DE:

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
(MOPC)

Organismo Dominicano de Acreditación(ODAD)

Industrias Aguayo

Instituto Nacional de Protección de los Derechos
del Consumidor (Pro Consumidor)

Consultor del PTB (Organismo Alemán de
Metrología)

Asociación de Industrias de la República
Dominicana(AIRD)

Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL)

Agregados gruesos reciclados para uso en el hormigón hidráulico

1 Objeto y campo de aplicación

1.1 Objeto

Esta norma establece los requisitos de calidad y orientaciones de uso para los agregados gruesos reciclados (AGR) para uso en el hormigón hidráulico estructural y no estructural. Los agregados finos reciclados (AFR) no son objeto de clasificación ni categorización en esta norma.

1.2 Campo de aplicación

1.2.1 Esta norma es aplicable a los agregados gruesos reciclados AGR usados en el hormigón hidráulico; no es aplicable para agregados reciclados (AR) que pudiesen usarse en bases, subbases y afirmados para la construcción de pavimentos.

1.2.2 Esta norma la puede aplicar el contratista, el proveedor o el usuario, como parte del documento de compra que describe el material que va a suministrar.

1.2.3 Esta norma es aplicable a las especificaciones de proyectos, con el fin de definir la calidad del agregado grueso reciclado (AGR), su tamaño máximo y otros requisitos específicos. Las personas responsables de seleccionar las proporciones de la mezcla de agregados de diferentes tamaños, si es requerido o aprobado.

2 Referencias normativas

Los siguientes documentos se mencionan en el texto de tal manera que parte o todo su contenido constituyen requisitos de este documento. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha, se aplica la última edición del documento referenciado (incluidas las enmiendas).

NORDOM 100, Sistema internacional de unidades

NORDOM 635, Hormigón y agregados para el hormigón. Terminología y definiciones

NORDOM 670, Hormigón y productos de hormigón. Especificaciones de los agregados para el hormigón

NORDOM 722, Hormigón, Práctica para la toma de muestra de agregados

NTC 77, Hormigones. Método de ensayo para el análisis por tamizado de los agregados finos y gruesos

NTC 78, Método de ensayo para determinar por lavado el material que pasa el tamiz 75 μm (No. 200) en agregados minerales

NTC 93, Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste por abrasión e impacto de agregados gruesos mayores de 19 mm, utilizando la máquina de los Ángeles

NTC 98, Método de ensayo para determinar la resistencia al desgaste por abrasión e impacto de agregados gruesos menores de 37.5 mm, utilizando la máquina de los Ángeles

NTC 126, Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar la solidez (sanidad) de agregados mediante el uso de sulfato de sodio o sulfato de magnesio

NTC 130, Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinación de partículas livianas en los agregados

NTC 579, Ingeniería civil y arquitectura. Método para determinar el efecto de las impurezas orgánicas en los agregados finos sobre la resistencia del mortero

NTC 589, Hormigones. Método de ensayo para determinar el porcentaje de terrones de arcilla y partículas deleznales en los agregados

NTC 5987, Ingeniería civil y arquitectura. Método de ensayo para determinar el porcentaje de partículas fracturadas en agregado grueso

NTC 6043, Método de ensayo para determinar el porcentaje de partículas planas, partículas alargadas o partículas plana y alargadas en agregado grueso

NTC 6422, Ensayo de clasificación de los componentes de los agregados gruesos reciclados

NTC-ISO 80000-1, Cantidades y unidades. Parte 1: Generalidades

ASTM C666/C666M, Standard Test Method for Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing

3 Términos y definiciones

Para la aplicación de esta norma se utilizarán los siguientes términos y definiciones dados en la NORDOM 635. Terminología y definiciones relacionadas al hormigón y agregados de hormigón, y los siguientes:

3.1

Agregado reciclado(AR)

Material granular que es derivado, separado o removido de los procesos de trituración, clasificación y limpieza de los residuos de construcción y demolición, generalmente se derivan del tratamiento de residuos de hormigón y mampostería.

FUENTE: Rosero Álvarez

3.2

Residuos de construcción y demolición (RCD)

Es todo residuo sólido resultante de las actividades de construcción, reparación o demolición, de las obras civiles o de otras actividades conexas, completamente o análogas.

3.3

Residuo sólido

Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento principalmente sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador presenta para su recolección por parte de la persona prestadora del servicio público de aseo. Igualmente, se considera como residuo sólido, aquel proveniente del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles. Los residuos sólidos que no tienen características de peligrosidad se dividen en aprovechable y no aprovechable.

3.4

Residuo sólido aprovechable

Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso para quien lo genere, pero es susceptible de aprovechamiento para su reincorporación a un proceso productivo.

3.5

Gestión integral de residuos sólidos

Es el conjunto de actividades encaminadas a reducir la generación de residuos, a realizar el aprovechamiento teniendo en cuenta sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento con fines de valorización energética, posibilidades de aprovechamiento y comercialización. También incluye el tratamiento y disposición final de los residuos no aprovechables.

4 Símbolos y términos abreviados

AR es el agregado reciclado.

AGR es el agregado grueso reciclado.

AFR es el agregado fino reciclado.

RCD son los residuos de construcción y demolición.

$f'c$ es la resistencia del hormigón a la compresión.

5 Orden de compra para el agregado grueso

Para la información en la orden de compra (o de suministros). Ver NORDOM 670.

6 Clasificación de los componentes de los AGR

6.1 Los AGR se dividen en dos grupos

6.1.1 El primer grupo son los residuos sólidos aprovechables principales en el hormigón hidráulico, los cuales son la mayor proporción de los constituyentes de los AGR y se agrupan de acuerdo con la tabla 1.

Tabla 1 – Clasificación de los RCD aprovechables principales en el hormigón hidráulico

Componente	Descripción
R_c	Residuos de hormigón Residuos de productos de hormigón Residuo de mortero Residuos de unidades de mampostería de hormigón
R_u	Agregados ligados hidráulicamente Agregados no ligados Piedra natural
R_b	Residuos de mampostería de arcilla (ladrillos y tejas) Unidades de mampostería de silicato de calcio Hormigón permeable no flotante Residuos de material cerámico ^A
^A Los residuos de materiales cerámicos de la tabla se refieren a materiales cerámicos de construcción sin superficies esmaltadas o no adherentes, debido a su influencia en el hormigón hidráulico, sus dificultades de adherencia con la pasta e irregularidades en los índices de forma. FUENTES: UNE-EN 12620:2003 Rosero Álvarez, D.M. UNAL. 2019	

6.1.2 El segundo grupo son los residuos sólidos aprovechables secundarios en el hormigón hidráulico, los cuales son la menor proporción de los constituyentes de los AGR (porque no es posible separarlos completamente de los residuos sólidos aprovechables principales) y no aportan a las propiedades del hormigón. Se agrupan de acuerdo con la tabla 2.

NOTA Los residuos no aprovechables en el hormigón hidráulico deberán ser transportados o puestos a disposición de entidades o empresas que estén a cargo de la gestión integral de residuos sólidos.

Tabla 2 – Clasificación de los RCD aprovechables secundarios en el hormigón hidráulico

Componente	Descripción
R_a	Residuos de material asfáltico
FL	Materiales de construcción livianos tales como: Drywall o similares, que contengan yeso Residuo de cartón Materiales a base de fibrocemento
X	Otros: Materiales cohesivos (por ejemplo, arcilla y suelo) Residuos de hormigón o morteros recubiertos con acabados que contienen yeso Residuos de hormigón o morteros recubiertos con acabados arquitectónico que puedan contener sustancias dañinas para el hormigón Materiales metálicos magnéticos y no magnéticos: Acero, hierro, metal galvanizado, níquel Aluminio, latón, cobre, zinc, plomo, titanio, (se incluye el mármol por su gran densidad) Plásticos y caucho no flotante: Productos a base de caucho Tuberías en PVC Derivados del polipropileno Residuos de fibras sintéticas no aptas para el hormigón Material químicamente contaminado o expuesto a ambientes agresivos: Ambientes industriales (pesada, metalúrgica, química o similares) Contacto directo con el suelo o con ambientes de extrema humedad Contacto directo con agua de mar Elementos con altos contenidos de pintura o barniz Residuos de materia orgánica: Residuos vegetales Tierra o lodos Residuos de madera no flotantes Residuos de bambú o guadua no flotante Bahareque o adobe

Continúa...

Componente	Descripción
R_g	Vidrio ^A: Residuos de vidrio plano, incluyendo espejos Vidrio de borosilicato Residuos de faros de automóviles Otros vidrios que pueden resultar perjudiciales cuando son incorporados en el hormigón (reacción álcali-sílice)
^A Los residuos de vidrio pueden ser utilizados para algunas aplicaciones no estructurales, siempre y cuando no se encuentren expuestos a la interperie. FUENTES: UNE-EN 12620:2003 Rosero Álvarez, D.M. UNAL. 2019	

6.2 Deben determinarse las proporciones de los materiales componentes de los AGR de acuerdo con la NTC 6422 y deben declararse de acuerdo con las categorías pertinentes especificadas en la tabla 3.

6.2.1 Las categorías de materiales que conforman los AGR para esta norma se definen de la siguiente manera:

T₁ es el AGR fundamentalmente de hormigón.

T₂ son los AGR mixtos conformados por hormigón y un bajo porcentaje de mampostería de arcilla y material cerámico.

6.2.2 Las categorías deben cumplir con los requisitos de contenidos mínimos y máximos indicados en la tabla 3, medidos como porcentaje del peso total del material (véase la NTC 6422), según los componentes que conformen cada material.

Tabla 3 – Requisitos de contenidos según la categoría del AGR

Categoría	Porcentaje de material medido según el peso			
	R _c + R _u	R _b	R _a	X + R _g + FL
T ₁	mín. 92 ^A	máx. 5 ^A	máx. 1 ^A	máx. 2 ^A
T ₂	mín. 70 ^B	máx. 30 ^B	máx. 1 ^A	máx. 2 ^A
FUENTES: ^A EHE-08 Anejo 15 ^B Guía Española de áridos reciclados (GEAR)				

7 Orientaciones de uso de los AGR en los hormigones hidráulicos

Con el fin de determinar el uso potencial máximo de sustitución, aplicabilidad de los requisitos y recomendaciones de los AGR provenientes de los RCD en hormigones hidráulicos estructurales y no estructurales, se brindan las siguientes orientaciones para la aplicabilidad de las categorías descritas en la tabla 3 según los requisitos y las restricciones de uso. Por lo tanto, se establece que:

7.1 Para usos estructurales y no estructurales, se debe emplear el AGR clasificados en la categoría T₁.

7.2 Para usos no estructurales, se puede emplear AGR clasificados en la categoría T₂.

7.3 Los proveedores de estos materiales deben garantizar los procesos de clasificación (de acuerdo con la NTC 6422), separación de componentes limpios, tamizaje y ensayos de residuos aprovechables principales y secundarios para hormigón hidráulico del AGR como se describen en la tabla 1 y en la tabla 2 de esta norma, dichos AGR deben quedar libres de impurezas y agentes contaminantes.

7.4 El proveedor debe entregar el material AGR (T₁ y T₂) con una ficha técnica que valide el cumplimiento de los contenidos mínimos y máximos exigidos para la categoría seleccionada con el fin de iniciar la etapa de verificación de la calidad por medio de los ensayos establecidos en el capítulo 7.

7.5 En la tabla 4 se establecen las recomendaciones de las categorías de uso, los porcentajes de sustitución y las resistencias máximas requeridas.

NOTA Los porcentajes de sustitución hacen referencia al porcentaje de agregado grueso para hormigón que puede ser reemplazado por AGR; Este reemplazo resulta en un material combinado.

Tabla 4 – Categorías de usos y porcentaje de sustitución según la categoría

Categoría	Elementos estructurales		Elementos no estructurales	
	F'c (MPa)	% de sustitución	F'c (MPa)	% de sustitución
T ₁	máx. 35 ^A	máx. 35 ^B	máx. 21	máx. 100 ^C
T ₂	-	-	máx. 21	máx. 100 ^C
FUENTES: ^A NSR, Capítulo C.5. ^B EHE-08 Anejo 15 ^C EHE-08 Anejo 18 Rosero Álvarez, D.M. UNAL. 2019				

7.6 Para los porcentajes presentados en la tabla 4 o para porcentajes mayores de AGR en mezclas de hormigón, se debe cumplir con la especificación de la NORDOM 670, además de realizar validaciones y verificaciones de desempeño y durabilidad de la mezcla establecidos para cumplir con las especificaciones del proyecto.

7.7 El material reciclado combinado que no cumpla con los requisitos de desempeño debe mejorarse de forma tal que se asegure el cumplimiento de las especificaciones establecidas.

8 Características generales del AGR

8.1 Especificaciones de los AGR

Los AGR deben cumplir con lo especificado en la NORDOM 670 y lo establecido en esta norma.

8.2 La tabla 5 presenta los requisitos mínimos adicionales para los AGR que se deben cumplir para controlar la especificación según la categoría de uso.

NOTA En el caso de hormigones estructurales con AR con un porcentaje de AGR menor o igual al 20 %, los valores característicos del peso propio del hormigón resultante se clasifican dentro de los calores de densidades normales o convencionales que establece la normativa vigente. Para porcentajes de AGR superiores al 20 %, es decir, hormigones no estructurales, la densidad resultante del hormigón puede ser inferior al hormigón convencional por la menor densidad que presenta el AGR. Cuanto mayor es el porcentaje de AGR utilizado menor será la densidad del hormigón.

Tabla 5 – Requisitos de ensayos adicionales de los AGR

Categoría	Absorción* (%)	Desgaste en la máquina de Los Ángeles (%)	Partículas fracturadas mecánicamente, una cada (%)	Índice de aplanamiento (%)	Índice de alargamiento (%)
T ₁	máx. 7 ^C	máx. 50 ^A	mín. 60 ^B	máx. 25 ^B	máx. 25 ^B
T ₂	máx. 5 ^C	máx. 50 ^A	mín. 60 ^B	máx. 25 ^B	máx. 25 ^B
* En mezclas de hormigón en las que se incorpore material combinado (véase la nota del apartado 6, este debe tener una absorción máxima del 5 %. FUENTES: A NTC 174 B INVIAS 600 C EHE-08 Anejo 15 Rosero Álvarez, D.M. UNAL. 2019					

8.3 Métodos de muestreo y ensayo

El muestreo y el ensayo de los AGR debe hacerse de acuerdo con los siguientes métodos, a menos que especifique lo contrario en esta norma o cualquier especificación particular.

8.3.1 Muestreo

Véase la NTC 129.

8.3.2 Gradación y módulo de finura

Véase la NTC 77.

8.3.3 Cantidad que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200)

Véase la NTC 78.

8.3.4 Impurezas orgánicas

Véase la NTC 127.

8.3.5 Efecto de las impurezas orgánicas sobre la resistencia

Véase la NTC 579.

8.3.6 Sanidad

Véase la NTC 126.

8.3.7 Terrones de arcilla y partículas deleznales

Véase la NTC 589.

8.3.8 Carbón y lignito

Véase la NTC 130.

8.3.9 Abrasión del agregado grueso

Véase la NTC 98 o NTC 93.

8.3.10 Agregados reactivos

Véase la NORDOM 670, Anexo. A.

8.3.11 Congelamiento y descongelamiento

Los procedimientos para realizar ensayos de congelamiento y descongelamiento del hormigón se describen en la norma ASTM C666/C666M.

8.3.12 Chert

Véase la NTC 130.

8.3.13 Porcentaje de partículas fracturadas en agregado grueso

Véase la NTC 5987.

8.3.14 Porcentaje de partículas planas y alargadas en agregado grueso

Véase la NTC 6043.

8.3.15 Ensayo de clasificación de los componentes de los AGR

Véase la NTC 6422.

Bibliografía

[1] NTC 6421-2021 Agregados gruesos reciclados para el uso en el concreto hidráulico

[2] ACI CRC 18.517 (2019). Guideline Development for Use of Recycled Concrete Aggregates in New Concrete

[3] UNE-EN 12620:2003+A1, Áridos para hormigón

[4] UNE-EN 933-11:2009, Ensayo de clasificación de los componentes de los áridos gruesos reciclados

Legislación:

COLOMBIA. Decreto 2981 de 2013 (diciembre 20), por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo

COLOMBIA, Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR), 2010

COLOMBIA. Resolución 472 del 2017 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de Construcción y Demolición (RCD) y se dictan otras disposiciones

ESPAÑA. EHE-08. (2008). Instrucción de hormigón estructural – Propiedades tecnológicas de los materiales

ESPAÑA. EHE-08. (2008). Anejo 15 Recomendaciones para la utilización de hormigones reciclados

ESPAÑA. EHE-08. (2008). Anejo 18 Hormigones de uso no estructural

Otros documentos:

BOGOTÁ, SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Guía para la elaboración del plan de gestión integral de residuos de construcción y demolición (RCD) en obra, 2015

GERD, AIDICO, AITEMIN, & INTROMAC. (2011). Guía española de áridos reciclados procedentes de residuos de construcción y demolición (RCD). España

Rosero Álvarez, DM. Propuesta de guía de uso de los agregados reciclados en Colombia provenientes de RCD, basado en normativa internacional y en el desarrollo de investigaciones de universidades colombianas, Universidad Nacional de Colombia, 2019