



AGREGADOS FINOS, PROPUESTA DE LÍMITES GRANULOMÉTRICOS PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETOS

RESUMEN

Se propone sustituir los límites de curvas granulométricas del agregado fino, considerados en la Norma COVENIN 277 Concreto. Agregados. Requisitos, por cuatro husos o bandas, aumentando el espectro de gradaciones que sirve para controlar las variaciones del material utilizado en las mezclas de concreto.

La propuesta es el resultado de una investigación a largo plazo que tuvo entre sus objetivos caracterizar los agregados a nivel nacional.

INTRODUCCIÓN

El origen geológico del agregado fino, unido a la fragmentación recibida por razones naturales y la producida por medios mecánicos, determinan una distribución de carácter aleatorio en las dimensiones de las partículas del árido, definiendo granulometrías propias de las arenas de cada región, que pueden ser alteradas mediante los procesos extractivos y de producción con la finalidad de producir un material adecuado para desarrollar mezclas de concreto fresco manejables y económicas.

En este sentido, en la década de los setenta la Asociación Venezolana de Productores de Cemento publicó los resultados de un estudio realizado a nivel nacional (Salas, 1976) que dio a conocer las características de los agregados en distintas poblaciones del País; incluyendo, entre otras, información acerca

■ Guillermo Bonilla
Ing. Civil, MSc. Facultad de Ingeniería UCAB
gbonilla@ucab.edu.ve

■ Yelitza Sirit
TSU. Laboratorios de Materiales UCAB.
ysirit@ucab.edu.ve

de la composición granulométrica de los agregados por regiones.

A partir de esa fecha no se volvió a realizar estudios sistemáticos de igual alcance que actualizarán la información relativa a las características de los agregados, por lo que el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología en convenio con la Universidad Católica Andrés Bello auspiciaron la investigación denominada "Caracterización y Regionalización de Coeficientes para Diseño de Mezclas de Concreto Fresco por Regiones Geográficas" (Bonilla y Sirit, 2005) que ha servido de referencia para esta propuesta de actualizar la norma COVENIN 277 Concreto. Agregados. Requisitos, en el área de la granulometría de los agregados finos.

La investigación se desarrolló sobre muestras provenientes de 115 fuentes de suministro de agregados, ubicadas en distintas regiones de la geografía nacional.

PROPUESTA

Como conclusión del citado estudio, la franja única de la Norma 277 vigente que recoge las distintas curvas granulométricas de agregados finos utilizados a lo largo de la geografía nacional (ver tabla N°1), es de limitada aplicación debido a que en algunas regiones no resulta económicamente factible localizar arenas que se ubiquen dentro de los límites normativos.

CEDAZOS COVENIN		Grueso	Fino
mm	pulg		
9,510	3/8"	100	100
6,350	1/4"	100	100
4,760	# 4	85	100
2,380	#8	60	95
1,190	#16	40	80
0,595	#30	20	60
0,297	#50	8	30
0,149	#100	2	10
0,074	#200		5

Tabla N° 1. Límites pasantes granulometría actual

En consecuencia, se sugiere que el control granulométrico del agregado fino se ejecute con base a los cuatro husos de límites granulométricos siguientes: Grueso, Medio, Fino y Muy Fino. Con esto se ampliará el espectro de áridos incorporando gradaciones no aceptadas hoy día; Entonces, es posible que se desarrollen mezclas menos económicas.

Al respecto, la tabla N°2 muestra el pasante por tamiz y el módulo de finura de los husos definidos mediante los límites grueso (LG) y fino (LF) de cada uno; de esta manera el Grueso contempla arenas con módulos de finura entre 3,0 y 5,1 donde se ubican finos provenientes de los Estados Miranda, Lara, Yaracuy, Barinas, Cojedes, Zulia. Por otra parte, el huso Medio es adecuado para agregados con módulos que oscilan entre 2.1 y 4.1 incorporando, entre otras, las arenas de Aragua, Trujillo, Carabobo, Mérida, Guárico.

En el mismo orden, el huso Fino contiene aquellos agregados con módulos de finura entre 1,3 y 2,8 que incluye material de los Estados Anzoátegui, Falcón, zona oriental de Miranda, así como algunas arenas de Mina en Monagas. El cuarto huso, Muy Finos, se refiere a los áridos muy finos monogranulares, similares a las arenas tipo médano, donde encaja el material proveniente del fondo del Lago de Maracaibo ampliamente utilizado en la capital del Estado Zulia.

Conforme lo expuesto, pareciera razonable pensar que una norma de gradaciones que tiene como finalidad servir de referencia para controlar las variaciones del agregado, debería considerar los límites granulométricos por regiones geográficas; sin embargo, se desprende del estudio que una misma zona puede ser abastecida con agregados provenientes de distintas fuentes de suministro, por lo que estos husos deberán ser considerados como bandas referenciales de gradación y no de la localidad.

Bajo este contexto, se establecieron envolventes que incorporaron el espectro de todas las gradaciones estudiadas, manteniendo para cada huso áreas similares entre su límite inferior y superior, con excepción de la Muy Fina.

Por otra parte, una observación detallada de las cuatro bandas (ver figuras N° 1, N° 2, N° 3, N° 4) destaca en primer lugar que los husos se traslapan; además, la banda de arenas Medias tiende a coincidir con las trazas de la Norma actual; en este sentido, estos límites permiten producir concretos convencionales económicos y de buena trabajabilidad con base a distribuciones eficientes.

Entonces, cuando se contempla la existencia de otras bandas se está aceptando deficiencias en el gradado de los finos, que afectarán las mezclas de concreto en estado fresco, por lo que se deberá controlar con mayor detenimiento las variables de

CED AZOS COVENIN		PORCENTAJE QUE PASA							
		Gruesa		Media		Fina		Mu y finas	
mm	pulg	LG	LF	LG	LF	LG	LF	LG	LF
9,510	3/8"	100	100	100	100	100	100	100	100
6,350	1/4"	100	65	99	85	100	100	100	100
4,760	# 4	94	55	99	75	100	95	100	100
2,380	#8	78	32	89	55	99	80	100	99
1,190	#16	60	20	75	38	95	65	100	95
0,595	#30	36	10	58	20	85	48	98	85
0,297	#50	20	4	35	10	60	22	85	50
0,149	#100	10	0	20	6	30	6	35	5
0,074	#200	5		5		5		2	
Módulo de Finura		3,0	5,1	2,3	4,1	1,3	2,8	0,8	1,7

Tabla Nº 2. Huso granulométricos propuestos para agregados finos

docilidad, trabajabilidad y consumo de cemento mediante diseños de mezclas adecuados.

Según lo anterior, la franja representativa del agregado será aquella que mejor contenga las gradaciones del árido evaluado; así los límites que definen el huso seleccionado servirán como referencia para controlar variaciones en la granulometría del material. Sin embargo, debe considerarse que a mediano y largo plazo un agregado proveniente de la misma fuente tenderá a cambiar su gradación lo que desplazará su curva característica hacia algún huso vecino que lo represente mejor.

Por lo tanto, el profesional responsable tiene la obligación de definir el huso que mejor caracteriza al agregado evaluado, utilizando dicha banda como referencia de control; al respecto, el Módulo de Finura deja de ser buen índice cuando el origen de las fuentes de suministro cambia; por lo que en su lugar, se recomienda utilizar métodos gráficos que faciliten visualizar de forma continua las variaciones en la gradación del fino. A manera de ejemplo se anexan dos casos de aplicación de la propuesta.

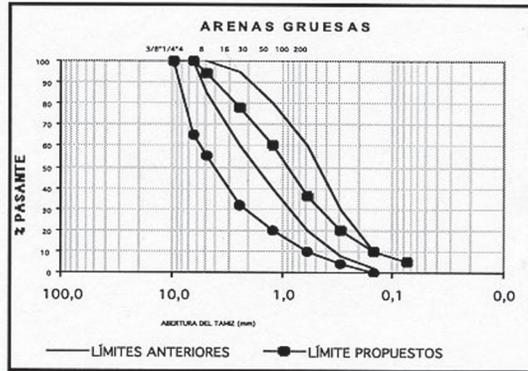


Figura Nº 1. Límites - Arenas gruesas

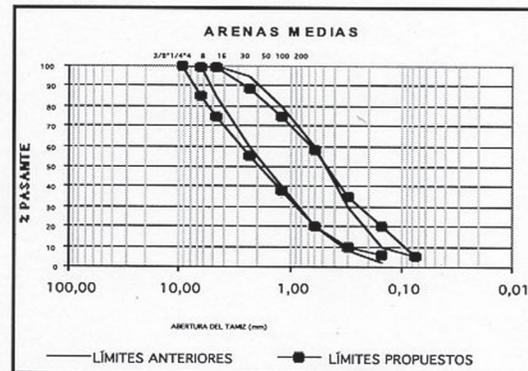


Figura Nº 2. Límites - Arenas medias

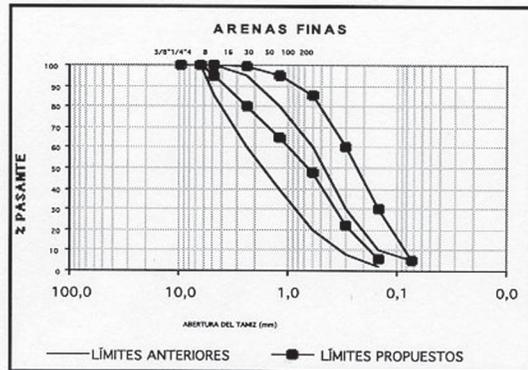


Figura Nº 3. Límites - Arenas finas

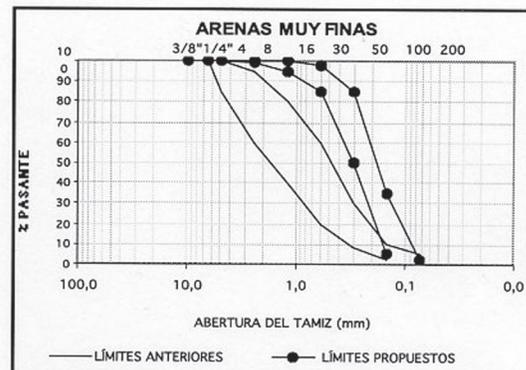


Figura Nº 4. Límites - Arenas muy finas

AGRADECIMIENTOS Y CRÉDITOS

El presente artículo de divulgación forma parte del proyecto N° 2001002526 financiado por el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología. Fue desarrollado en el Laboratorio de Materiales de la Universidad Católica Andrés Bello y recibió el apoyo de Lafarge de Venezuela C.A.

Los autores agradecen a estas Instituciones por el apoyo ofrecido.

REFERENCIAS

Bonilla,Guillermo; Sirit, Yelitza. "Caracterización y Regionalización de Coeficientes para diseño de Mezclas de Concreto Fresco" Primer Informe FONACIT. UCAB. 2005.

Salas J. R. "Mapa de Materiales para Concreto – Sobre 20 años de Actividades. Asociación Venezolana de Productores de Cemento" AVPC. Caracas.1976

Norma Venezolana COVENIN 277. Concreto. Agregados. Requisitos.

ANEXO CASO - A

Arena natural del río San Juan, que abastece la ciudad de Cumaná, Estado Sucre; la Tabla N° 3 con - tiene promedios bimensuales de una data levantada durante diez meses en una fuente de suministro reconocida en la zona.

El proceso extractivo se realizó mediante retroex - cavadora y se efectuaba una etapa de cernido con la finalidad de separar materia vegetal y cantos.

El agregado se caracterizó por presentar una relativa buena gradación, pero excesivamente fino con Módulo de Finura promedio de 2.1, que en general se sale del límite normativo por la traza fina (ver figura N° 5).

Cuando se considera los husos de la propuesta, la arena se incluye dentro de la banda Fina. Figura N° 6.

p u l g	(m . m .)	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	M e d i a
3 / 8 "	9 , 5 1 0	1 0 0 , 0	1 0 0 , 0	1 0 0 , 0	1 0 0 , 0	1 0 0 , 0	1 0 0 , 0
1 / 4 "	6 , 3 5 0	9 5 , 7	9 8 , 2	9 6 , 2	9 9 , 5	9 9 , 0	9 7 , 7
# 4	4 , 7 6 0	9 2 , 1	9 7 , 4	9 4 , 0	9 6 , 2	9 5 , 0	9 4 , 9
# 8	2 , 3 8 0	8 6 , 4	9 6 , 8	9 0 , 0	9 8 , 2	9 2 , 4	9 2 , 8
# 1 6	1 , 1 9 0	7 9 , 2	9 0 , 0	8 6 , 8	8 9 , 0	8 3 , 5	8 5 , 7
# 3 0	0 , 5 9 5	6 8 , 5	7 2 , 0	7 9 , 0	7 6 , 5	6 4 , 2	7 2 , 0
# 5 0	0 , 2 9 7	2 8 , 9	3 0 , 0	2 9 , 0	3 2 , 4	2 4 , 5	2 9 , 0
# 1 0 0	0 , 1 4 9	1 2 , 4	1 0 , 0	8 , 0	6 , 5	9 , 5	9 , 3
# 2 0 0	0 , 0 7 4	5 , 2	5 , 8	5 , 2	5 , 5	6 , 5	5 , 6
M F		2 , 1	2 , 1	2 , 2	2 , 1	2 , 0	2 , 1

Tabla No 3. Caso-A. Data de promedios bimensuales

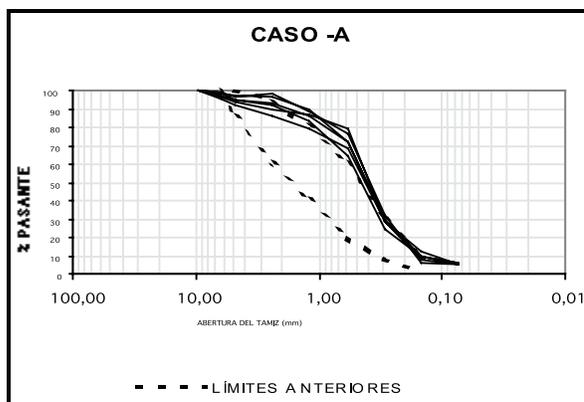


Figura N° 5. Caso-A. Gráfica de curvas granulométricas

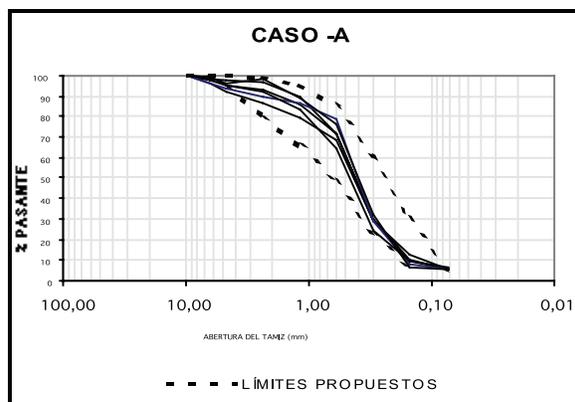


Figura N° 6. Caso-A. Gráfica de curvas granulométricas

ANEXO CASO - B

Arena natural perteneciente a la Cuenca del Río Tuy, que abastece la ciudad de Barquisimeto, Estado Lara; la Tabla N° 4 contiene los promedios mensuales de los estudios efectuados en cinco meses.

El proceso extractivo se realizaba mediante cargador frontal e incluía una etapa de cernido para separar cantos y materia vegetal; definiendo un agregado de buena gradación pero grueso con Módulo de Finura promedio de 4.2, que en general se sale del límite normativo por la traza gruesa, aunque entre los tamices 0,2797mm (#50) y 0,149 mm se incorpora (ver figura N° 7). Cuando se consideran los husos de la propuesta, la arena queda ubicada dentro de la banda Gruesa (Figura N° 8).

pulg	(m.m.)	B1	B2	B3	B4	B5	media
3/8"	9,510	97,3	98,0	100,0	100,0	100,0	99,1
1/4"	6,350	84,0	82,4	70,0	78,6	97,9	82,6
# 4	4,760	74,9	73,2	60,5	67,1	89,3	73,0
#8	2,380	53,8	47,8	39,4	44,5	68,2	50,7
#16	1,190	34,9	30,3	26,5	29,7	43,3	32,9
#30	0,595	21,4	19,4	17,9	19,7	24,9	20,7
#50	0,297	12,9	12,5	11,7	13,2	14,7	13,0
#100	0,149	8,1	7,9	8,2	9,0	10,2	8,7
#200	0,074	5,2	4,2	6,3	6,4	8,6	6,1
MF		4,1	4,3	4,7	4,4	3,5	4,2

Tabla N° 4. Caso-B. Data de promedios cinco meses

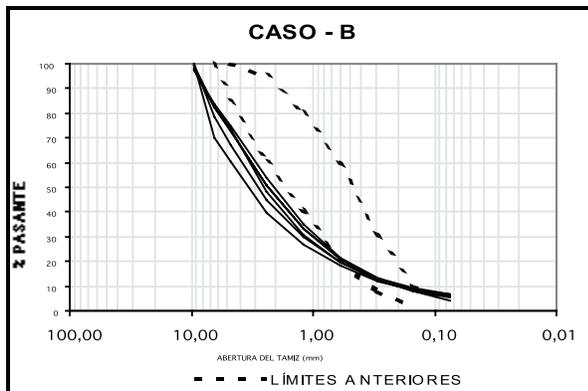


Figura N° 7. Caso-B. Gráfica de curvas granulométricas

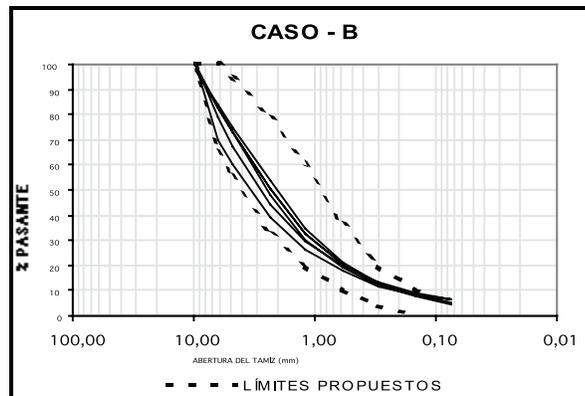


Figura N° 8. Caso-B. Gráfica de curvas granulométricas