

HECHOS EN  
**concreto**

# ¡No me saque la piedra! Primero verifique la NTC 174:

Las nuevas posibilidades que ofrece la NTC 174 para el uso de agregados en mezclas de concreto por medio del desempeño verificado

Laura Carolina Lopera

CEMENTOS  
**ALION**  
CEMENTOS MOLINS corona

CEMENTOS  
**ALION**  
CEMENTOS MOLINS corona

 CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA

# Contenido

Definiciones importantes

Objeto y campo de aplicación de la NTC 174

Entendiendo el diseño por prescripción

Agregados reciclados

Requisitos para la gradación

Límites de sustancias perjudiciales

Otros cambios importantes de la norma

Sostenibilidad: Una mirada desde la NTC 174



# Definiciones importantes

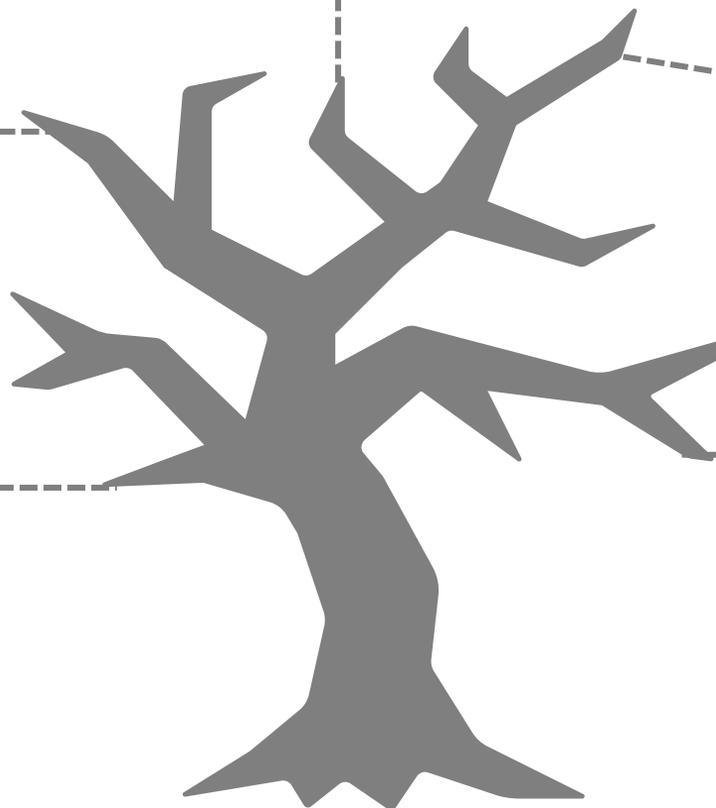
**Agregados:** son materiales granulares que, mezclados con un cementante, se usan para elaborar concreto o mortero.

**Agregados naturales:** son los que proceden de rocas, que por diversas condiciones naturales (intemperie, erosión, entre otros) dan origen a arenas, partículas de piedra, gravas y arcillas.

**Agregados procesados:** agregados sometidos a trituración, molienda y separación de tamaños, con el fin de obtener una determinada distribución granulométrica.

**Agregados reciclados:** materiales granulares que provienen de una fuente de residuos sólidos y son procesados para ser usados como materia prima o producto.

**Agregados artificiales:** son los obtenidos a partir de productos y procesos industriales.



# Definiciones importantes

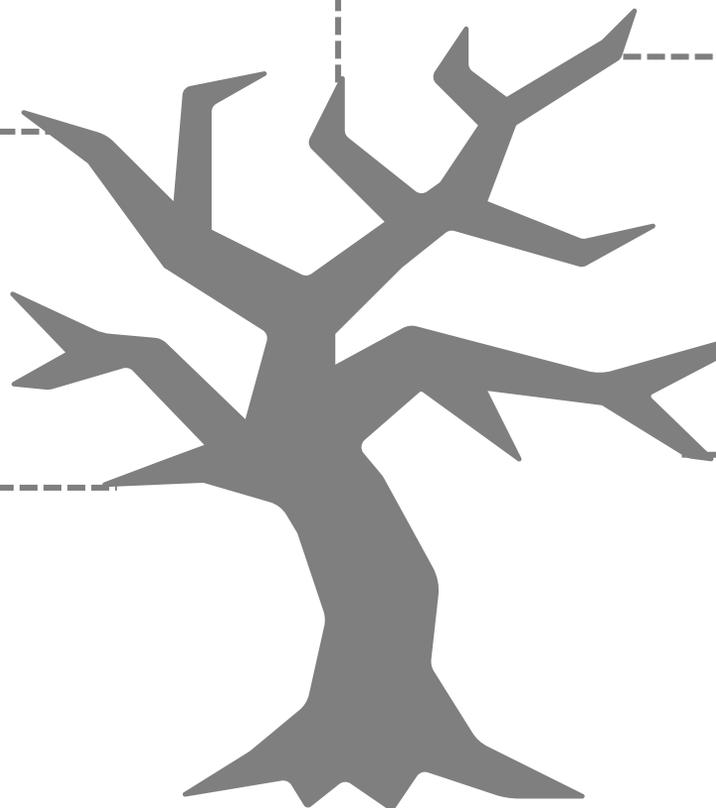
**Tamaño máximo nominal (TMN):** es el tamiz que sigue en apertura, cuando el porcentaje acumulado retenido sea  $\geq$  que el 15%.

**Gradación:** es la medida de la distribución de los tamaños de partículas en un agregado.

**Granulometría:** es la distribución del tamaño de las partículas en un material.

**Material reactivo:** material que, en presencia de agentes agresivos, reacciona causando efectos dañinos en los concretos y morteros.

**Solidez (sanidad):** capacidad de los agregados de mostrar resistencia a los cambios excesivos de volumen por los cambios térmicos y de humedad.



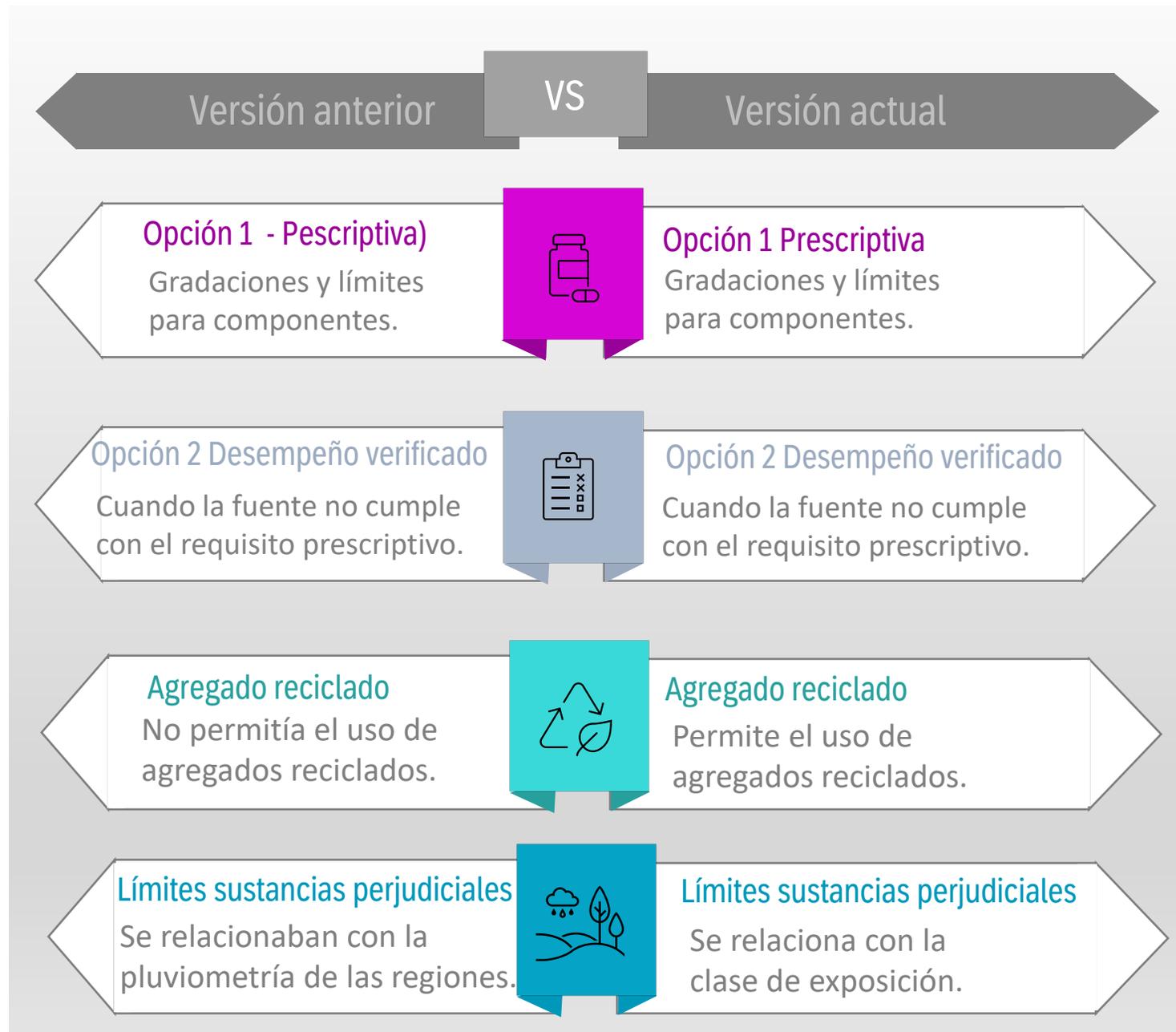
# Nueva NTC 174-18

## Objeto y campo de aplicación

Esta norma establece los requisitos de gradación y calidad para los agregados finos y gruesos (excepto los agregados livianos y pesados) para uso en concreto.

## Clasificación de los agregados según su densidad

Clasificación	Densidad suelta aproximada (kg/m <sup>3</sup> )	
Liviano	Agregado fino < 1120 Agregado grueso < 880	X
Normal	1200 a 3300	✓
Pesado	Mayor que 3300	X



# Entendiendo el diseño por desempeño verificado



Se permite el uso de los agregados que cumplen con la "receta".

Si no cumplen, se valida su desempeño mediante ensayos (desempeño verificado).

# Nueva NTC 174-18

## Agregado fino



## Agregado grueso





# Nueva NTC 174-18 Agregado reciclado

La norma no incluye limitaciones para el uso de los agregados reciclados, pero reconoce que puede haberlas.

Su objeto no cubre las limitaciones asociadas a los temas ambientales, referidos a su manejo, como el polvo, calidad del agua, aire, entre otros.

Y se generaron dos normas nuevas:



NTC 6421-2021

Agregados gruesos reciclados para uso en concreto hidráulico.

HECHOS EN  
concreto



NTC 6422-2021

Ensayos de clasificación de los componentes de los agregados gruesos reciclados.

Cómo se obtiene el agregado reciclado:



Concreto de cemento hidráulico, triturado



Otros agregados reciclados.



Combinación  
de ellos

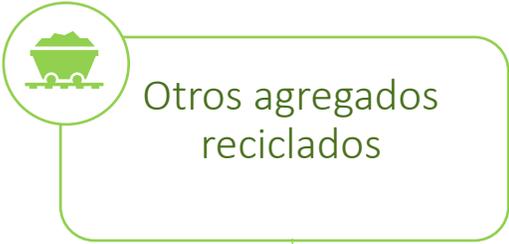
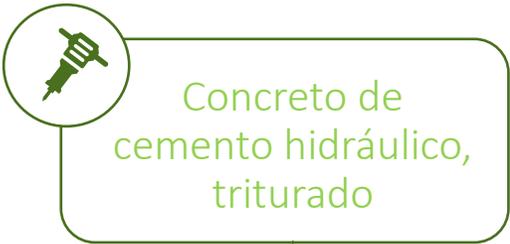
CEMENTOS  
**ALION**  
CORONA

CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA



# Nueva NTC 174-18

## Precauciones para el uso de agregados reciclados



### Rugosidad

Puede aumentar la demanda de agua en la mezcla



### Variabilidad

Mezclas más costosas



Disminución de resistencia:  
dependiente de la cantidad usada



### Deterioro

Puede reducir la resistencia en general.



### Reactividad

Componentes susceptibles a ser reactivos con varios componentes



Otros agregados reciclados



### Cambios en la morfología

Dificultad para conseguir una trabajabilidad y reproducirla



### Superficies lisas

Baja adherencia de la pasta



### Componentes químicos

Alteración la interacción de los aditivos



### Combinación de varios componentes

Dificultad en la obtención de las propiedades

# Agregado fino

1. Agregado que pasa la malla 9,5mm (No 3/8") y que es predominantemente retenido en la malla 75 $\mu$ m (200).

2. **Porción** del agregado mixto que pasa la malla No 4 (4,75 mm) y que es retenido en la malla 75 $\mu$ m (200).



## Gradación

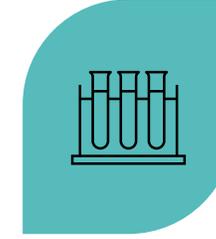
### Prescriptivo/desempeño Prescriptivo/desempeño

- Gradación prescriptiva
- Variación MF < 0,2 respecto a base



## Sustancias perjudiciales

- Impurezas orgánicas
  - Terrones
  - Esquistos
- Suma terrones y esquistos
- Pasa 200
- Carbón y lignito
- Abrasión



## Reacción álcali-sílice

### Prescriptivo/desempeño

- Si los agregados son reactivos, se usa cemento con álcalis equivalente < 0,6%
- Usar Anexo agregados reactivos.



## Solidez (sanidad)

### Prescriptivo/desempeño

- Se puede especificar en sulfato de sodio o magnesio.

# Agregado grueso

1. Predominantemente retenido en la malla 4,75mm (Malla No 4).
2. **Porción** del agregado mixto que es retenido en la malla 4,75mm (Malla No 4).



## Gradación

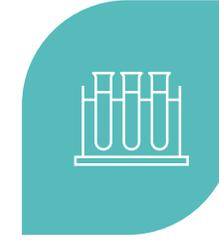
### Prescriptivo/desempeño



## Sustancias perjudiciales

### Prescriptivo/desempeño

- Terrones
- Esquistos
- Suma terrones y esquistos
- Pasa 75um
- Carbón y lignito
- Abrasión



## Reacción álcalis-sílice

### Prescriptivo/desempeño

- Criterio álcalis equivalente <0,6%
- Usar Anexo agregados reactivos.



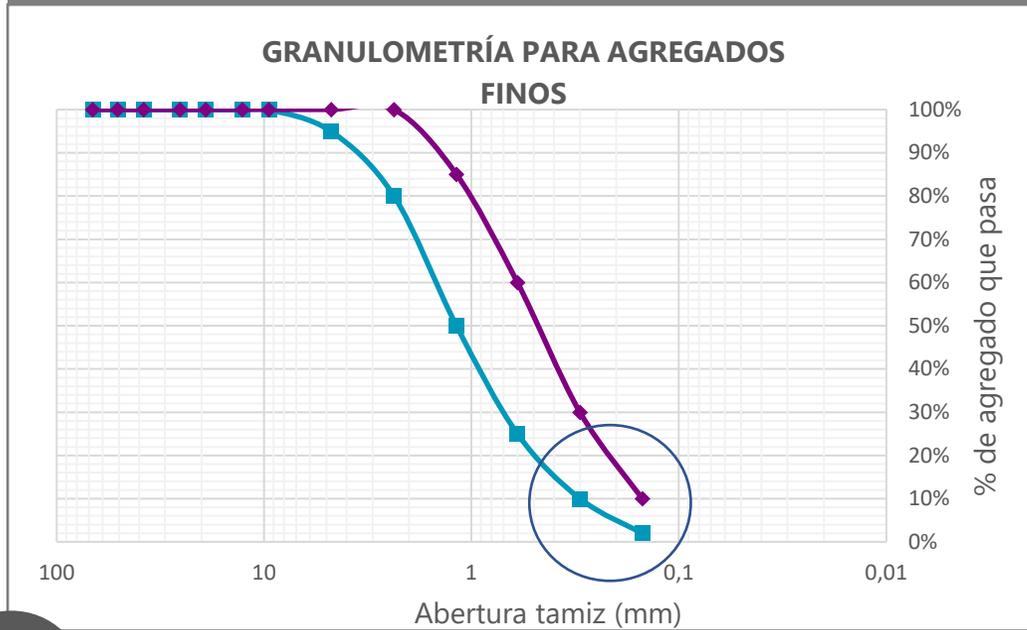
## Solidez (sanidad)

### Prescriptivo/desempeño

(especificada en sulfato de magnesio, no en sulfato de sodio)

# Gradación agregado fino

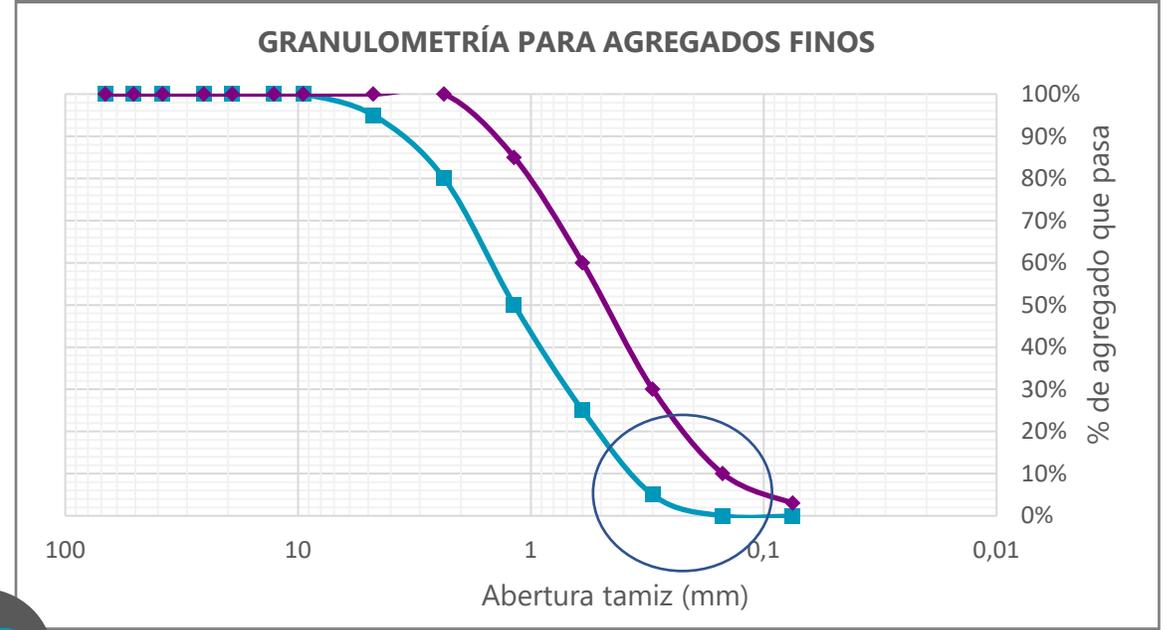
NTC 174 2000 (VERSIÓN 5)



## Prescriptivo

- No se permite pasa 200.
- Se permite la reducción del % mínimo de los tamices No. 50 y No. 100 si el agregado se usa con contenido de cemento mayor a  $237 \text{ kg/m}^3$  en concretos sin aire incorporado y con un contenido de cemento mayor a  $297 \text{ kg/m}^3$  en concretos con aire incorporado.

NTC 174 2018 (VERSIÓN 6)



## Prescriptivo

- Se diferencian los finos de trituración de las arcillas y esquistos.
- Si no se especifica el límite de material pasa 200, el % máximo es 3%. Pero:
  - **Agregado fino no triturado:** puede contener hasta el 5% de material pasa 200 si el concreto no estará sometido a abrasión
  - **Agregado fino por trituración:** puede contener hasta un 5% de material pasa 200 para concreto sometido a abrasión y hasta un 7% para concreto no sometido a abrasión.



¡No me saque la piedra!





# Verifique el desempeño

¿Cómo se hace?

Se prepara una mezcla de concreto con la fuente que no cumple



Se miden sus propiedades relevantes



Se comparan las propiedades relevantes con las de una mezcla de fuente conocida



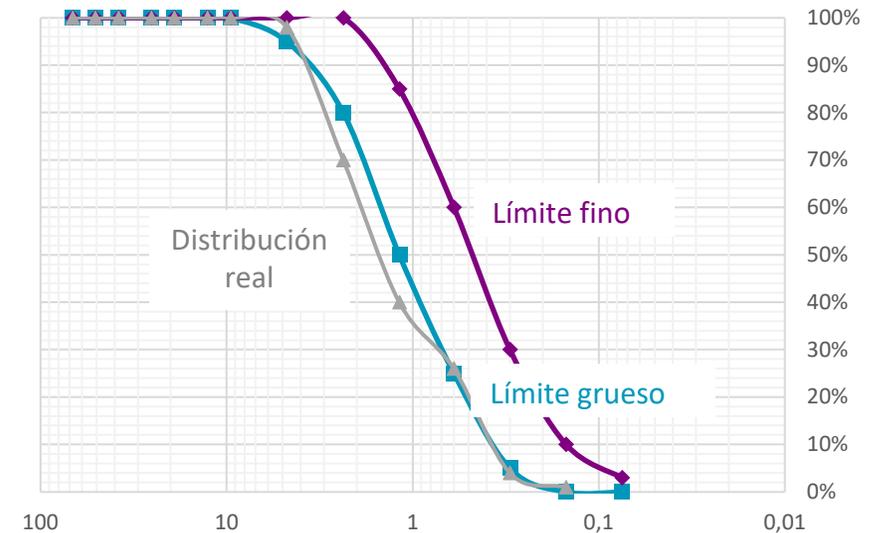
Es decir, “por transitividad”, la mezcla del agregado en evaluación sí cumple



Si la mezcla tiene al menos las mismas propiedades relevantes, la mezcla que cumple

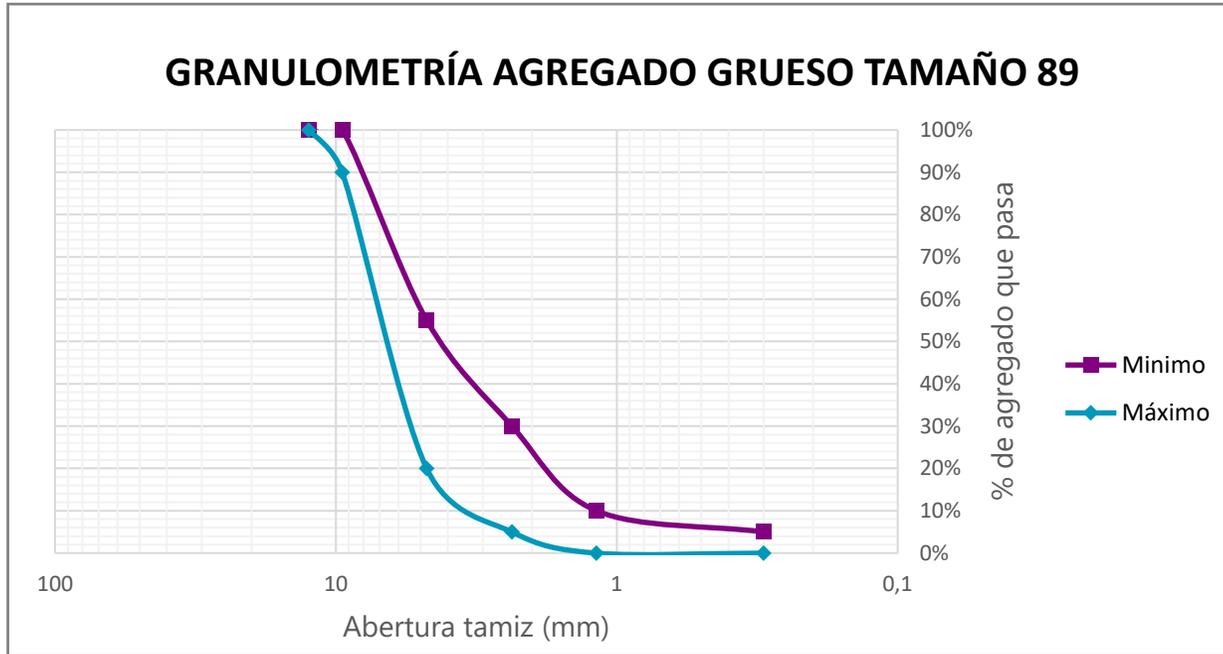
HECHOS EN  
concreto

## Ejemplo de agregado que no cumple la gradación



- El material puede requerir más arena para compensar la falta de finos, demandando a su vez más cemento.
- Se puede afectar la trabajabilidad y la demanda de agua, podría requerir también una mayor cantidad de aditivo.

# Gradación agregado grueso



- Se incluye el tamaño 89, que es la mezcla de los tamaños 8 y 9: agregado fino según la definición de la NTC 385 (terminología relativa al concreto y los agregados).

Número del tamaño del agregado	Tamaño nominal (taices de apertura cuadrada)	Material que pasa uno de los siguientes tamices (porcentaje en masa)													
		100 mm	90 mm	75m m	63 mm	50 mm	37,5 mm	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm	2,36 mm	1,18 mm	300 μm
8	9,5 mm a 2,36 mm (No 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9,5 mm a 1,18 mm (No 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	-
9	4,75 mm (No 4) a 1,18 mm (No 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 5

HECHOS EN **ato**

# Gradación agregados



Cortesía Juan Fernando Arango

- Lo ideal es tener agregados en todos los tamaños de partícula, lo que ayuda a tener muestras más compactas, con el mínimo de vacíos, lo que las hace más resistentes y menos susceptibles a la conductividad hidráulica (permeabilidad).
- Por esto se sugieren las distribuciones de tamaño de tipo prescriptivas.
- Cuando los agregados no cumplen con el requisito de gradación, se pueden ajustar a la curva de Fuller para promover la compacidad de las mezclas.
- También se puede extraer un tamaño, intencionalmente, con el fin de crear vacíos, como es el caso de los concretos permeables.

# Sustancias perjudiciales



## PRESCRIPTIVO



**Impurezas inorgánicas:** se deben rechazar los agregados que produzcan un color más oscuro que el normal cuando se someten al ensayo de impurezas orgánicas.



El límite **para carbón y lignitos** es de **0,5%** máximo cuando hay requisitos de apariencia en el concreto y de **1,0%** máximo para el resto de los concretos.



El agregado sometido a 5 ciclos del ensayo de solidez (**sanidad**) debe tener una pérdida de peso promedio inferior al **10%** por sulfato de sodio y **15%** por sulfato de magnesio.



Máximo 3% de terrones de arcilla y partículas deleznales.

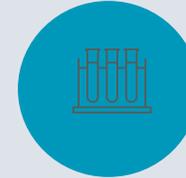


¡No me saque la piedra!



## DESEMPEÑO

**Impurezas inorgánicas:** se pueden usar los agregados que no cumplan con el ensayo de impurezas orgánicas, si la resistencia relativa no es menor al 95% a los 7 días.



No se tienen en cuenta los límites de **carbón y lignitos**, si el color del concreto es aceptable.

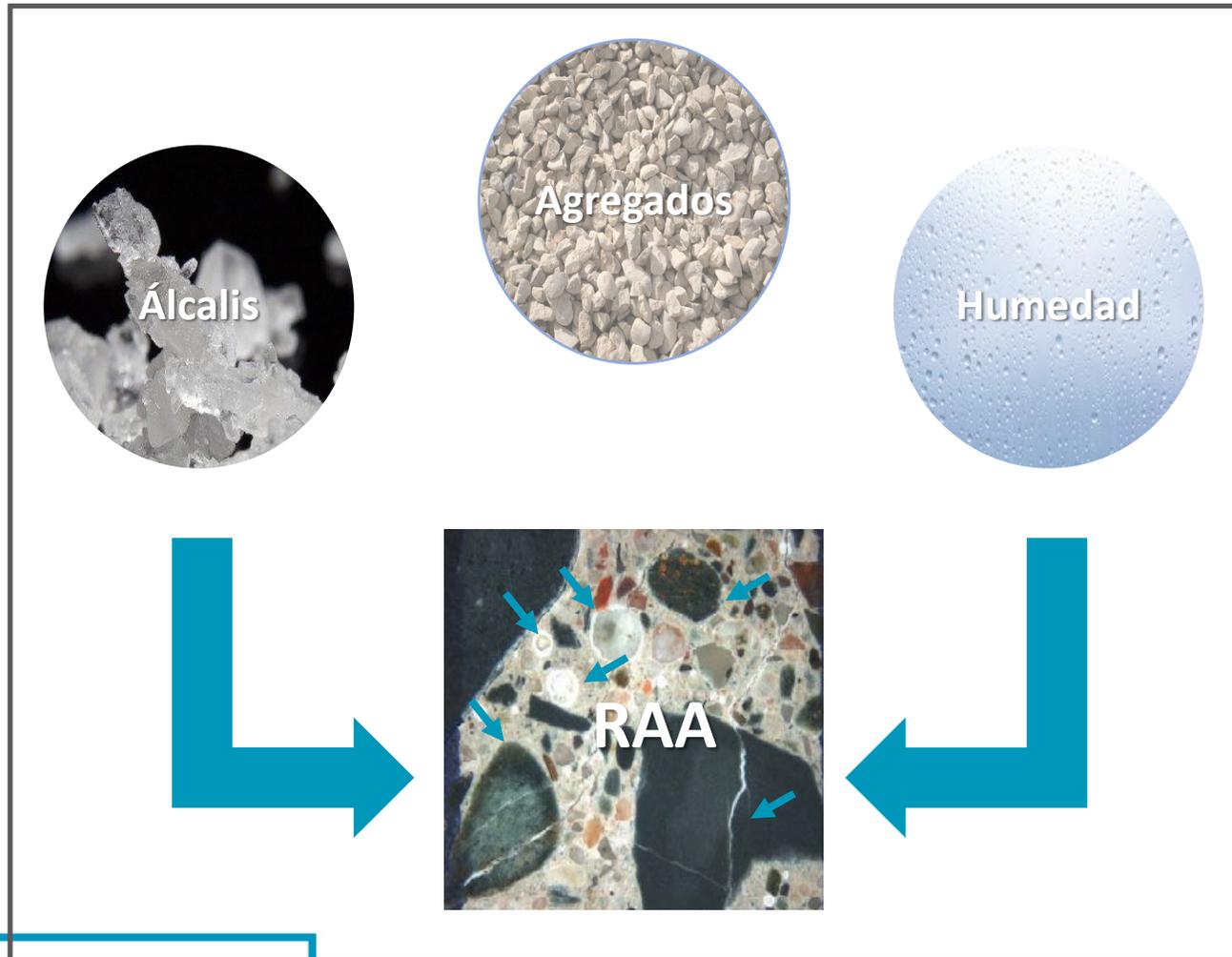


Si el agregado no cumple el requisito de sanidad se puede demostrar su desempeño, si se tiene un registro de buen desempeño en concretos elaborados con el agregado para las mismas condiciones de la obra y si no se tienen registros, se hace por ensayo de congelamiento y descongelamiento.



# Sustancias perjudiciales

## Agregados reactivos



Cortesía Paula Lopez



### Prescriptiva

- Si el concreto va a estar sujeto a humedecimiento, humedad atmosférica permanente o contacto con suelo húmedo, el agregado no debe contener materiales que sean reactivos con los álcalis del cemento.
- Los agregados que sea reactivos pueden usarse si se emplea un cemento que contenga máximo 0,6% de álcalis equivalentes ( $\text{Na}_2\text{O} + 0,658\text{K}_2\text{O}$ )



### Desempeño

- ASTM C 1778. Guía para la mitigación de la reacción álcali sílice.



# Agregados reactivos

- Se eliminó el “Mapa de agregados reactivos”, cambiándolo por uno de la geología colombiana.

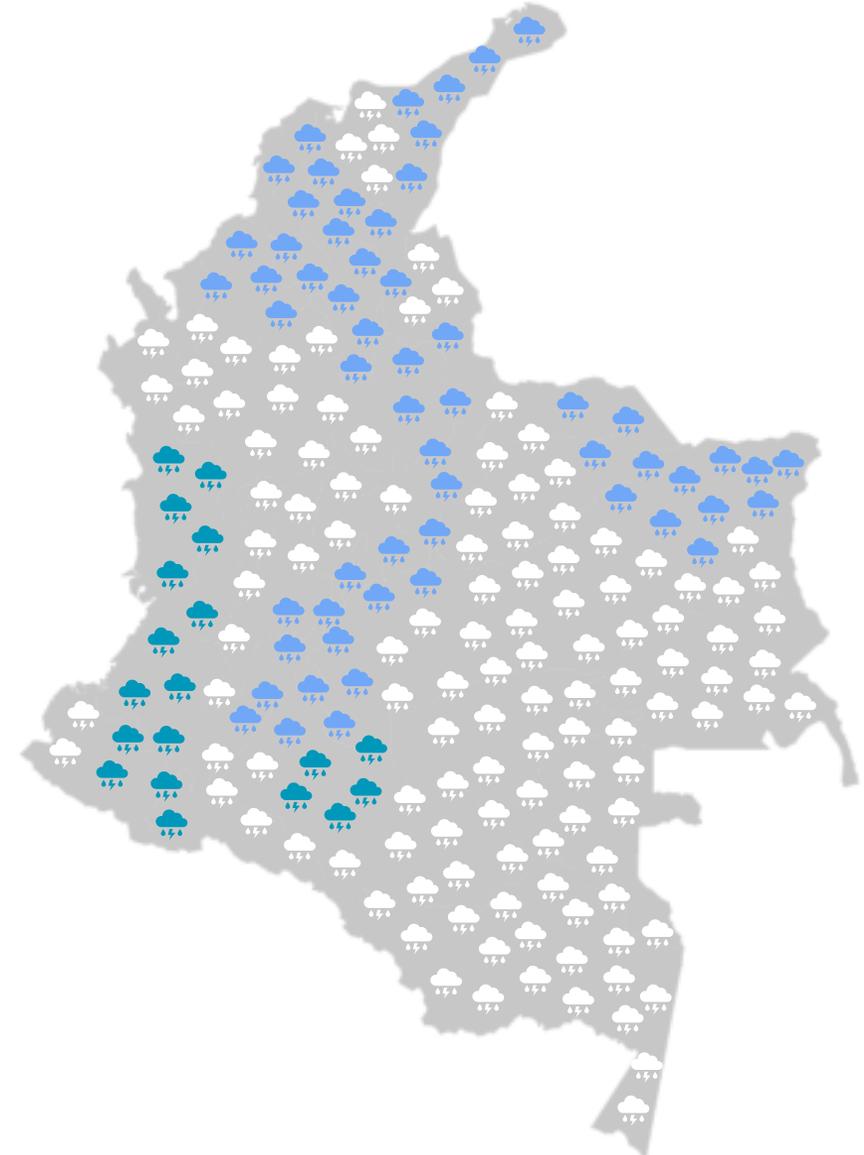
## ¿Por qué se retiró?

- La geología colombiana es compleja, en especial en la zona andina.
- Es difícil encontrar las fuentes reactivas.
- Los ríos arrastran minerales y a partir de ciertos lugares pueden empezar a arrastrar formaciones reactivas.

# Nueva NTC 174-18

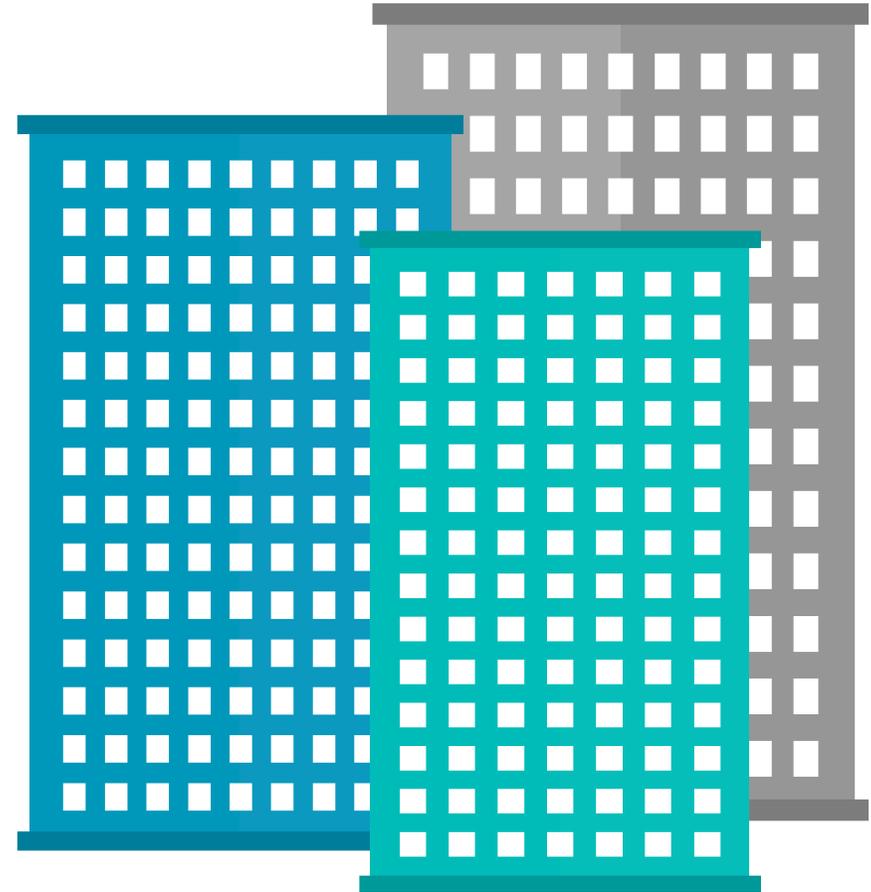
- Se eliminó el “Mapa de las regiones pluviométricas”.
- En la versión actual, se modifica “regiones pluviométricas” por “zonas de exposición” en la tabla para los límites de sustancias perjudiciales y abrasión para el agregado grueso.

NTC 174 2000 (VERSIÓN 5)



# Agregado grueso –Meteorización del concreto

- Dependiendo de la severidad de la exposición (severa, moderada y baja) se deben tener en cuenta requisitos adicionales de sustancias dañinas en el agregado.
- Si no se especifica en los planos la clase, se deben usar los requisitos para clasificación 3S, 3M y 1N según aplique.



# Agregado grueso –Meteorización del concreto

Límites para sustancias perjudiciales y requisitos de las propiedades físicas del agregado grueso para concreto

Designación de clase	Tipo o localización de la construcción de concreto	Porcentaje máximo permitido						Sanidad por sulfato de magnesio (5 ciclos) <sup>B</sup>
		Terrones de arcilla partículas deleznable	Chert (densidad aparente s.s.s. menor que 2,4)	Sumatoria de terrones de arcilla, partículas deleznable y cherts (densidad aparente s.s.s. menor de 2,40)	Material que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200)	Carbón y lignitos	Abrasión <sup>A</sup>	
		<b>Zonas de exposición severa</b>						
1S	Zapatas, cimientos, columnas y vigas que no están expuestas a las condiciones de meteorización, losas internas que van a ser cubiertas.	10,0	---	---	1,0 (c)	1,0	50,0	---
2S	Pisos interiores sin cubierta	5,0	---	---	1,0 (c)	0,5	50,0	---
3S	Muros de fundación a nivel, muros de contención, estribos, pilas, vigas compuestas y vigas expuestas a <u>condiciones de meteorización.</u>	5,0	5,0	7,0	1,0 (c)	0,5	50,0	18,0
4S	Pavimentos, puentes de tablero superior, vías de acceso, bordillos, andenes, patios, garajes o parqueaderos, corredores o estructuras ribereñas sujetas a humedecimiento frecuente.	3,0	5,0	5,0	3,0	0,5	50,0	18,0
5S	Concreto arquitectónico o decorativo exterior	2,0	3,0	3,0	3,0	0,5	50,0	18,0

# Agregado grueso –Meteorización del concreto

Límites para sustancias perjudiciales y requisitos de las propiedades físicas del agregado grueso para concreto

Designación de clase	Tipo o localización de la construcción de concreto	Porcentaje máximo permitido							
		Terrones de arcilla partículas deleznales	Chert (densidad aparente s.s.s. menor que 2,4)	Sumatoria de terrones de arcilla, partículas deleznales y cherts (densidad aparente s.s.s. menor de 2,40)	Material que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200)	Carbón y lignitos	Abrasión <sup>A</sup>	Sanidad por sulfato de magnesio (5 ciclos) <sup>B</sup>	
				Zonas de exposición moderada					
1M	Zapatatas, cimientos, columnas y vigas que no están expuestas a condiciones de meteorización, losas internas que van a ser cubiertas.	10,0	---	---	1,0 (c)	1,0	50,0	---	
2M	Pisos interiores sin cubierta.	5,0	---	---	1,0 (c)	0,5	50,0	---	
3M	Muros de fundación a nivel, muros de contención, estribos, pilas, vigas compuestas y vigas expuestas a <u>condiciones de meteorización.</u>	5,0	8,0	10,0	1,0 (c)	0,5	50,0	18,0	
4M	Pavimentos, puentes de tablero superior, vías de acceso, bordillos, andenes, patios, garajes o parqueaderos, corredores o estructuras ribereñas sujetas a humedecimiento frecuente.	5,0	5,0	7,0	1,0 (c)	0,5	50,0	18,0	
5M	Concreto arquitectónico exterior.	3,0	3,0	5,0	1,0 (c)	0,5	50,0	18,0	

# Agregado grueso –Meteorización del concreto

Límites para sustancias perjudiciales y requisitos de las propiedades físicas del agregado grueso para concreto

Designación de clase	Tipo o localización de la construcción de concreto	Porcentaje máximo permitido						Sanidad por sulfato de magnesio (5 ciclos) <sup>B</sup>
		Terrones de arcilla partículas deleznales	Chert (densidad aparente s.s.s. menor de 2,4)	Sumatoria de terrones de arcilla, partículas deleznales y cherts (densidad aparente s.s.s. menor de 2,40)	Material que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200)	Carbón y lignitos	Abrasión <sup>A</sup>	
				Zonas de exposición baja				
1N	Losas sujetas a la <u>abrasión del tráfico</u> , puentes de tablero superior, pisos, andenes, pavimentos.	5,0	--	--	1,0(c)	0,5	50,0	--
2N	Todas las demás clases de concreto.	10,0	--	--	1,0(c)	1,0	50,0	--

a) La escoria de alto horno enfriada al aire y triturada no tiene requisitos de abrasión. El peso unitario compactado de la escoria no debe ser inferior a 1120 kg/m<sup>3</sup>. La gradación de la escoria usada en el ensayo de peso unitario debe cumplir con la gradación que va a ser usada en el concreto. Las pérdidas por abrasión de la grava, grava triturada, o piedra triturada, se deben determinar con base en los tamaños más cercanos correspondientes a la gradación que se va a usar en el concreto. Cuando debe emplearse más de una gradación, el límite de abrasión debe aplicarse a cada una de ellas.

b) Los límites permisibles de sanidad deben ser del 12 %, si se usa sulfato de sodio.

c) Este porcentaje se puede incrementar, bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- 1) Puede incrementarse a 1,5 si el material esencialmente está libre de arcilla o pizarra;
- 2) Si se sabe que la fuente del agregado fino contiene menos de la cantidad máxima que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200) (véase la Tabla 1), el porcentaje límite (L) en la cantidad en el agregado grueso puede incrementarse a  $L=1+[(P)/(100-P)] (T-A)$ , donde P = porcentaje de arena en el concreto como un porcentaje del agregado total, T = el límite de la Tabla 1 para la cantidad permisible en el agregado fino, y A = la cantidad real en el agregado fino (Esto permite un cálculo en peso destinado a limitar el máximo material que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200) en el concreto, al que se obtendría si ambos, el agregado fino y grueso, se suministraran al máximo porcentaje tabulado para cada uno de estos ingredientes).

# NTC 174-18 - Sostenibilidad



## Agregado reciclado

Disposición y manejo de residuos sólido.



## Agregado de zonas cercanas

Puede usarse si no cumple requisitos prescriptivos si se demuestra buen desempeño.



## Revisión a conciencia de la especificación

Sugiere especificar para las condiciones de uso y no sobre especificar.



## Promueve la durabilidad

Desempeño verificado.



## Permite la innovación

Concreto permeable.

# En resumen

## Opción 1 prescriptiva

Para gradaciones y límites de los componentes..



## Condiciones de exposición

Con mayores requisitos para la grava en condiciones de abrasión.



## Opción 2 desempeño

En caso de que los agregados no cumplan opción prescriptiva.



## RAS

Usar la guía para la mitigación de la ASTM C 1778.



## Agregados reciclados

Permite el uso de agregados reciclados y escoria de alto horno secada al aire.



## Sostenibilidad

Mayores posibilidades para hacer proyectos sostenibles.

HECHOS EN  
concreto

CEMENTOS  
**ALION**  
CORONA

CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA

# Conclusiones

1. Se pueden usar agregados que no cumplan con los requisitos prescriptivos que tiene la norma, siempre y cuando se asegure el cumplimiento de las propiedades requeridas para ciertas aplicaciones mediante ensayos de desempeño verificado.
2. Es posible incorporar agregados reciclados a las mezclas de concreto. Si bien no hay restricciones para los porcentajes de agregado reciclado, se deben tener precauciones en su uso porque pueden afectar algunas de las propiedades del concreto y su durabilidad.
3. Si se tienen agregados potencialmente reactivos, se sugiere no usar la recomendación de la norma en cuanto al uso de cemento con contenido de álcali equivalente  $\leq 0,6$ . Se debe usar la guía para la mitigación de la ASTM C 1778.
4. Desde la perspectiva de la sostenibilidad, la norma permite nuevas posibilidades como la utilización de agregado reciclado, el uso de agregados de zonas cercas a los proyectos, mejor especificación , que permiten un uso más eficiente de los recursos naturales y el aprovechamiento de residuos sólidos.

# Si necesitas más información para tus proyectos de infraestructura, **¡Contáctanos!**

Hernán Pimentel  
Gerente de Ventas Sector Constructor,  
Transformador e Infraestructura  
[hpimentel@alion.com.co](mailto:hpimentel@alion.com.co)  
320 4919197

Juan Fernando Arango L.  
Jefe de Soporte Técnico  
[jfarangol@alion.com.co](mailto:jfarangol@alion.com.co)  
310 8250924

Laura Lopera  
Líder soporte técnico  
[lcloperaa@alion.com.co](mailto:lcloperaa@alion.com.co)  
313 579 55 35

## Línea Siempre Firme

- **Medellín:** 6044747
- **Bogotá:** 3905454
- **Bucaramanga:** 6985555
- **Cali:** 4868888
- **Pereira:** 3402422
- **WhatsApp:** 310 2751300
- [siemprefirme@alion.com.co](mailto:siemprefirme@alion.com.co)

HECHOS EN  
concreto

CEMENTOS  
**ALION**  
CORONA

 CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA

HECHOS EN  
**concreto**

**iGracias!**

CEMENTOS  
**ALION**  
CEMENTOS MOLINS corona

CEMENTOS  
**ALION**  
CEMENTOS MOLINS corona

 CÁMARA COLOMBIANA  
DE LA INFRAESTRUCTURA  
SECCIONAL ANTIOQUIA