

Influencia del contenido de cenizas sobre las propiedades del mortero de cemento

ENRIQUE DAPENA (*); ESTHER PADILLA (**)

RESUMEN En este trabajo se estudian la variación en las propiedades de la pasta de cemento y mortero de cemento normalizadas, cuando se utilizan conglomerantes con distintos contenidos en cenizas. Los conglomerados utilizados son el CEM I-42, 5A (I-45A), CEM II/A-V-42,5A (IIC-45A), CEM I-42,5A+16% de cenizas volantes, y CEM I-42,5A+28% de cenizas volantes.

INFLUENCE OF THE ASH CONTENT ON THE PROPERTIES OF CEMENT MORTAR

ABSTRACT In this work, a study is made of the variation in the properties of standardised cement paste and cement mortar when conglomerates with distinct ash content are employed. The conglomerates used are CEM I-42, 5A (I-45A), CEM II/A-V-42,5A (IIC-45A), CEM I-42,5A+16% fly ash, and CEM I-42,5A+28% fly ash.

Palabras clave: Mortero de cemento; Cenizas volantes; Características.

1. INTRODUCCIÓN

Los nuevos tipos de cemento distinguen dos grupos de CEM II con cenizas volantes, los CEM II A-V que puedan contener hasta un 20% de cenizas y los CEM II B-V que pueden contener hasta un 35% de cenizas.

En este trabajo se pretende cuantificar la influencia del contenido de cenizas volantes, sobre las propiedades básicas de las pastas de cemento y de los morteros de cemento normalizados. Para ello se han ensayado conglomerantes tipo CEM I 42,5A, CEM II/A-V 42,5 y CEM I 42,5A + 16% cenizas volantes, y CEM I 42,5A + 28% de cenizas volantes.

La composición mineralógica aproximada del clinker con el que se fabricaron estos cementos es la siguiente:

Silicato tricálcico	SC ₃ :	59%
Silicato bicálcico	SC ₂ :	16%
Aluminato tricálcico	AC ₃ :	10%
Ferrito aluminato tetracálcico	AFC ₄ :	9%

2. ENSAYOS REALIZADOS

Los ensayos se realizaron sobre los tipos de conglomerante mencionados (tabla 1) cuyas equivalencias con las denominaciones antiguas son las siguientes:

I-45A	→	CEM I-42,5A
IIC - 45A	→	CEM II/A-V42,5A
I-45A + 16%C	→	CEM I-42,5A + 16%C
I-45A + 28%C	→	CEM I-42,5A + 28%C

Se han realizado los siguientes ensayos:

- Determinación de la cantidad de agua para obtener la pasta de consistencia normal.
- Determinación del principio y fin de fraguado de cada uno de los conglomerantes.
- Determinación de densidad, humedad, velocidad de propagación de ondas, resistencia a flexión y resistencia a compresión simple sobre probetas de mortero.

3. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

La variación en el contenido de agua necesario para fabricar pastas de consistencia normal, se recoge en la tabla 2.

La variación en el tiempo de fraguado con el contenido de cenizas se recoge en la tabla 3.

En la tabla 4 se recoge la evolución de la densidad, humedad, velocidad de propagación de ondas y resistencia, a 2, 7 y 28 días para cada uno de los conglomerantes estudiados.

CONCLUSIONES

1. Las cenizas disminuyen el contenido de agua necesario para conseguir pastas de consistencia normal. Se pasa de 155,5 cc de agua con cementos I-45A, a 141,5 cc de agua con cemento I-45A+28% cenizas.

(*) Catedrático de Materiales y Edificación. Escuela Universitaria de I.T.O.P., Universidad Politécnica de Madrid. Laboratorio de Geotecnia del CEDEX (Ministerio de Fomento).

(**) Ingeniero Técnico de Obras Públicas.

TABLA 1. Composición de los Conglomerantes.

	I-45A	IC-45A	I-45A+16%C	I-45A+28%C
Clinker	91,00	75,00	76,44	65,52
Yeso	6,00	5,00	5,04	4,32
Filler Calizo	3,00	4,00	5,52	2,16
Cenizas	0	16,00	16,00	28,00

	I-45A	IC-45A	I-45A+16%C	I-45A+28%C
Relación a/c	0,31	0,305	0,3	0,283
gr agua/500 gr cm	155,5	152,5	150	141,5

TABLA 2. Agua necesario para fabricar pasta de consistencia normal.

TABLA 3. Tiempos de fraguado.

	I-45A	IC-45A	I-45A+16%C	I-45A+28%C
Inicio de fraguado	2 horas 0,5 min	2 horas 22 min	2 horas 55 min	2 horas 41 min
Final de fraguado	2 horas 53 min	3 horas 12 min	3 horas 54 min	3 horas 46 min

	I-45A			IC-45A			I-45A+16%C			I-45A+28%C		
	EIDADES			EIDADES			EIDADES			EIDADES		
	2	7	28	2	7	28	2	7	28	2	7	28
Volumen	264	259	260	259,8	260	258	260	260	262	258,9	260,6	266
Densidad humedad	2,17	2,22	2,24	2,22	2,22	2,25	2,21	2,20	2,22	2,19	2,17	2,20
Humedad	8,9	9	8,7	9,2	8,61	9,68	8,67	8,88	8,86	9,14	9,35	9,43
Vel. Ondas	4,078	4,360	4,537	3,604	3,640	4,029	3,964	3,566	4,313	3,696	4,066	4,268
Res. Flexión (N/mm ²)	5,46	6,76	7,2	5,43	5,68	7,22	5,06	5,6	6,65	4,33	5,12	6,00
Res. Compres. Simple (N/mm ²)	38,6	50,64	59,56	40,34	49,48	62,08	33,23	42,5	52,02	24,58	36,02	44,76

TABLA 4. Características de los morteros de cemento preparados con las distintas mezclas.

- Las cenizas retrasan el inicio y el fin de fraguado del cemento I-45A. Se pasa de un inicio de fraguado a las 2 h 5 min en un cemento I-45A, a un inicio de fraguado a las 2 h 41 min en un conglomerante I-45A+28%C. El fin de fraguado se produce a las 2 h 53 min con el cemento I-45A y a las 3 h 46 min con el conglomerante I-45A+28%.
- El retraso en las reacciones de hidratación, se manifiesta en las siguientes características de las probetas de mortero a 28 días:
 - Las probetas fabricadas con cemento I-45A pierden a 100° C 8,7% de agua y las fabricadas con la mezcla I-45A+28% pierden a 100° C un 9,45% de agua, que es un 0,75% mayor.
 - La velocidad de propagación de ondas a los 28 días es de 4537 m/seg en las probetas con I-45A y de 4268 m/seg en las probetas con I-45A+28%C, que es un 6% menor.
 - La resistencia a flexión es de 7,2 N/mm² en las probetas con cemento I-45A y de 6 N/mm² en las probetas con cemento I-45A+28%C, que es un 17% menor.
 - La resistencia a compresión simple es de 59,56 N/mm² en las probetas con cemento I-45A y de 44,76 N/mm² en las probetas con conglomerante I-45A+28%C. Es decir un 25% menores.

AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio de Educación y Cultura, que concedió una beca de Formación de Personal Investigador que tuvo una duración de 3 meses, con la que se realizó este trabajo. A Fernando Varela, profesor de Materiales y Edificación en la EUTOP por la importante colaboración prestada para el desarrollo de este trabajo.