Fluidez de morteros

Diseño de Hormigón Autocompactante (HAC) con diferentes tipos de agregado grueso

La forma y textura del agregado grueso afectan las propiedades en estado fresco y endurecido del hormigón. La información sobre el efecto del agregado grueso en la autocompactabilidad es limitada, sin embargo la misma puede ser relevante en países como Argentina donde aún en una misma región existe una gran variedad de agregados disponibles para la elaboración de hormigones. Este trabajo analiza el efecto de la forma y la textura del agregado grueso en las propiedades del hormigón autocompactante (HAC). Se seleccionaron cuatro tipos de agregado grueso natural: granito, cuarcita y basalto triturados y rodados silíceos. Las piedras partidas granítica y basáltica presentan formas irregulares, textura rugosa y baja absorción. La piedra partida cuarcítica también tiene forma irregular y textura rugosa, pero mayor absorción. Finalmente, el rodado silíceo está compuesto por partículas resistentes con superficie lisa y baja porosidad. Para evaluar las propiedades del HAC se realizaron ensayos de escurrimiento, embudo en V y escurrimiento con anillo. También se estudió la influencia del volumen de mezclado. La homogeneidad en la distribución del agregado grueso fue evaluada a partir de su relevamiento a lo largo de tubos de 1 m de altura aserrados en dirección vertical y mediante determinaciones de la velocidad del pulso ultrasónico y del peso unitario en diferentes secciones de un tubo con forma de U, de 1.80 m de altura. Además se determinaron la resistencia a compresión y el módulo de elasticidad. Los resultados mostraron, como era de esperar, que la forma y textura del agregado grueso modifican la fluidez, pero también que la energía de mezclado puede afectar significativamente la viscosidad del HAC.

J. M. Tobes, A. López, G. Giaccio, R. Zerbino,
Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina

El hormigón autocompactante (HAC) es un hormigón de altas prestaciones que brinda beneficios tanto económicos como tecnológicos. Un HAC reduce mano de obra y equipamiento ya que elimina la necesidad del vibrado, reduce el ruido en el lugar de trabajo, brinda mayor flexibilidad para la ubicación de las barras de refuerzo y presenta una elevada calidad superficial. La capacidad de llenado, la capacidad de paso y la resistencia a la segregación son consideradas como los principales requerimientos para lograr autocompactabilidad [1, 2]. A la vez, se han recomendado valores típicos de ensayos ingenieriles como el diámetro de escurrimiento o el tiempo en el embudo en V [3] para identificar diferentes clases de HAC.

El diseño del HAC en base a ensayos previos sobre morteros hasta alcanzar propiedades adecuadas de fluidez y viscosidad, permite optimizar las combinaciones de los materiales finos, verificar la compatibilidad del superfluidificante, y seleccionar el volumen de pasta necesario teniendo en cuenta las características y el contenido de partículas finas de la arena [4, 5, 6].

Mc Bride J. y Mukai D. J. analizaron el efecto del agregado grueso sobre la capacidad de llenado y de paso[7]. Para todas las experiencias elaboraron hormigones agregados triturados con forma muy angular, utilizando tres graduaciones de agregado y dos tamaños máximos (13 y 19 mm). Se realizaron ensayos de escurrimiento, una

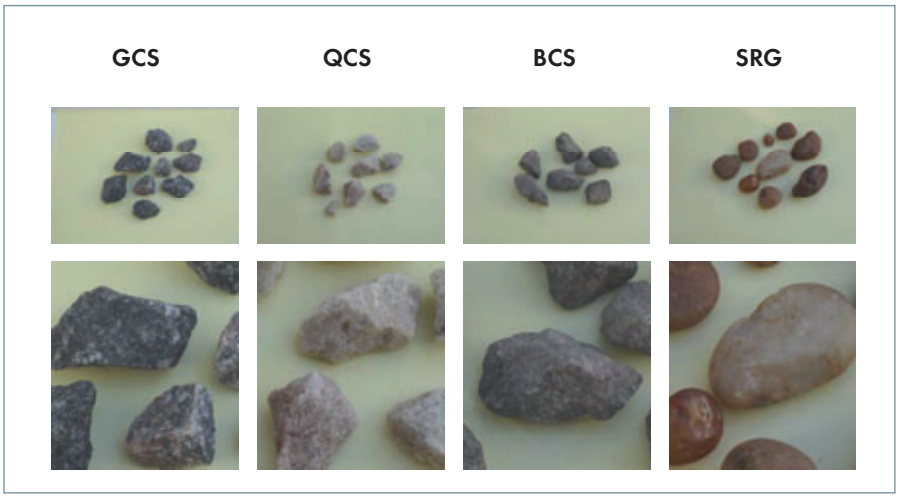


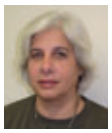
Fig. 1: Agregados gruesos empleados

Tab. 1: Propiedades de los agregados gruesos

Agregado grueso	GCS	QCS	BCS	SRG
Densidad	2,76	2,49	2,93	2,58
Absorción (%)	0,4	2,1	1,0	0,2
Módulo de finura	6,53	6,73	6,46	659
Módulo de finura (kg/m^3)	1440	1300	1520	1600
Peso unitario (kg/m^3)	1580	1430	1720	1660
Peso unitario compactado (%)	48	49	48	38
Contenido de vacíos (%)	43	42	41	36
Forma	Irregular	Irregular	Irregular	Redon-deada
Rugosa	Rugosa	Rugosa	Rugosa	Lisa
Índice de elongación (%)	27	17	24	23
Índice de lajosidad (%)	19	24	22	2

■ Dr. Juan Manuel Tobes, docente en el Departamento de Construcciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina. Sus principales líneas de investigación se relacionan con hormigones con fibras y hormigones autocompactantes.

■ Ing. López Anahí, becaria del CONICET y docente de la Universidad Tecnológica Nacional Regional Córdoba, realiza su formación doctoral en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina. Su principal línea de investigación se relaciona con el estudio de hormigones coloreados y hormigones autocompactantes.



■ Ing. Graciela Giaccio, profesora de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina. Investigadora en la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC-LEMIT). Sus principales líneas de investigación se relacionan con el estudio de la relación entre estructura y mecanismos de falla en hormigón.

■ Dr. Raúl Zerbino, profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina. Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). Sus principales líneas de investigación son fractura y mecanismos de falla en hormigón, hormigones con fibras y hormigones autocompactantes.

zerbino@ing.unlp.edu.ar

caja de flujo horizontal y un ensayo de capacidad de paso especialmente diseñado y utilizaron procedimientos estereométricos para determinar el espaciamiento entre agregados. Los resultados mostraron que las mezclas con el menor contenido y con el menor tamaño máximo de agregado, alcanzaron los mayores valores de escurrimiento. Los ensayos de flujo horizontal mostraron que el hormigón con el menor contenido de agregado tuvo el mayor porcentaje de llenado. Por otro lado, mezclas con contenidos de agregado grueso similares mostraron una disminución en la capacidad de llenado con mayor contenido de arena y menos cemento. Saak et al. propusieron una metodología para diseñar hormigón autocompactante considerando la tensión umbral y la viscosidad de la pasta, y definieron una zona de fluidez donde no se produce segregación del agregado[8]. Bui et al. ampliaron este modelo incluyendo el efecto de la interacción entre los agregados[4]. El nuevo modelo considera la relación entre agregados fino y grueso, la forma del agregado y la distribución del tamaño de partículas, mediante el contenido de vacíos y diámetro promedio de las partículas del agregado. El estudio determinó para la pasta un flujo mínimo, una viscosidad aparente mínima y una relación flujo-

SISTEMAS DE MEZCLADO Y DOSIFICADO

TURMAC

UNA DIVISIÓN DE Columbia MACHINE, INC.

¿ESTÁ AGOTANDO SU PLANTA SUS BENEFICIOS?

Sería el momento adecuado de gastar un poco para obtener UN MONTÓN.

Mejoras de plantas en Turmac

- Gran selección de productos de automatización
- La línea de productos de mezclado más amplia de la industria
- Innovadores sistemas de distribución de hormigón
- Sistemas de recuperación/reciclaje de hormigón

Durante más de 80 años, Turmac ha ido mejorando el rendimiento y la rentabilidad de las plantas de productos de hormigón con soluciones innovadoras y hechas a medida.

¿Cómo le podemos ayudar?
Llámenos ahora para obtener un presupuesto gratuito de una planta
360-905-1640

World of Concrete Booth N717 | bauma 2010 Hall B1 Stand #308 | ICON expo Booth #449 | The Precast Show Booth #753

Turmac, una división de Columbia Machine, Inc.

1-800-4-TURMAC • 107 Grand Blvd.
Vancouver, WA 98668

www.turmac.com

Tab. 2: Proporciones y propiedades en estado fresco de los hormigones

Hormigón	C-G	C-Q	C-B	C-S	C*-G	C*-B	C*-S
Cemento (kg/m³)	332						317
Filler (kg/m³)	299						285
Arena (kg/m³)	166						158
Arena (kg/m³)	745						710
Agregado grueso (kg/m³)	856	772	905	800	856	905	875
Volumen de agregado grueso (%)	31						34
Superfluidificante (kg/m³)	4,6				5,5		4,4
Propiedades del hormigón fresco (amasadas de 40 l)							
t_{50} (s)	3,1	3,6	2,2	2,3	2,3	1,7	1,6
D_f (mm)	605	655	610	685	710	750	700
Tv (s)	11,0	14,2	8,6	6,8	7,1	4,4	6,1
D_j (mm)	525	650	600	650	680	660	670
D_f - D_j (mm)	80	5	10	35	30	10	30
Contenido de aire (%)	–	4,5	2,5	5,0	5,7	2,5	2,0

Tab. 3: Espaciamiento de agregado estimado para las combinaciones de agregados fino y grueso utilizadas.

	GCS	QCS	BCS	SRG	SRG*
Volumen de pasta (litros)	384	384	384	384	366
Relación agregados grueso/fino (en volumen)	1,08	1,08	1,08	1,08	1,24
Módulo de finura	4,60	4,59	4,62	4,56	4,70
D_{av} (mm)	6,4	6,7	5,9	6,5	6,8
Peso unitario - compactado (kg/m³)	2095	1980	2210	2075	2070
Contenido de vacíos - compactado (%)	22,1	22,5	20,5	20,2	20,4
D_{ss} (mm)	0,517	0,530	0,527	0,584	0,540

viscosidad óptima para obtener suficiente deformabilidad y capacidad de llenado sin segregación. Esto se relaciona con el diámetro promedio de las partículas de agregados (D_{av}) y el espaciamiento medio entre agregados (D_{ss}). Sin embargo, las características superficiales del agregado no fueron considerados en este modelo. Así como ocurre en hormigón vibrado convencional, la forma y textura del agregado grueso modifica las propiedades en estado fresco y endurecido del HAC. La información sobre el efecto del agregado grueso en la autocompactabilidad es limitada, sin embargo la misma puede ser relevante en países como Argentina donde aún en una misma región existe una gran variedad de agregados disponibles para la elaboración de hormigones. Este trabajo analiza la influencia del tipo de agregado grueso en las propiedades del HAC.

Programa experimental

Materiales

Se seleccionaron cuatro tipos de agregado grueso con una granulometría similar (tamaño máximo 19 mm): piedra partida granítica (GCS), piedra partida cuarcítica (QCS), piedra partida basáltica (BCS) y rodados silíceos (SRG). Las piedras partidas granítica y basáltica presentan forma irregular, textura rugosa y baja absorción. La piedra cuarcítica también tiene forma irregular y textura rugosa (con granos más gruesos), pero tiene una elevada absorción de agua. Finalmente, los rodados silíceos están compuestos por partículas resistentes con superficies lisas y baja porosidad. La Figura 1 muestra el aspecto de los agregados. Las propiedades de los agregados se indican en la Tabla 1. Se aprecia que los agregados GCS, BCS y QCS tienen contenidos de vacíos similares y más grandes que el del SRG; el BCS posee la mayor densidad.

Todos los hormigones fueron preparados utilizando como materiales finos cemento portland (que incorpora 19 % de fíller calcáreo, superficie específica Blaine 337 m²/kg, densidad 3.11), y fíller calcáreo adicional (densidad 2.8). Además se emplearon un aditivo superfluidificante a base de policarboxilatos (densidad 1.09, contenido sólido 18 %) y una arena silícea natural con módulo de finura 2.38, 0.4 % de partículas menores a 0.075 mm y contenido de vacíos igual a 30 %.

Series

Se prepararon cuatro hormigones con iguales proporciones de sus materiales componentes empleando cada uno de los diferentes agregados gruesos. En todos los casos el volumen de agregado se mantuvo constante e igual al 31 % del volumen total de hormigón, modificando el peso del agregado grueso. A fin de evitar la influencia de la absorción de agua, los agregados fueron incorporados en condición saturada a superficie seca. Los hormigones fueron identificados de acuerdo al agregado grueso utilizado como C-G, C-Q, C-B y C-S. Se realizaron amasadas de 40 litros; en estado fresco se midieron el escurrimiento, el embudo en V, el escurrimiento con anillo y el contenido de aire. Se moldearon cilindros de 100 x 200 mm para determinar la resistencia a compresión, el módulo de elasticidad y la resistencia a tracción por compresión diametral, que fueron curados en cámara húmeda hasta la edad de ensayo. Las proporciones y propiedades en estado fresco del hormigón se indican en la Tabla 2. Como se puede observar en la Tabla 2, los hormigones C-G y C-B alcanzaron menor D_f que el resto de los HAC. Para verificar si es posible obtener un mayor Df sin segregación, solamente con el incremento de la dosis de superfluidificante, fueron preparados otros dos hormigones C*-G y C*-B. La forma y textura del agregado grueso da lugar a diferencias en el espaciamiento entre las partículas del agregado, incluso cuando se utiliza una misma granulometría. Un buen ejemplo aparece en el caso de SRG. La Tabla 3 resume las principales propiedades de la combinación de agregados gruesos y finos, incluyendo el diámetro promedio de partículas (D_{av}) y el espaciamiento medio entre agregados (D_{ss}) 4. Se observa que todos los hormigones tienen el mismo D_{ss} a excepción de C-S. Aumentando el volumen de SRG de 31 a 34 %, se obtiene un valor D_{ss} igual a 0.54, para considerar este efecto también se preparó el hormigón S#.

Tab. 4: Efecto del mezclado

Hormigón	Amasadas de	t_{50} (s)	D_f (mm)	Tv (s)	Contenido de aire (%)
C*-G	40 l	2,3	710	7,1	5,7
	100 l	1,4	700	4,8	6,5
C-Q	40 l	3,6	655	14,0	4,5
	100 l	1,5	680	5,2	6,0
C-S	40 l	2,3	685	7,0	5,0
	100 l	1,5	680	4,6	4,5

Tab. 5: Propiedades mecánicas.

Hormigón			C-Q	C-S	C*-G	C*-B	C*-S
f'cm	(MPa)		42,7	37,0	41,6	-	-
E	(GPa)	7 (días)	25,4	32,6	30,1	-	-
f_t	(MPa)		3,6	3,1	3,7	-	-
f'cm	(MPa)		48,2º	42,4º	47,5º	55,1	46,3
E	(GPa)	28 (días)	27,1º	34,9º	32,5º	36,8	36,8
f_t	(MPa)		-	-	-	4,6	3,3

º Amasadas de 100 l

Finalmente con el objetivo de analizar el efecto de la energía de mezclado, algunos hormigones fueron repetidos cambiando la mezcladora y el volumen de amasada (100 l).

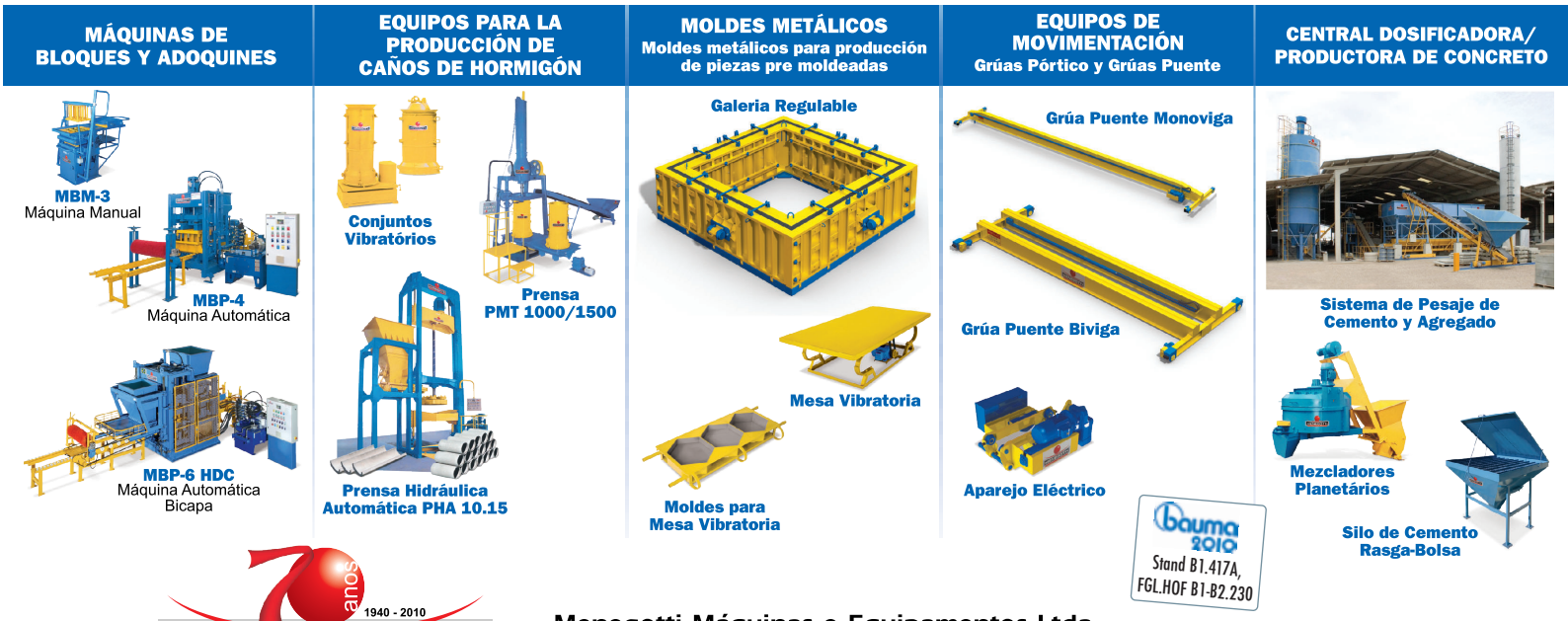
Discusión

Efecto de las propiedades del agregado grueso sobre la autocompactabilidad

Al comparar HAC con iguales proporciones de materiales componentes y dosis de superfluidificante (C-G, C-Q, C-B, C-S), los resultados de escurrimiento (diámetro D_f y tiempo t_{50}), tiempo de pasaje en embudo en V (T_v), escurrimiento con anillo (diámetro D_j) aparecen en la Tabla 2, se aprecia el efecto del tipo de agregado grueso sobre la autocompactabilidad. El mayor escurrimiento se obtuvo con los rodados, debido a sus partículas redondeadas y lisas. Los menores valores de Df corresponden a C-B y C-G, con diámetros de 610 y 605 mm respectivamente, BCS y GCS están compuestos por partículas de mayor angulosidad y densidad, que QCS.

Los tiempos en el embudo en V variaron desde 7 a 14 s para estas mezclas. El valor más alto de Tv fue obtenido con QCS y el más bajo con SRG. C-Q tuvo también el valor más alto de t_{50}. A partir de estos resultados se puede inferir que el hormigón C-Q presenta mayor viscosidad que los demás. Nótese que el QCS es el agregado grueso de menor densidad. El ensayo de escurrimiento con anillo determina la habilidad de paso del HAC. La diferencia entre el diámetro de escurrimiento y el del escurrimiento con anillo puede ser usado como un índice de la capacidad de pasaje. Una diferencia menor a 25 mm indica buena capacidad de paso mientras que una diferencia mayor a 50 mm significa tendencia al bloqueo. Los resultados muestran que todos los hormigones presentaron un comportamiento aceptable, a excepción de C-G.

Con el propósito de comparar el efecto del agregado grueso en HAC con un rango de escurrimiento similar (D_f = 700 ± 50 mm), C*-G y C*-B fueron preparados aumentando la dosis de superfluidificante en 0.9 kg/m³. Al comparar los valores de T_v y t_{50} (Tabla 2) se observa una importante reducción en la viscosidad de ambos hormigones. Sin embargo debe mencionarse que C*-B mostró algunos signos de segregación. Este riesgo de segregación puede estar asociado a la presencia de partículas más pesadas inmersas en una matriz menos viscosa. Es importante notar que no fue necesario corregir el mortero previamente elegido, manteniendo la relación



70 anos 1940 - 2010
MENEGOTTI
MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS
Menegotti construyendo tecnología

Menegotti Máquinas e Equipamentos Ltda.
Rua Erwino Menegotti, 345 · Caixa Postal: 68 · CEP: 89254-000 · Jaraguá do Sul - SC - Brasil
Fone: (55) 47 2107 2100 · Fax: (55) 47 2107 2101
www.menegottiequipamentos.com.br · falecom@menegottiequipamentos.com.br

KRIAR

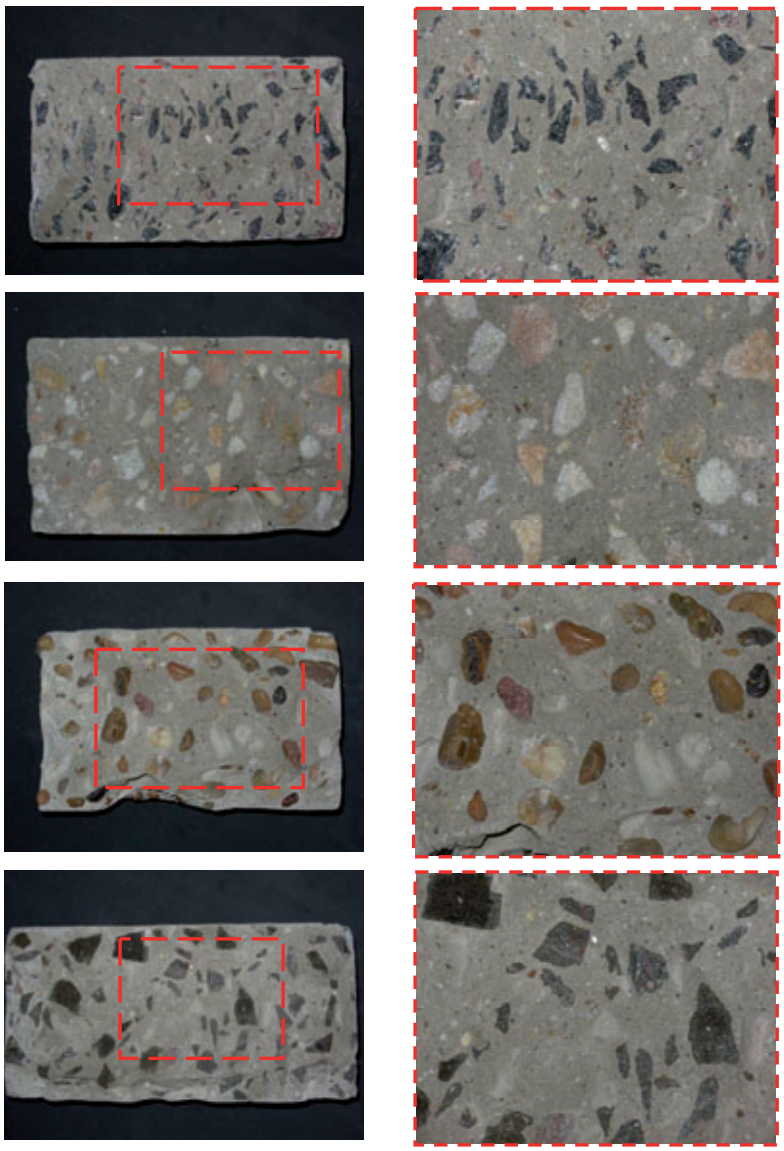


Fig. 2: Superficies de fractura en los ensayos de tracción por compresión diametral.

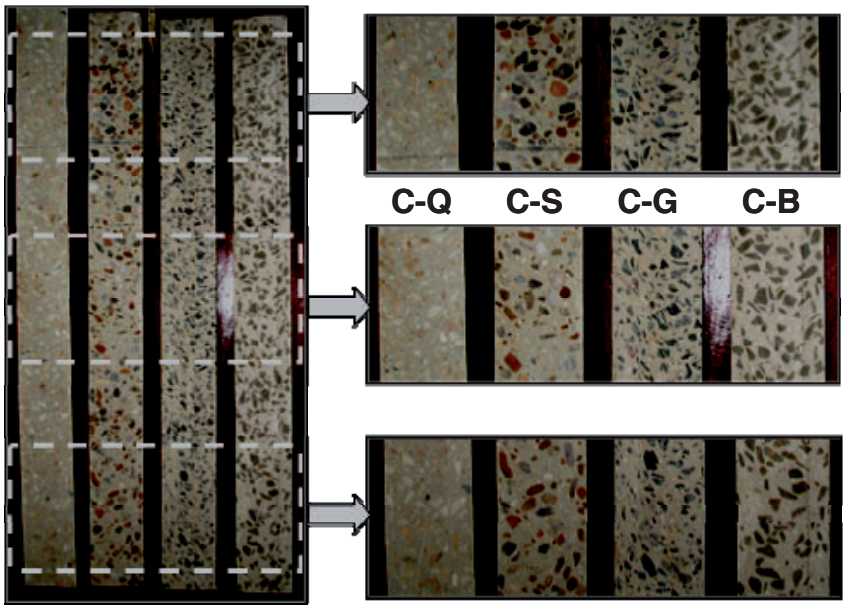


Fig. 3: Distribución de las partículas de agregado grueso en tubos de 1 metro de altura

agua/cemento, el volumen relativo de pasta y la dosis de superfluidificante.
Con el fin de evaluar el grado de suspensión de las partículas de agregado grueso en la matriz, fue calculado el espaciamiento de agregado promedio (D_{ss}). No obstante, como fue mencionado, el diámetro promedio fue similar para todos los agregados usados, el Dss fue mayor en C-S. Al incrementar el contenido de agregado grueso de 31 % (C-S) a 34 % (C*-s) solamente surgieron cambios mínimos en las propiedades en estado fresco (una muy leve reducción en t_{50} y T_v, y un aumento en D_f más pequeño que la propia variabilidad del método).

Con respecto al efecto del cambio de volumen y de la energía de mezclado, la Tabla 4 presenta las propiedades de los hormigones C*-G, C-Q, C-S correspondiente a las amasadas de 40 y 100 litros.

Como puede observarse, la fluidez del hormigón no fue afectada pero existieron cambios significativos en la viscosidad. Cuando la energía de mezclado fue mayor el T_v y el t_{50} fueron similares en todos los HAC, reduciendo la influencia del tipo de agregado. Según ASTM C1611 el índice de estabilidad visual para todos los hormigones fue igual a 0, lo que corresponde a un hormigón muy estable sin evidencias de segregación o exudación.

El efecto del mezclado debería ser considerado como un aspecto principal en la producción de HAC, y debe ser tomando en cuenta durante el diseño del mezclado.

Propiedades del hormigón endurecido

La Tabla 5 muestra las propiedades mecánicas de los hormigones. Las diferencias en resistencia a compresión, módulo de elasticidad y resistencia a tracción están principalmente vinculadas a los cambios en la adherencia interfaces y de rigidez de los agregados. En este sentido los efectos del agregado grueso en las propiedades en estado endurecido observados concuerdan con los resultados obtenidos en estudios anteriores en hormigones convencionales y de alta resistencia [9].

La Figura 2 muestra las superficies de fractura obtenidas en ensayos de tracción por compresión diametral. En el caso de C-Q se observa una superficie plana, donde todas las partículas de agregado han sido fracturadas. Por el contrario, en el hormigón con SRG se observaron superficies tortuosas con la mayoría de las partículas de agregado despegadas. Esta diferencia puede ser justificada considerando la elevada resistencia de las partículas sumada

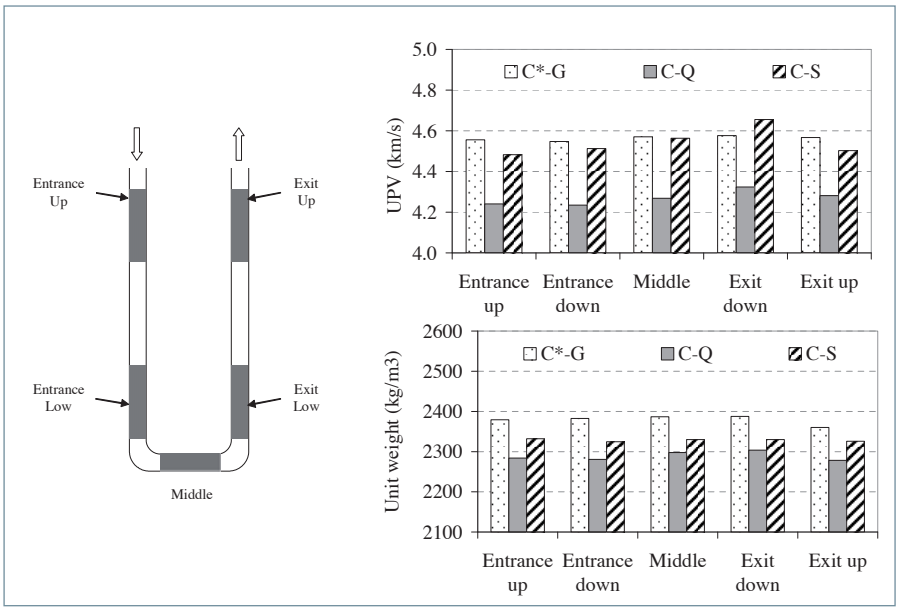


Fig. 4: Estudio de homogeneidad: variación de la velocidad de pulso ultrasónico y del peso unitario a lo lago de un tubo en U

a interfaces más débiles producto de la una forma redondeada y textura lisa de las partículas. Los hormigones elaborados con GSC y BCS presentaron partículas despegadas y partículas fracturadas.

Los hormigones alcanzaron una resistencia a compresión mayor a 35 MPa a los 7 días, la más baja fue obtenida con SRG. C-Q alcanza alta resistencia a compresión, similar a C*-G, pero presentó el menor módulo de elasticidad, lo que se corresponde con la rigidez de la roca. La menor resistencia a tracción por compresión diametral corresponde a C-S y no existieron diferencias entre C*-G, C*-B y C-Q.

Ya que la estabilidad es un aspecto muy importante a ser considerado en HAC, especialmente cuando se utilizan agregados gruesos de distinta densidad, se procedió a la evaluación de la homogeneidad del hormigón endurecido. Para analizar la resistencia a la segregación se moldearon tubos de diferente altura y forma. Con las amasadas pequeñas se llenaron tubos de 1 m de altura y 0.10 m diámetro que, a la edad de 7 días, fueron aserrados en dirección longitudinal para analizar la distribución del agregado grueso. La Figura 3 muestra las superficies aserradas, todas las mezclas muestran una distribución homogénea de las partículas de agregado grueso a lo largo de la altura de los tubos.

En el caso de las mezclas de 100 l, se llenaron tubos con forma de U de 1.80 m de altura, 0.70 m en la base y 0.10 m de diámetro; luego de 28 días fueron cortados en dirección transversal obteniendo muestras de 0.40 m de largo para la determinación de la velocidad de pulso ultrasónico (VPU) y del peso unitario (PU). La Figura 4 muestra la variación de VPU y PU medidos en diferentes secciones del tubo U. Se observa que no existen diferencias significativas (menores al 3%) entre las secciones consideradas. Como era de esperar la VPU varía con el tipo de agregado, se obtuvieron valores promedios de 4.56, 4.54 y 4.27 km/s para C*-G, C-S y C-Q, respectivamente. La mínima variación entre las propiedades refleja la excelente habilidad de llenado de estos HAC.

Conclusiones

Este trabajo estudió la influencia del tipo de agregado grueso sobre las propiedades del HAC. Se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- En base a los ensayos de escurrimiento y embudo en V realizados en morteros fue posible diseñar HAC con agregados gruesos de 20 mm con marcadas diferencias en su forma y textura.
- La forma y textura del agregado grueso afectó la fluidez del HAC. Para lograr la misma clase de HAC, las piedras partidas granítica y basáltica requirieron mayor dosis de superfluidificante que los otros agregados. Además, se observó que el hormigón con rodados mostró los valores más bajos de tiempo en el embudo en V.
- Se observó una importante influencia de la energía de mezclado; las principales diferencias parecen relacionarse con la viscosidad del hormigón. Hormigones con escurrimientos similares mostraron importantes reducciones en el t50 y en el tiempo de pasaje en el embudo en V cuando se elaboraron en amasadas de mayor volumen.
- El análisis de las secciones de tubos de HAC mostró que todos los hormigones presentan una distribución homogénea de las partículas de agregado grueso a lo largo de la altura, indicando que el material posee alta estabilidad y resistencia a segregación.
- El efecto del tipo de agregado grueso sobre las propiedades del HAC en estado endurecido se corresponde con el comportamiento previamente observado en hormigones convencionales y de alta resistencia.

Bibliografía

[1] Skarendahl Å. and Petersson Ö. (eds), 1st Internacional RILEM Symposium on Self-Compacting concrete, Stockholm: RILEM Publications, 1999,786 p.
[2] Concrete Society, "Self – Compacting Concrete – A Review". Technical Report 62, 2005, 80 p.
[3] SCCEPG Guidelines, 2005 The European Guidelines for Self-Compacting Concrete Specification, Production and Use, http://www.efnarc.org/pdf/SCCGuidelinesMay2005.pdf
[4] Bui V., Akkaya Y and Shah P., "Rheological model for self-consolidating concrete", ACI Materials Journal V. 99 No. 6 Nov-Dec 2002, pp 549-559.
[5] Tobes, J. M., Giaccio, G., Barragán, B. and Zerbino, R. "Mortar-based design for self compacting concrete", in Concrete Structures – Stimulators of development, J. Radic ed., fib Symposium, 2007, ISBN 978-953-95428-4-7, Dubrovnik, Croatia, pp 435-442.
[6] Gomes P.C., "Optimization and characterization of high strength self-compacting concrete", Doctoral Thesis, Universidad Politéctnica de Catalunya, 2002. 140 p.
[7] McBride J. and Mukai D. J., "Coarse aggregate and self-consolidating passing ability". ACI SP233 - Workability of SCC: Roles of Its Constituents and Measurement Techniques, Ed: C. Shi & K. H. Khayat, SP 233-6, 2006, pp. 77-95
[8] Saak A. W., Jennings H. M., Shah S. P., "New methodology for designing self-compacting concrete", ACI Materials Journal, November-December 2002, pp. 549-559.
[9] Giaccio G. and Zerbino R., "Failure mechanism of concrete: combined effects of coarse aggregates and strength level" Advanced Cement Based Materials, Evanston Illinois, Elsevier Ed. USA, V 7, n 1, 1998, pp.41-48.