

Fabricación de bloques de concreto empleando escorias de acería como agregado

Daniel Casallas¹, Yuber Acosta¹, Oscar Gomez¹, Jose Nunes^{1,*}, Cesar Vallejo¹ y Jhon Quiñones¹

¹Gerdau Diaco; jose.nunes2@gerdau.com.br

Resumen: El presente proyecto se centra en la utilización de la escoria de acería, el cuál es un material secundario resultante del proceso de fabricación de acero que puede ser utilizado en el desarrollo de productos constructivos para su aplicación en proyectos internos y externos. Para que los bloques con base de escoria puedan ser utilizados en aplicaciones constructivas es necesario que cumplan con propiedades de resistencia y durabilidad con respecto a valores nominales de normas técnicas. Inicialmente fue hecho el análisis físico químico de la materia prima, con esta caracterización de la materia prima se evaluaron diferentes dosificaciones y se prepararon muestras para evaluar las propiedades mecánicas de los bloques. Los resultados se compararon con la resistencia nominal de las normas exigidas para cilindros y núcleos de concreto. Finalmente, se obtuvieron las proporciones óptimas de mezcla para el desarrollo de los bloques con equipos proporcionados por la empresa contratista. Los resultados muestran valores de resistencia a la compresión muy cercanos a los 2500 PSI exigidos en la norma NTC 673.

Palabras claves: Escoria; Concreto; Cerramiento perimetral; Resistencia a la compresión

1. Introducción

El uso de materiales secundarios como lo es la escoria resultante de los procesos de horno eléctrico de fusión y afino en la producción de acero, se está utilizando como agregado en la producción de cemento, ladrillos y asfalto en empresas del campo de la construcción. El uso de escoria acero en la industria de ladrillos puede beneficiar la reducción de los costos de disposición y adicional a la protección del medio ambiente [2]. A pesar de que muchos estudios han reportado el efecto positivo de reemplazar los materiales agregados como arenas y gravas por escorias del proceso de fundición de acero, aún hay gran potencial de desarrollar un proceso estandarizado de fabricación ladrillos o bloques. La escoria de acero que se sé utilizo en la fabricación de los bloques es obtenida de los hornos eléctricos y de afino de la acería de Gerdau Diaco Tuta en Colombia. La composición química de las escorias esta expresada en función de óxidos simples calculados a partir de fluorescencia de rayos X. El objetivo de este proyecto es disponer los subproductos de la producción de acero mediante el desarrollo de materiales alternativos de construcción como lo son bloques para aplicaciones de cerramientos sustituyendo agregados tradicionales como las arenas y cemento por escorias.

2. Caracterización de la materia prima

Los materiales utilizados para la fabricación de los muros fueron escoria blanca y negra de la acería de tuta, cemento, plásticos y tierras de la fragmentadora compactadas en lonas. La escoria negra fue seleccionada del patio de co-productos en tamaños de 7 mm y de 3/4" hasta 1". La escoria blanca fue seleccionada en tamaño de 7 mm. Fue realizado análisis químico de las escorias con el fin de establecer las propiedades reales de estos sub-productos del proceso de acería. El análisis de las

escorias se realizó mediante fluorescencia de rayos X-XRF, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Resultado análisis químico escorias por fluorescencia de rayos X.

Compuesto	Escoria Negra (% m/m)	Escoria blanca (%m/m)
Oxido de Sodio (Na ₂ O)	-	0,23
Oxido de Magnesio (MgO)	3,80	6,73
Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	9,91	6,53
Óxido de Silicio (SiO ₂)	24,50	23,78
Óxido de Azufre (SO ₃)	0,21	1,88
Óxido de Potasio (K ₂ O)	0,60	0,71
Óxido de Calcio (CaO)	32,00	41,80
Óxido de Titanio (TiO ₂)	1,35	0,61
Óxido de Cromo (Cr ₂ O ₃)	1,81	0,56
Óxido de Manganeso (MnO)	0,78	0,64
Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	21,10	9,35
Óxido de Zinc (ZnO)	0,43	0,59
Óxido de Zirconio (ZrO ₂)	0,39	0,12
Oxido de Plomo (PbO)	-	0,15
Cloro (Cl)	0,25	0,22
Otros Elementos	2,75	0,86
Perdidas por ignición	0,00	5,24

3. Diseño de las mezclas de concreto

Fue elaborado el diseño de mezcla de concreto con una dosificación adecuada de escorias, tierras de la fragmentadora y cemento esto con el fin de alcanzar una resistencia de diseño de 2500 PSI, la dosificación final obtenida se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Detalle de las proporciones de mezcla y cantidad de materiales.

Material	Dosificación (m³)	Cantidad (kg)
Cemento	0,27	300
Tierra – Plásticos	0,11	220
Escoria Negra Media 3/4"-1"	0,72	1640
Escoria Negra Fina 7 mm	0,17	330
Escoria Blanca Fina 7 mm	0,17	330
Total	1,44	2820

4. Proceso de fabricación de los bloques

4.1. Selección, almacenamiento y dosificación de materiales

Las escorias, el cemento y las lonas con plásticos y tierras fueron separadas en el patio de coproductos en las granulometrías y cantidades mostradas en la tabla 2. La materia prima fue apilada en la zona de construcción de bloques como se muestra en la figura 1. Las formaletas utilizadas para la fabricación de los bloques son de dimensiones de 160 cm de largo, 80 cm de alto y 80 cm de ancho.



Figura 1. Materiales seleccionados y almacenados en la zona de fabricación de bloques

4.2. Fundición de los bloques de escoria

Inicialmente el concreto con escoria fue fundido hasta alcanzar una altura de 30 cm en la formaleta (figura 2a), aplicando 350 L de agua por bloque. Después fueron agregadas lonas con plásticos y tierras (figura 2b), esto con el objetivo de disminuir el peso de los bloques y disponer estos co-productos. Las lonas compactadas dentro de la formaleta fueron cubiertas en una segunda etapa hasta alcanza 48 cm de altura (Figura 2c). Durante el proceso de fundición fue aplicado vibración de baja frecuencia durante un tiempo corto para no producir segregación de los agregados hasta alcanzar la altura total de 80 cm de la formaleta. Al final se realizó un proceso de alizado (figura 2d), esto con el proposito de quitar excesos de concreto.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 2. (a) Fundición hasta 30 cm de altura de la formaleta; (b) Formaleta con lonas de tierra y plásticos (c) proceso de fundición hasta 48 cm de altura (d) Proceso de alizado

5. Pruebas de resistencia a la compresión

Durante la elaboración de los bloques de escoria, se tomaron muestras con moldes cilíndricos de acuerdo a la norma NTC 1377 (Elaboración y Curado De Especímenes De Concreto Para Ensayos De Laboratorio), las muestras se sometieron a un proceso de curado en agua para posteriormente enviar al laboratorio y programar las respectivas fechas de falla de acuerdo a la norma NTC 673 (Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros normales de concreto). En la tabla 3 se muestran los resultados de 4 muestras ensayadas.

Tabla 3. Resultados de resistencia a la compresión.

No. Muestra	Resistencia Nominal (PSI)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Densidad Ton/m ³	Peso (Kg)	Carga Axial (kgf)	Días de curado	Resistencia final (PSI)
1	2500	15,2	30,5	2,97	16,50	17396	14	1362
2		15,2	30,5	2,96	16,45	17855	14	1398
3		15,2	30,5	2,99	16,61	28542	28	2235
4		15,2	30,5	2,96	16,45	28725	28	2250

6. Conclusiones

Se realizaron varios experimentos para estudiar el efecto de utilizar escorias de acería en la resistencia a la compresión de bloques de concreto, las primeras pruebas muestran que la resistencia de los bloques después de 14 días de curado es un 56% menor a la resistencia nominal exigida por la norma, para 28 días esta se acerca más a la resistencia de 2500 PSI exigida por la norma con una diferencia de 10%. El proceso de fabricación de los bloques muestra que si se mejoran los procesos de dosificación de las escorias se podría alcanzar valores más cercanos a los 2500 psi de resistencia. Es necesario hacer nuevas pruebas para garantizar que los bloques ya se encuentran en valores superiores a los 2500 PSI exigidos por la norma NTC 673. Como trabajo futuro se pretende buscar la reducción de la cantidad de cemento en la mezcla y hacer más rentables la fabricación de los bloques. Se requieren hacer pruebas de absorción de agua para verificar la expansión de los bloques y garantizar que estos sean más confiables. Es necesario hacer seguimiento del comportamiento de los bloques cuando están ya apilados en el muro.

Referencias

1. ISSN: 2319-8753, "Utilization of Steel Slag in Concrete as a Partial Replacement Material for Fine Aggregates" International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. (An ISO 3297: 2007 Certified Organization)
2. ISSN: 2319-8753, "Steel Slag ingredient for concrete pavement" International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, Vol. 2, Issue 3, March 2013 Author 1, A.; Author 2, B. *Book Title*, 3rd ed.; Publisher: Publisher Location, Country, 2008; pp. 154–196, ISBN.
3. Monshi A, Asgarani MK. Producing Portland Cement From Iron and Steel Slags and Limestone [J]. *Cement. Concrete. Res.*, 1999, 29(9): 1373–1377
4. Airey, G.D.; Collop, A.C. y Thom, N.H. Mechanical Performance of asphalt mixtures incorporating slag and glass secondary aggregates. Reino Unido: Universidad de Nottingham; 2004