

## **COMPARACIÓN DE CONTENIDO DE FINOS EN LA NORMATIVA Y RECOMENDACIONES**

**\* Hugo Muñoz Guaman**

**\*\* Fernando Veliz Fanta**

**\*\* Vicente Zetola Vargas**

### **RESUMEN**

Los finos en el hormigón pueden estar en forma de partículas sueltas, en forma de grumos o adheridos a las partículas de agregado. Pero no solo es importante la cantidad de estos finos sino que también la composición de los finos: limo, arcilla, humus orgánicos y otros. En algunas obras no se pueden utilizar ciertos áridos por tener finos mayores de los que permite la norma chilena.

Existen diferencias entre la norma chilena, normas extranjeras y bibliografía. Además en la norma chilena falta claridad para definir en última instancia, debido a que se hacen referencias a normas que nunca se transformaron en oficiales. Normas extranjeras aceptan cantidades de finos mayores a la de la norma chilena. Se realiza una comparación de especificaciones de diferentes normas y bibliografía.

Se debe revisar la norma chilena. Desde el punto de vista teórico, podríamos concluir que el contenido de finos aceptables en los áridos para confeccionar el hormigón en hormigones corrientes, estaría dado por la posibilidad de lograr las resistencias especificadas, con un aumento de la retracción del hormigón aceptable, al menor costo del hormigón. En hormigones sometidos a desgaste se deben tomar en cuenta las recomendaciones de la norma chilena y española.

**\* Constructor Civil, Asesoría Técnica, Cementos Bio-Bio**

**\*\* Ingeniero Constructor, Asesoría Técnica, Cementos Bio-Bio.**

**\*\*\* Ingeniero Constructor, MRA, Asesoría Técnica, Cementos Bio-Bio.**

## **COMPARISON OF FINE DUST CONTENT IN THE REGULATION AND RECOMMENDATIONS**

**\*Hugo Muñoz Guaman**  
**\*\*Fernando Veliz Fanta**  
**\*\*\*Vicente Zetola Vargas**

### **ABSTRACT**

Fine dust in the concrete can have different shapes; isolated particles, lumps or glued aggregate particles. Not just the quantity of these fine dust is important but also its composition like: slime, clay, organic humus and others. In some cases certain types of arids can not be used because they have greater fine dust than what the Chilean standard allows.

There are differences between Chilean and international standard and bibliography. Also chilean regulation lacks of clarity in its final definitions because it refers to regulations which have never become official. International standards accept a greater quantity of fine dust than the Chilean. A comparison of specifications of different standard and bibliography are carried out.

Chilean standard must be reviewed. From a theoretic point of view, we can conclude that the content of acceptable fine dust in the arids to prepare the concrete of normal concretes is given by the possibility to achieve the specified resistance, with an acceptable increasing retraction of the concrete, to its lowest cost. In concretes exposure to erosion the recommendations of the Chilean and Spanish regulations must be considered.

- \* Constructor Civil, Asesoría Técnica, Cementos Bio-Bio**
- \* Ingeniero Constructor, Asesoría Técnica, Cementos Bio-Bio**
- \* Ingeniero Constructor, MRA, Asesoría Técnica, Cemento Bio-Bio**

# **COMPARACIÓN DE CONTENIDO DE FINOS EN LA NORMATIVA Y RECOMENDACIONES**

## **1.- INTRODUCCIÓN.**

Es conocido el problema de los finos en la extracción de y sobre todo la extracción de arenas. Muchas de estas deben ser sometidas a procesos de lavado y venteado. Procesos que a veces son imposibles de realizar por costos por lo que se deben transportar áridos de largas distancias para cumplir con la norma.

Revisando la bibliografía y la normativa internacional, nos podemos dar cuenta de que existen diferencias respecto al contenido permitido de partículas finas en el hormigón. Tanto en las cantidades especificadas como en los tamices utilizados para medir los finos.

Los objetivos a cumplir en los hormigones son su resistencia, durabilidad, trabajabilidad y economía. Desde el punto de vista de los áridos debemos buscar la alternativa que nos entregue el hormigón más económico para las especificaciones de la obra.

## **2.- ANTECEDENTES GENERALES.**

### **2.1 Los finos en el hormigón**

Los finos en el hormigón pueden estar en forma de partículas sueltas, en forma de grumos o adheridos a las partículas de agregado. Pero no solo es importante la cantidad de estos finos sino que también la composición de los finos: limo, arcilla, humus orgánicos y otros. Para dar más antecedentes acerca de la composición de los finos se aplica el ensayo de Equivalente Arena que indica de acuerdo a sus

resultados la actividad de los finos. En las IX Jornadas Chilenas del Hormigón, se presentó un trabajo en donde se habla de un “coeficiente de actividad”, el cual permitiría definir la aceptación de un árido en caso de duda, aunque en dicho trabajo se aceptan áridos con valores superiores a la norma, no quedan claros los rangos aceptables del “coeficiente de actividad”. En este trabajo se demuestra que muestras de arena que cumplen con el % de finos no necesariamente cumplirían con el equivalente de arena.

Los materiales más finos que la malla N° 200, en especial los limos y las arcillas, cuando forman una capa alrededor del agregado, pueden debilitar la adherencia entre la pasta de cemento y el árido. Ciertos tipos de limos y arcillas presentes en cantidades excesivas tienden a incrementar la cantidad de agua de manera importante.

Según Hveem la retracción en morteros a 14 días cambia según el Equivalente Arena según la siguiente expresión:  $\% \text{ de retracción de morteros} = 0,30 - 0,0024 \text{ EA}$ . Por lo que se podría estimar el cambio de la retracción cuando varía el Equivalente Arena (EA), según lo muestra la tabla N° 1.

<b>Tabla N° 1. Retracción en morteros a 14 días para diferentes valores de Equivalente Arena.</b>	
<b>% E. A.</b>	<b>% de retracción</b>
50	0,18
60	0,16
65	0,14
70	0,13
75	0,12
80	0,11
90	0,08

Entonces, los efectos que producirían los finos serían una pérdida de resistencia por mayores necesidades de agua, fallas en la adherencia y un aumento en la retracción hidráulica. Las mayores necesidades de agua aumentarían las cantidades de cemento, y por ende el costo del hormigón, para mantener constante la relación agua/cemento, que es la que define la resistencia. Las fallas de adherencia podrían reflejarse en la resistencia a la compresión y a la tracción, por lo que en algunas ocasiones habría que aumentar las dosis de cemento por este concepto para reestablecer las resistencias. La retracción podría compensarse con el uso de aditivos plastificantes que disminuyan la cantidad de agua.

Podría parecer un esfuerzo inútil la investigación en este sentido, porque el tema parece claro y las normas chilenas actuales resguardan aparentemente la calidad del hormigón.

Consideraciones especiales habrá que tener en cuenta con algunos tipos de hormigones en los que pueda actuar de diferente manera el fino como es en hormigones sometidos a desgaste, en donde es importante la adherencia de los áridos, ya que están sometidos a sollicitaciones de abrasión, además de las resistencias. Otro caso especial son los hormigones de Alta Resistencia, en donde esta falta de adherencia podría influir en el cumplimiento de tan altas sollicitaciones. Y según las recomendaciones Española también requieren de consideraciones especiales los hormigones sometidos acciones agresivas.

## **2.2 Límites de finos. Normas y bibliografía.**

a) La norma chilena NCh 163 indica que el contenido de finos menor a 0,080 mm para hormigones sometido a desgaste es de 0,5 % y 3,0 % para la grava y arena respectivamente y los otros hormigones de 1,0 % y 5,0 % para grava y arena respectivamente. En el caso de áridos tratados por trituración, los límites

suben a 1,0 % y 1,5 % respectivamente en la grava y a 5 % y 7% respectivamente en la arena. Cuando no se cumplan estos requisitos se debe decidir sobre la base del ensayo de equivalente arena, el cual debe entregar un valor mayor a 75 %, o bien se deben efectuar ensayos comparativos según NCh 1502. La norma "NCh 1502- Ensayos Comparativos", según la NCh 163 esta norma se encuentra "en preparación". Aunque no se conoce el alcance de esta norma, suponemos que deberían compararse hormigones confeccionados con áridos disponibles en la obra, con hormigones patrones confeccionados con áridos con finos aceptables, y verificar el cumplimiento de las características solicitadas en las especificaciones particulares de la obra.

b) En el libro "Prontuario del Hormigón" de Alfred Humel, indica limitaciones pero para finos menores a 0,02 mm (la malla N° 200 equivale a 0,08 mm):

- En áridos totales, obras armadas y sin armar < 3 % en peso
- En áridos totales, carreteras de hormigón < 2% en peso
- Áridos hasta 3 mm < 4 % en peso
- Áridos hasta 7 mm < 3 % en peso
- Áridos Hasta 70 mm < 1,5 % en peso

c) La norma ASTM C-33 indica cantidades similares a la norma chilena

d) En el libro "Tecnología del Concreto" de A. M. Neville indica que la norma británica BS 882:1973 limita los contenidos de arcilla, limo y polvo fino del agregado en las siguientes cantidades:

- 15 % en peso de arena triturada
- 3 % en peso de arena natural o de grava triturada
- 1 % en peso de agregado grueso

e) En las IX Jornadas Chilenas del Hormigón- 1992- Manuel Díaz Martínez en su trabajo “Porcentaje de finos, Equivalente Arena y Coeficiente de Actividad”, indica que los áridos que no cumplan con los máximos permitidos por la Norma Chilena, podían ser utilizados.

f) En apuntes para el curso de tecnología del Hormigón, Memoria de título UCN de Manuel Tapia V. Se indican valores de Equivalente Arena aceptables y curvas de los efectos en la resistencia y su influencia en la retracción. En los gráficos se ve que valores hasta 60 % de EA no afectan significativamente la resistencia a la compresión y la retracción. Respecto a la resistencia a la tracción, no la afectan significativamente valores mayores a 70 %. Recomienda para hormigones corrientes  $EA \geq 70 \%$ , para hormigones de alta resistencia  $EA \geq 75 \%$  y para hormigones de cualidades excepcionales y hormigones pretensados  $EA \geq 80$ .

g) La normativa Española cambió hace algunos años respecto al tamaño del tamiz para medir los finos. Cambiando del tamaño 0,074 mm a 0,063 mm. La Instrucción de Hormigón Estructural Española EHE, que regula los proyectos y construcción de obras de hormigón en ese país, entrega las siguientes recomendaciones respecto a los finos:

No se utilizarán áridos finos cuyo equivalente arena, determinado a vista (UNE 83131:90) sea inferior a 75 %, para obras sometidas a ambiente no agresivos o con humedad alta y media (no marino), y que no esté sometido a otros ambientes agresivos o erosión; y 80 % para todo otro tipo de ambientes.

La cantidad de finos que pasan por el tamiz 0,063 mm no excederá lo que indica la tabla N° 2.

<b>Tabla N° 2 PORCENTAJE MÁXIMO QUE PASA POREL TAMIZ 0,063 mm SEGÚN EHE</b>		
<b>ARIDO</b>		<b>TIPO DE ARIDO</b>
Grueso	1%	Áridos redondeados
		Áridos chancados no calizos
	2 %	Áridos chancados calizos
Fino	6%	Áridos redondeados
		Áridos de chancados no calizos para obras sometidas a las clases generales de exposición a agua de mar (aérea, sumergida o en zonas de marea, con exposición de cloruros en general o bien a alguna clase específica de exposición (ataque químico, ciclo hielo-deshielo, erosión)
	10%	Áridos chancados calizos para obras sometidas a las clases generales de exposición a agua de mar (aérea, sumergida o en zonas de marea, con exposición de cloruros en general o bien a alguna clase específica de exposición (ataque químico, ciclo hielo-deshielo, erosión).
		Áridos chancados no calizos para obras sometidas a las clases generales de exposición no agresiva o con humedades media y alta (sin cloruros) y no sometidas a ninguna clase específica de exposición.
15%	Áridos chancados calizos para obras sometidas a las clases generales de exposición no agresiva o con humedades media y alta (sin cloruros) y no sometidas a ninguna clase específica de exposición.	

### **3.- ANÁLISIS DE LOS ANTECEDENTES**

Al analizar los antecedentes acerca del tema, se puede apreciar la importancia de la naturaleza de los finos de los áridos en los efectos que pueden producirse en la

mezcla. Esta variable es medida por el equivalente arena. El equivalente arena tiene varias especificaciones, las que se entregan en la tabla N° 3.

<b>Tabla N° 3 Recomendaciones de equivalente Arena</b>		
<b>Origen de la recomendación</b>		<b>Valor recomendado</b>
Norma Chilena	Cuando se exceda finos	>75 %
Memoria M. Tapia	Hormigones corrientes	> 70 %
	Hormigones de alta resistencia	> 75 %
	Hormigones pretensados	> 80 %
EHE	Hormigones en ambiente húmedo (no marino)	> 75 %
	Hormigón sometido a ambiente marino o erosión	> 80 %

La recomendación Española es clara al especificar diferenciando por solicitaciones a la que se ve enfrentada la estructura incluyendo los hormigones sometidos a desgaste. En la Norma chilena dice que se debe usar el ensayo de Equivalente Arena cuando se exceda la cantidad de finos, no aclarando si es aplicable la especificación en hormigones sometido a desgaste. Además da como alternativa la NCh 1502 (hormigones comparativos), pero al no haberse concretado, deja un vacío en el tema.

Respecto al contenido de finos existen diferencias en los contenidos máximos especificados, y en la definición del tamiz de ensayo. En el caso de la norma Chilena los finos se definen por el material que pasa el tamiz 0,078 mm, mientras que la recomendación española utiliza el tamiz 0,062 mm. Las mayores diferencias se observan en el contenido de finos de la arena, permitiendo en la arena valores más altos que la norma chilena, incluso para hormigones sometidos a desgaste.

Se ha demostrado que aun cumpliendo la norma chilena podrían dar valores de Equivalente Arena, menores a 75 %, incluso bastante menores, lo que según Hveem aumentaría la retracción de los hormigones. Por esta razón no parece lógico especificar el contenido de finos sin especificar además el Equivalente Arena.

La norma chilena NCh 163 requiere una revisión en el tema de los finos, como en otros. Esto puede permitir un mejor aprovechamiento de los recursos, por supuesto sin dejar de lado la calidad del hormigón

#### **4.- CONCLUSIÓN.**

Desde el punto de vista teórico, podríamos concluir que el contenido de finos aceptables en los áridos para confeccionar el hormigón en hormigones corrientes, estaría dado por la posibilidad de lograr las resistencias especificadas, con un aumento de la retracción del hormigón aceptable, al menor costo del hormigón. En el caso de los hormigones sometidos a desgaste se deben tomar en cuenta las recomendaciones de la norma chilena y española.

Respecto a las Normas y bibliografía, existen diferencias. Por otro lado sería interesante completar el tema respecto al “coeficiente de actividad”, u otros medios para definir en última instancia la utilización de un árido desde el punto de vista de su contenido de finos. Por todo esto, el tema desde el punto de vista de la normativa y la investigación, no parece agotado.

#### **5.- BIBLIOGRAFÍA.**

- Norma Chilena NCh 163. Áridos para Morteros y Hormigones. Requisitos Generales. 1979.
- Instrucción de Hormigón Estructural EHE, Ministerio de Fomento Español, 2002.
- Tecnología del concreto A. M. Neville, 1988
- Prontuario del Hormigón. A.Hummel, 1966
- Porcentaje de finos, Equivalente arena y Coeficiente de Actividad, Manuel Díaz Martínez, IX Jornadas Chilenas del Hormigón, 1992
- Apuntes de Tecnología del hormigón Manuel Vásquez Tapia, UCN, 1973