

Concreto con Escorias Granuladas de Alto Horno (EAH)

Alumnos de Maestría en Ingeniería con Especialidad en Construcción y Planeación:

Christian Edgar Campos Ortíz: cedcor_82@hotmail.com, Luis Enrique Soto Calderón: soci9405@Gmail.com

Introducción

La emisión de dióxido de carbono (CO_2) a la atmosfera es uno de los principales problemas ambientales en nuestro planeta. Son muchos factores los que provocan dichas emisiones, en los que la industria del cemento alcanzan a arrojar a la atmosfera un valor de 1.0 ton por tonelada de Clinker (Cabrera, Escalante y Castro, 2016).

Además durante el proceso se requiere un alto consumo de recursos naturales y energía térmica (3600 MJ/tonelada de Clinker), esto debido a las altas temperaturas (1400-1500 °C) necesarias para producir clínker (Rivera, Gutiérrez, Mejía y Gordillo, 2013).

En el método de fundición de hierro y acero en alto horno, se genera una capa de materia conocida como escoria, compuesta principalmente por óxidos de silicio calcio y aluminio. Esta capa se encuentra por arriba de los 1,500 C° y al ser enfriada rápidamente (generalmente con agua) la escoria matine una estructura vítrea, a la cual se le conoce como escoria granulada de alto horno. La cual es un material de desecho en el proceso de fundición (González, 2012).

El reciclaje de residuos sólidos industriales permite ventajas potenciales para la sociedad; entre las que se encuentra: menor polución, reducción del volumen de terraplenes, economía de energía, generación de empleos, reducción de costos del control ambiental por las industrias, aumento de la durabilidad (Ceccato, Masuero Mores y Vilela, 2009).

Propiedades

En uno de los trabajos recientes realizados sobre un cemento de escoria de alto horno en Alemania en el que se empleo 405 m² /kg de superficie específica, misma que contenía 77.8% de escoria, se obtuvieron excelentes características mecánicas y de durabilidad en mezclas de concreto superfluidificado con 455 kg/m³ de contenido de cemento y una relación de a/mc de 0.28. 34. contando con una resistencia a compresión a 1, 2, 7 y 28 días fue de 133, 379, 590 y 914 kg/cm² respectivamente (Kumar, 2000).

Entre las ventajas que puede ofrecer el empleo de escoria granulada molida en el concreto fresco y endurecido se tienen:

- Reducción del calor de hidratación.
- Refinamiento de la estructura de poro.
- Reducción de la permeabilidad de agentes externos.
- Incremento de la resistencia al ataque químico.
- Resistencia al ataque por sulfatos.
- Mejoramiento de la trabajabilidad de la mezcla.
- En ciertos casos puede mejorar la resistencia a la corrosión del acero de refuerzo, (esto dependerá de la composición química de la escoria) (Ceccato, et al., 2009).

- Puede alcanzar mayor resistencia de compresión para determinados niveles de reemplazo del cemento portland. Además que se tiene un ahorro de cemento portland común en la mezcla de concreto.

La escoria es activada por medio de la presencia de portlandita $\text{Ca}(\text{OH})_2$ liberada de la hidratación del Clinker, esto sucede, por los álcalis contenidos en la escoria y por la acción del regulador de fraguado (yeso y/o anhidrita).

Lo que genera otras características relacionadas con su proceso de hidratación:

- No se tiene liberación de portlandita $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y se puede pensar en un consumo de la cantidad liberada por el clinker.
- No se tiene formación de aluminato tricálcico (C_3A).

Los álcalis (K_2O y Na_2O), que participa como catalizadores en la hidratación de las escorias, quedan atrapados en la red cristaliza y no en estado libre (Ceccato, et al., 2009)

Resistencia de las EAH

La escoria granulada fue desarrollada en 1853 en Alemania y se usa desde el siglo XX. Su uso normal en Estados Unidos constituye el 30% al 45% de la masa del material cementante en la mezcla, pero algunos países se usa un 70% o más de escoria.

La ASTM C 989 (AASHTO M 302) clasifica la escoria por su nivel creciente de reactividad como grado 80, 100 o 120 (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi, 2004).

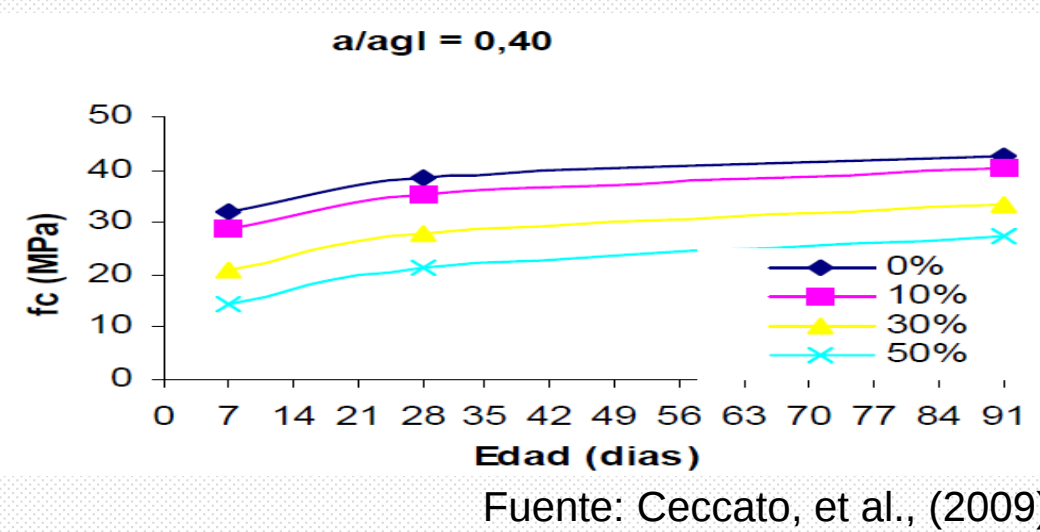
A continuación se presenta 3 pruebas realizadas por Ceccato, et al., (2009):

- 1.- Resistencia a compresión uniaxial
- 2.- Resistencia a la tracción por compresión diametral
- 3.- Resistencia en la tracción en la flexión

Aplicando sustitución de cemento por escoria granulada, (a) relación agua/aglomerante = 0,40 (b) relación agua/aglomerante = 0,55 (c) relación agua/aglomerante = 0,70.

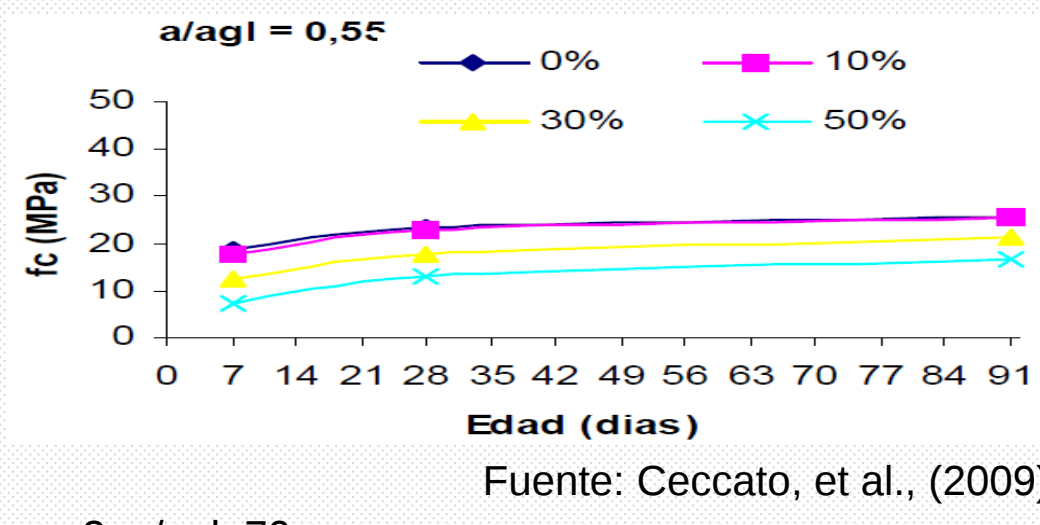
1.- Resistencia a compresión uniaxial

Figura 1. a/agl=40



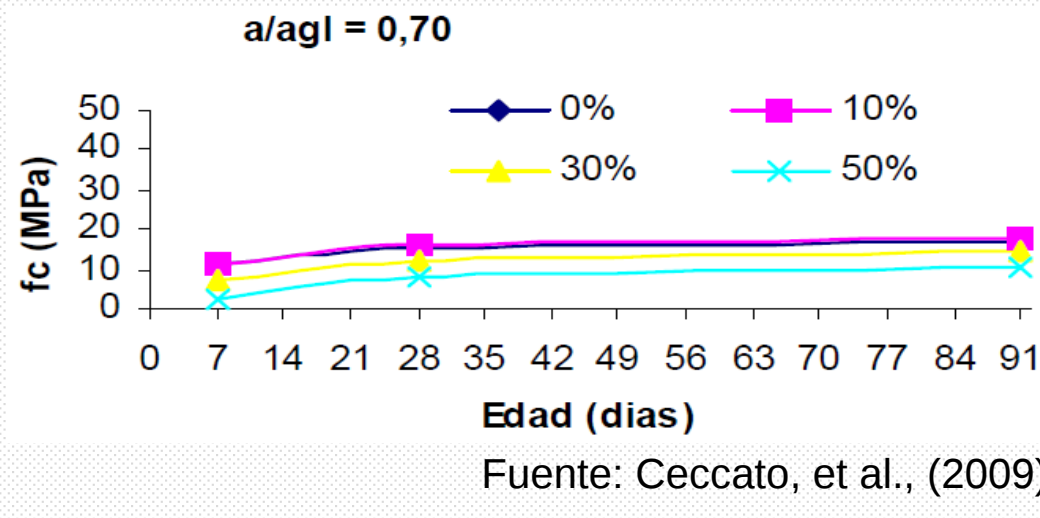
Fuente: Ceccato, et al., (2009)

Figura 2. a/agl=55



Fuente: Ceccato, et al., (2009)

Figura 3. a/agl=70

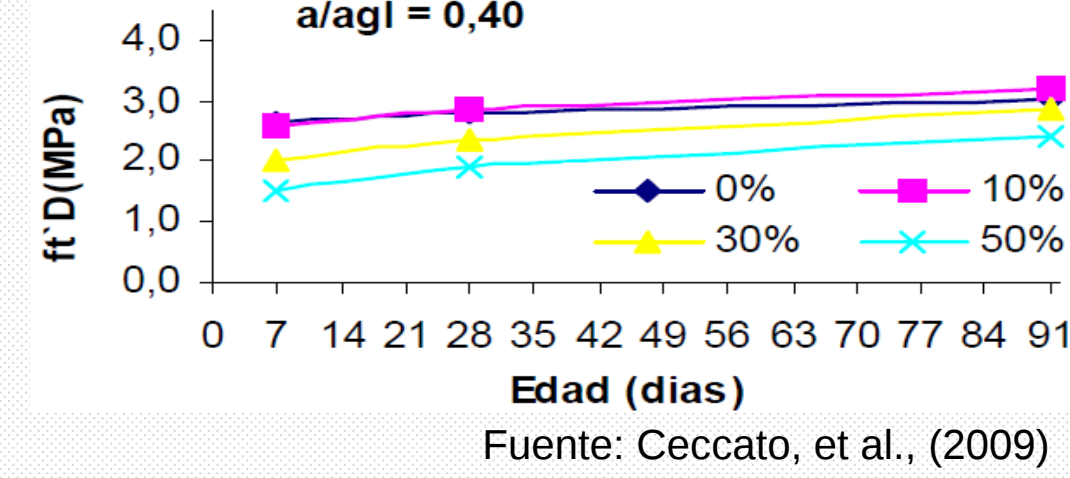


Fuente: Ceccato, et al., (2009)

2.- Resistencia a la tracción por compresión

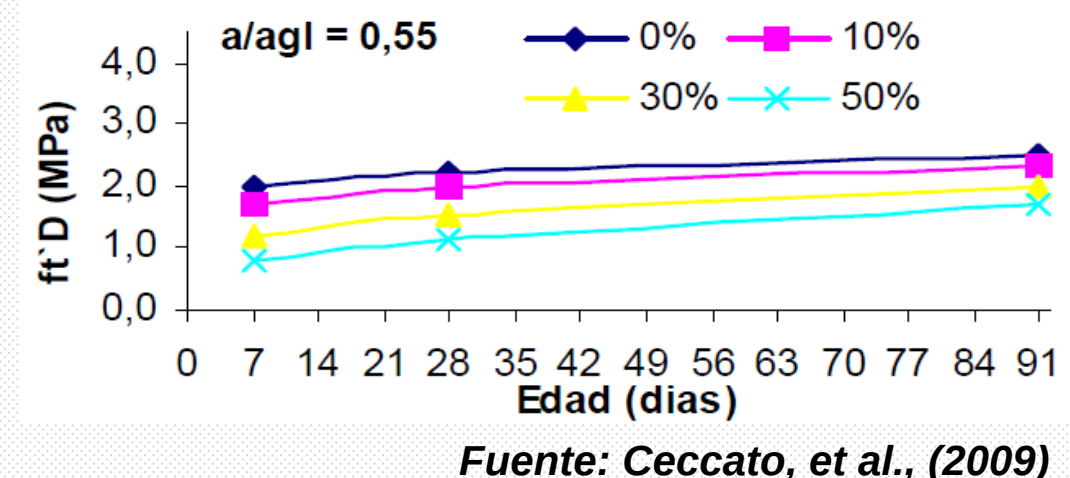
diametral

Figura 4. a/agl=40



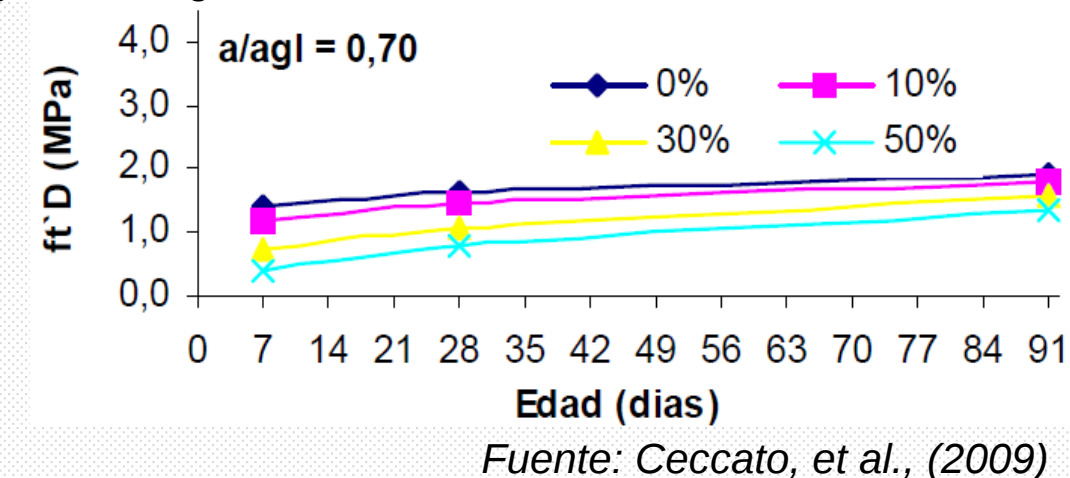
Fuente: Ceccato, et al., (2009)

Figura 5. a/agl=55



Fuente: Ceccato, et al., (2009)

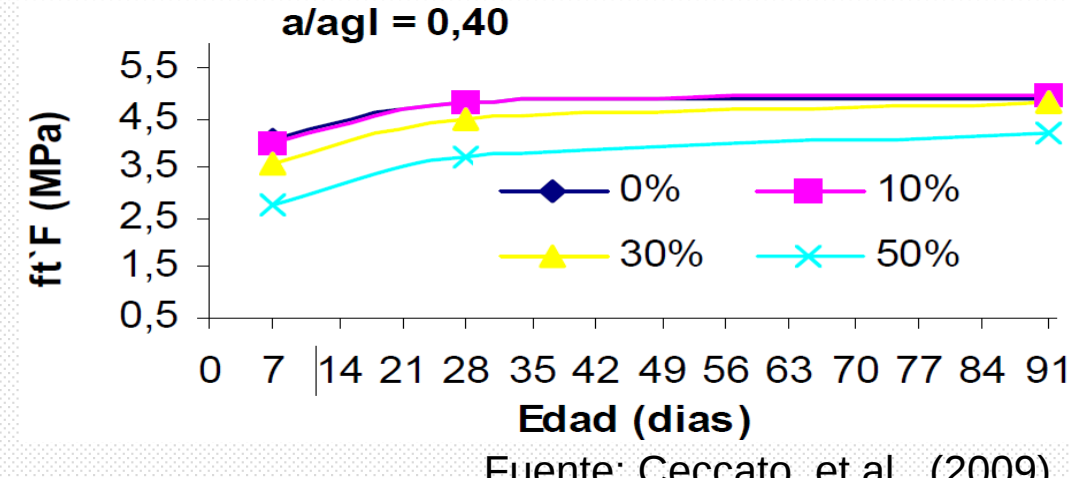
Figura 6. a/agl=70



Fuente: Ceccato, et al., (2009)

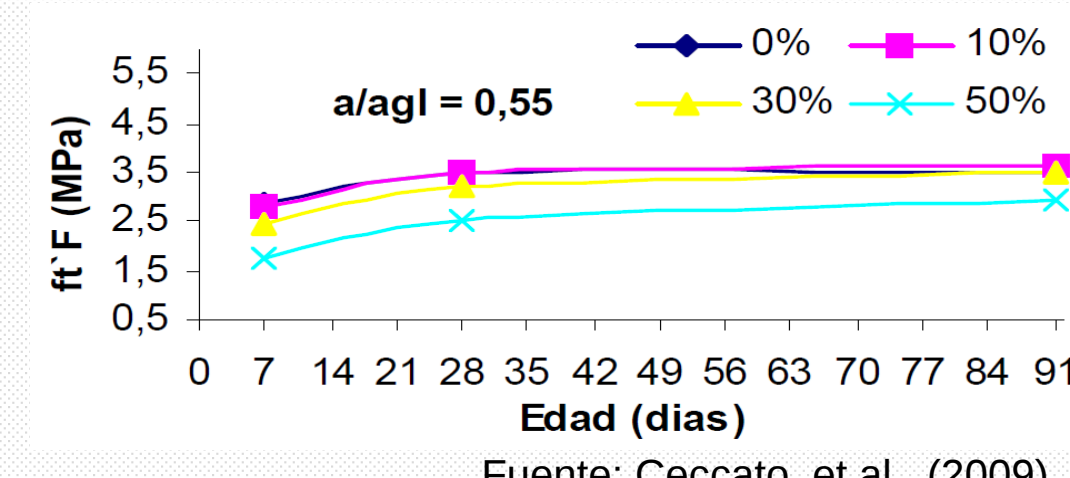
3.- Resistencia en la tracción en la flexión

Figura 7. a/agl=40



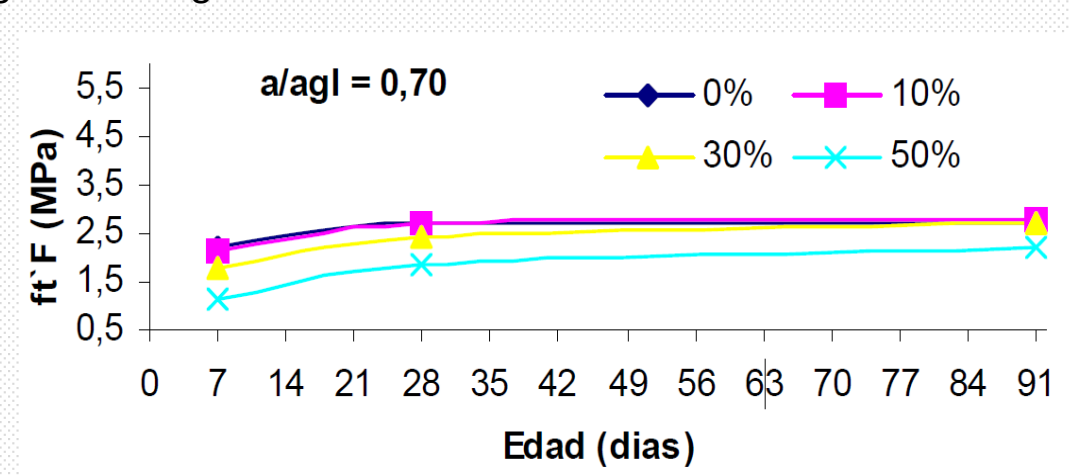
Fuente: Ceccato, et al., (2009)

Figura 8. a/agl=55



Fuente: Ceccato, et al., (2009)

Figura 9. a/agl=70



Fuente: Ceccato, et al., (2009)

Conclusiones

La escoria granulada a pesar de ser un material de desecho proveniente de la industria de la fundición de metales, se ha comprobado que cuenta con propiedades que permiten su implementación como argado en la elaboración de concretos y asfaltos, además de que su implementación ayuda a reducir los impactos ambientales generados por la industria de la función.

Es importante que los procesos constructivos de hoy en día consideren los impactos ambientales y que se busquen alternativas para mitigarlos, como lo es mediante el uso de materiales como la escoria granulada.

Referencias

1. Cabrera-Madrid, J. A., Escalante-García, J. I., & Castro-Borges, P. (2016). Resistencia a la compresión de concretos con escoria de alto horno. Estado del arte re-visitado. Revista ALCONPAT, 6(1), 64-83.
2. Ceccato, D., Masuero, A. B., Moraes, C., & Vilela, A. C. F. (2009). Reciclaje de escoria granulada de fundición (EGF) como sustitución de parte del cemento en hormigón. Matéria (Rio de Janeiro), 14(1), 737-748.
3. González Acuña, R. E. (2012). Caracterización de geopolímeros base ceniza volante y escoria granulada de alto horno (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
4. Kosmatka, S. H., Panarese, W. C., & Bringas, M. S. (1992). Diseño y control de mezclas de concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.
5. Mehta, P. K. (2000). Avances en la tecnología del concreto. Construcción y Tecnología. IMCYC, México.
6. Rivera, J. F., de Gutiérrez, R. M., Mejía, J. M., & Gordillo, M. (2014). Hybrid cement based on the alkali activation of by-products of coal. Revista de la Construcción. Journal of Construction, 13(2), 31-39.