

Alternativas de disposicion de residuos patogenicos en morteros de cemento

Bossio, Pablo

pablo.bossio@ing.unlp.edu.ar

Facultad de Ingeniería - LEMIT-CIC.

Universidad Nacional de la Plata – Argentina

Resumen

En este trabajo se presentan resultados correspondientes a un proyecto que estudia alternativas de disposición de cenizas de residuos patogénicos provenientes de la zona del gran La Plata en morteros de cemento. Se elaboraron morteros con cemento portland normal y con cemento de albañilería con distintos contenidos de cenizas; los mismos fueron expuestos a diferentes ambientes con el fin de evaluar la estabilidad de las mezclas. Se describen la elaboración de las mezclas y propiedades en estado fresco, y, la evolución de las propiedades físicas y mecánicas en el tiempo. Los resultados confirman, desde el punto de vista físico mecánico, la factibilidad de disposición de este tipo de residuos en elementos constructivos como bloques y otras piezas similares.

Palabras clave: Cenizas de residuos patogénicos, cemento portland, cemento de albañilería, propiedades mecánicas.

Introducción

Los residuos patogénicos son elementos sólidos, semisólidos, líquidos o gaseosos que presentan características de toxicidad o actividad química, física o biológica que pueda afectar perjudicialmente en forma directa o indirecta, mediata o inmediata la salud humana, animal y vegetal y/o causar contaminación del suelo agua o la atmosfera. Según las leyes vigentes deben ser incinerados convirtiéndolos en sólidos incombustibles y gases a fin de reducir su volumen y peso. Las cenizas generan la necesidad de evaluar alternativas para su disposición; entre las distintas posibilidades aparecen los morteros y hormigones de cemento portland.

Los materiales a base de cemento portland constituyen alternativas importantes para el aprovechamiento y/o disposición de diversos subproductos industriales y residuos. Entre ellos se destacan las cenizas volantes provenientes de usinas térmicas, las escorias de la industria siderúrgica, los residuos de demolición y construcción, así como otros residuos como vidrios, arenas de fundición, residuos del cuero, etc. (1). Desde hace años el LEMIT-CIC ha incorporado esta temática entre sus líneas de investigación realizando cooperaciones con varios centros científicos como CINDECA, CIMA, CITEC, CEQUINOR así como con reparticiones públicas como la Dirección Provincial de Vialidad (2).

En lo relativo a las cenizas de residuos patogénicos se han estudiado cenizas de la región mostrando la factibilidad de su empleo en la fabricación de bloques de mampostería (4-11).

Objetivos

Este trabajo presenta resultados que forman parte de un proyecto en el que participan investigadores del LEMIT-CIC, de la Facultad de Ingeniería, del CONICET y del CINDECA, junto con la Fundación Biosfera. El principal objetivo del proyecto es valorar alternativas de disposición de cenizas de residuos patogénicos provenientes de la zona del gran La Plata en hormigones y morteros elaborados con distintos cementos.

La información aquí presentada corresponde a la etapa de fabricación de las probetas, exposición en diferentes ambientes y evaluación de las propiedades físicas y mecánicas. En este momento se realizan estudios de lixiviación a cargo del CINDECA.

Materiales y Métodos

Se realizaron dos series de morteros con distintos cementos y contenidos de cenizas. Se evaluaron las propiedades en estado fresco y se fabricaron prismas de 40x40x160mm para analizar la evolución de la resistencia a flexión y a compresión hasta la edad de 28 días. Asimismo se moldearon cubos de 70 mm de arista que, a distintas edades, fueron sumergidos en diferentes medios (agua pura, agua de red, agua ácida, agua de mar) con el fin de evaluar la posible lixiviación de cationes y la afectación de sus propiedades en el tiempo. Pasado un año se tomaron muestras de agua de contacto y se ensayaron los cubos a fin de valorar su densidad, absorción y resistencia a compresión.

Se utilizaron como ligantes Cemento Portland Normal (CPN) y Cemento de Albañilería (CA), elaborando morteros con 25 y 50 % de reemplazo en peso de cemento por cenizas (CPN 25, CPN 50, CA 25 y CA 50) y un mortero control, sin cenizas (CPN 0 y CA 0). Se utilizaron como agregados arena silícea natural y piedra partida granítica de 12 mm de tamaño máximo.

La Tabla 1 muestra la composición química de las cenizas, analizadas por espectroscopia de dispersión de rayos X, y la Tabla 2 las proporciones de las mezclas y resultados en estado fresco del asentamiento, medido en un cono de 150 mm de altura.

Tabla 1. Análisis químico de las cenizas.

Elemento	Contenido (%)
C	6,0
O	25,9
Na	5,0
Mg	2,8
Al	1,9
Si	11,0
P	1,6
Cl	6,5
K	1,3
Ca	31,0
Ti	2,1
Fe	1,2
S	3,7

Se moldearon prismas de 40 x 40 x 160mm para evaluar la evolución de la resistencia que fueron curados bajo agua hasta las respectivas edades de ensayo (1, 7 y 28 días). A su vez se midió la evolución de la temperatura durante las primeras 24 horas con el objetivo de evaluar el efecto de la incorporación de cenizas en el proceso de hidratación del cemento.

Por otro lado se moldearon probetas cúbicas de 70mm de lado, con el fin de analizar el comportamiento a largo plazo de los morteros frente a diferentes ambientes, tales como agua pura, agua de red, agua ácida y agua de mar. Los cubos fueron curados bajo agua de red y luego sumergidos en los diferentes ambientes a edades de 1, 7 y 28 días para los morteros con CPN, y a 2, 14 y 28 días para los de CA. Esta diferencia obedece al retraso de fraguado experimentado en el segundo grupo lo que impedía el desmolde de las piezas. Se sumergieron dos cubos por recipiente con 3 litros de solución según el ambiente que simulaban. Se realizaron extracciones de cada recipiente para el análisis de lixiviación de metales pesados a 7, 28 y 56 días luego de la inmersión.

Una vez finalizado el período de exposición a los distintos ambientes (más de 400 días), se realizó un relevamiento visual del estado de los cubos y se procedió a la determinación de la

densidad y absorción, y posteriormente la evaluación de su resistencia a la compresión. Sobre los fragmentos de los cubos se tomaron muestra del material sólido para otros ensayos químicos.

Tabla 2. Proporciones de los morteros (kg/m^3).

Mezcla	CPN	CA	Ceniza	Agua	Arena1	Arena2	Asentamiento (mm)
CPN 0	440	0	0	220	455	920	115
CPN 25	330	0	110	220	455	910	100
CPN 50	220	0	220	220	455	900	30
CA 0	0	430	0	215	445	900	105
CA 25	0	322	108	215	445	880	80
CA 50	0	215	215	215	445	860	20

Para la determinación de la densidad se pesaron las probetas cúbicas previo al ensayo de compresión, y se determinó su volumen mediante el principio de Arquímedes, conociendo su peso sumergido. Asimismo, para la determinación de la absorción se pesaron luego de 24 hs de saturación bajo agua, y luego las probetas secas calculando la absorción en porcentaje de su peso. Los ensayos de flexión y compresión se realizaron según norma IRAM 1622 (3).

La Figura 1 muestra aspectos relacionados con el desarrollo del programa experimental, el aspecto de las cenizas, los dispositivos de ensayo para los ensayos mecánicos, y el aspecto de los cubos luego de transcurrida la etapa de inmersión en diferentes medios. Se destaca que, como fuera observado en experiencias previas (4-9), en ocasiones se produce durante la etapa inicial una expansión de las mezclas con cenizas posiblemente debida a la presencia de elementos que generan incorporación de aire (por ejemplo aluminio) en las mezclas; esto da lugar a una expansión del mortero, lo que claramente se visualiza en las figuras. Por tal motivo con la mezcla CA50 se moldearon probetas aplicando sobre la cara superior del molde un peso que restringe la expansión, mezcla CA50c, en forma similar al procedimiento utilizado cuando se estudian morteros expansivos.

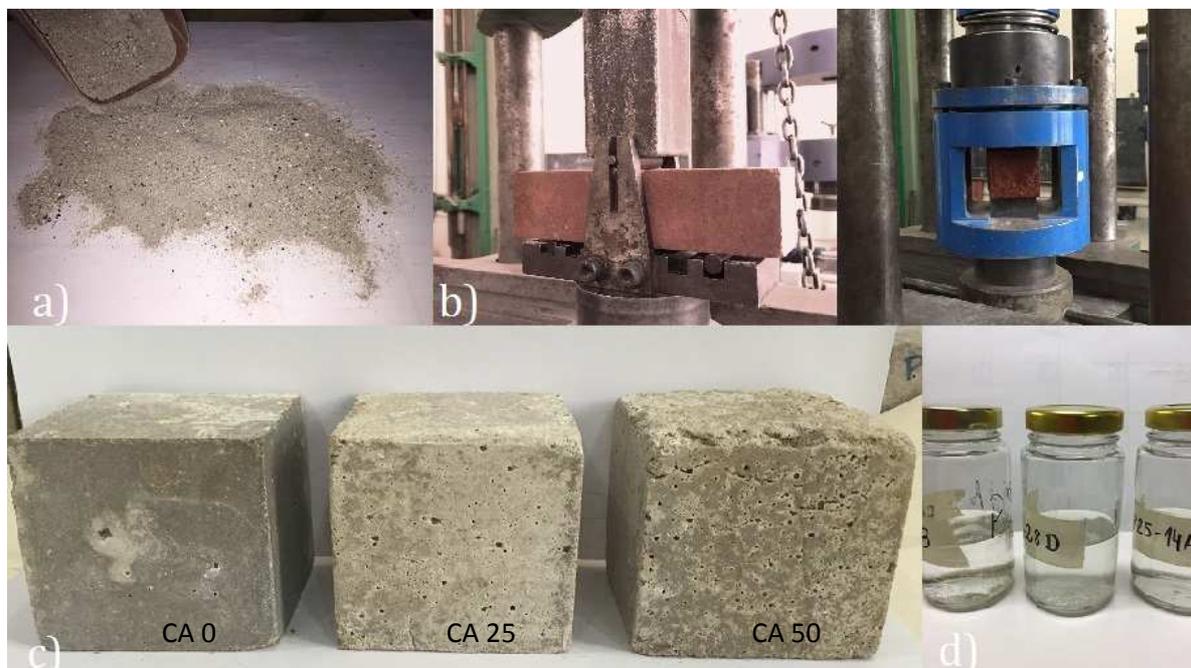


Figura 1. a) Aspecto de las cenizas; b) ensayos de flexión y compresión, c) vista de los cubos a la edad de un año previo a su ensayo, d) muestras destinadas a ensayos de lixiviación.

Resultados y Discusión

La Figura 2 muestra la evolución de la resistencia a flexión y compresión de las mezclas. Es posible observar que, como es lógico, la resistencia decrece al incorporar cenizas y es menor en el caso del cemento de albañilería, no obstante se destaca que no se produce caída de resistencia a lo largo del tiempo. Asimismo se aprecia que los niveles de resistencia a compresión son compatibles con aplicaciones como la construcción de bloques.

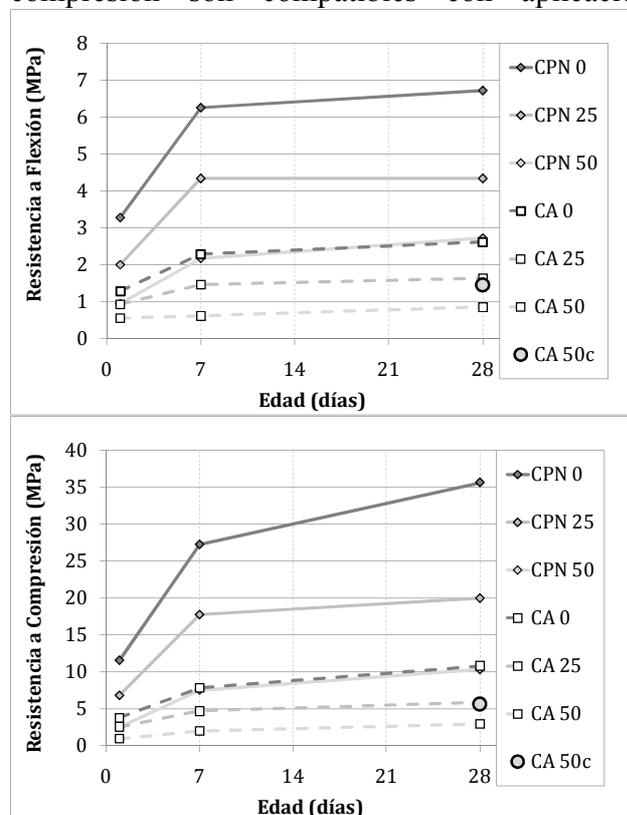


Figura 2. Evolución de la resistencia a flexión y compresión.

Tabla 3. Densidad y absorción de las distintas series según edad y medio de inmersión.

	Edad	Agua pura		Agua de red		Agua ácida		Agua de mar	
		Dens. (g/cm ³)	Abs. (%)						
CPN0	1	2,35	1,1	2,35	1,2	2,34	1,7	2,31	2,1
	7	2,35	1,0	2,35	1,0	2,34	1,0	2,35	1,5
	28	2,34	1,0	2,36	0,9	2,35	0,9	2,33	2,5
CPN25	1	2,19	2,3	2,21	2,0	2,18	2,3	2,20	2,3
	7	2,23	1,4	2,22	1,4	2,20	1,8	2,22	2,1
	28	2,21	1,6	2,21	1,9	2,21	1,7	2,22	1,8
CPN50	1	2,07	2,7	2,07	2,8	2,04	4,4	2,09	2,6
	7	2,07	2,8	2,07	2,8	2,06	3,6	2,06	3,9
	28	2,04	4,1	2,06	4,3	2,03	4,6	2,06	3,7
CA0	2	2,19	2,6	2,14	4,7	2,19	3,1	2,18	4,1
	14	2,16	4,1	2,19	3,1	2,20	2,7	2,18	3,5
	28	2,19	2,7	2,18	3,0	2,17	3,7	2,21	3,6
CA25	2	2,01	5,0	2,01	6,0	2,00	5,4	2,04	4,6
	14	2,04	4,3	2,01	4,9	2,02	4,6	2,03	4,4
	28	2,01	4,7	2,02	4,6	2,04	4,1	2,04	4,8

CA50	2	1,90	6,5	1,92	6,2	1,90	7,8	1,93	6,2
	14	1,94	5,0	1,92	6,7	1,93	5,4	1,91	6,4
	28	1,90	6,8	1,90	6,4	1,91	6,6	1,92	6,5

En la Tabla 3 se presentan los resultados de absorción y densidad medidos sobre los cubos a la edad de 400 días y en la Tabla 4 la resistencia a compresión que fuera posteriormente determinada. Se aprecia que para cada mezcla no existen diferencias significativas según el ambiente en el que estuvieron sumergidas ni por la edad de inmersión. Asimismo los valores de resistencia son mayores que los determinados sobre los prismas a la edad de 28 días, lo que indica que no existe una involución de la resistencia.

En la Tabla 5 se presentan los valores de resistencia relativa a la serie patrón sin incorporación de ceniza. Se puede observar que para reemplazos de 25% de cemento por cenizas, la resistencia desciende a un 63% del valor de referencia, tanto para cemento normal como para cemento de albañilería. A su vez para reemplazos del 50% se reduce la resistencia a un 37% para el cemento normal y a un 44% para el cemento de albañilería en promedio para todos los medios de inmersión. En el caso de las probetas prismáticas, que tuvieron curado normalizado, para ambos tipos de cemento a la edad de 28 días la resistencia se reduce a 55% y 28% según fuera el reemplazo de 25% o 50%.

Tabla 4. Resistencia a la compresión de las distintas series según edad y medio de inmersión.

	Ambiente	Agua pura	Agua de red	Agua ácida	Agua de mar
	Edad de inmersión	f'c (MPa)	f'c (MPa)	f'c (MPa)	f'c (MPa)
CPN0	1	52,3	46,9	51,9	49,6
	7	51,0	46,6	52,6	48,0
	28	48,1	42,7	47,4	35,2
CPN25	1	29,7	34,5	27,4	27,9
	7	31,4	26,5	30,5	30,6
	28	29,6	27,7	33,0	29,7
CPN50	1	17,4	17,6	18,3	17,1
	7	20,2	15,3	15,6	15,4
	28	20,1	17,7	19,6	17,7
CA0	2	16,9	18,1	19,1	12,9
	14	17,6	18,6	14,7	13,2
	28	17,0	17,8	18,9	15,0
CA25	2	11,2	9,8	10,3	8,2
	14	10,8	11,4	11,8	9,2
	28	11,9	11,7	10,6	10,7
CA50	2	8,3	7,3	7,0	6,3
	14	6,9	7,7	7,7	6,5
	28	8,0	7,4	7,4	6,8

Tabla 5. Resistencias a compresión relativas (en %).

	CPN0	CPN25	CPN50	CA0	CA25	CA50
Prismas normalizados	100	56	29	100	54	27
Agua pura	100	60	38	100	66	45

Agua de red	100	65	37	100	60	41
Agua ácida	100	60	35	100	62	42
Agua de mar	100	67	38	100	68	48

Conclusiones

Estas experiencias y diversos antecedentes indican que los materiales con cemento portland representan una alternativa para el depósito de cenizas de residuos patogénicos, así como de otros residuos.

Los valores de resistencia obtenidos muestran que materiales con incorporación de cenizas pueden ser utilizados en la elaboración de bloques para mamposterías, pisos y otros elementos de construcción, no obstante debe verificarse el estudio de lixiviación de metales pesados de los morteros analizado

Referencias

- (1) K. Mehta y P. Monteiro. "Concreto Estructura, propiedades y Materiales". IMCYC . Avda. Insurgentes Sur 1846. Col. Florida, México. DF Cp 01030 . 1998.
- (2) Zerbino, R. 2002, "Disposición de residuos en materiales cementíceos" Ciencia y Tecnología del Hormigón, ISSN: 0327-4845, N 9, pp. 3-4
- (3) Norma IRAM 1622, Cemento pórtland. Método de determinación de las resistencias a la compresión y a la flexión.
- (4) Genazzini, C., Giaccio, G. Ronco, A. y Zerbino R., 2002 "Estudios de lixiviación de larga duración sobre morteros que incorporan cenizas de residuos patogénicos" Ciencia y Tecnología del Hormigón, ISSN 0327-4845 N 9, pp. 15-22
- (5) Genazzini, C, Giaccio, G., Ronco, A., and Zerbino, R, 2000 "Physical and chemical properties of portland cement mortars incorporating hospital waste fly ash" Int. Conference: Sustainable construction into the next millenium: Environmental friendly and innovative cement based materials. Joao Pessoa, Brasil, pp.436-449
- (6) Genazzini, c., Giaccio, G., Ronco, A. y Zerbino, R., 2001. "Incorporación de cenizas de residuos patogénicos en morteros de cemento portland". Gerencia Ambiental, Año 8 N° 81, Dic. 2001, pp. 926-932.
- (7) Genazzini, C., Giaccio, G., Ronco, A., y Zerbino, R., 2001 "Empleo de cenizas de residuos patogénicos en morteros de cemento portland" Proc. 14ª Reunión Técnica AATH, Olavarría, V.2, 2001, pp.45-52.
- (8) Genazzini, C., Giaccio, G., Ronco, A. y Zerbino, R. "Estudios de lixiviación de largo plazo sobre morteros que incorporan cenizas de residuos patogénicos" CD 15ª Reunión Técnica AATH, 2003, Trabajo T-49.