

# La adherencia en los morteros de albañilería

JORGE LUIS A. CABRERA, Ing.

Investigador de Materiales de Construcción. Centro Técnico para el Desarrollo de los Materiales de Construcción

Fecha de recepción: 2-X-95

CUBA

## RESUMEN

Se hace un estudio para determinar la resistencia a la adherencia que alcanzan los morteros de albañilería a los 28 días. Para ello se prepararon dosificaciones de morteros con 4 tipos de cementos, 2 tipos de arenas y 4 tipos de agregados, lográndose realizar 23 dosificaciones.

Los resultados demuestran la factibilidad de emplear dicho método para determinar la resistencia a la adherencia. Se obtuvieron valores de hasta 0,7 MPa a los 28 días.

P. Claves: Adherencia, morteros y albañilería.

## SUMMARY

The work presents a study carried out to determine the bond strength reached by bricklaying mortars at 28 days. 23 different dosages were prepared using 4 cement types, 2 sand types and 4 aggregate types.

The results prove the feasibility of using the mentioned method to determine bond strength. The values at 28 days reached up to 0.7 MPa.

Key words: Bond, mortars, bricklaying.

## 1. INTRODUCCIÓN

La adherencia es una característica propia de los morteros de albañilería y según Menéndez (1), es la propiedad que poseen los morteros de adherirse a los materiales con los cuales están en contacto (piedra, ladrillos, acero, etc.).

Ésta es para muchos autores, investigadores, profesores, constructores y albañiles la propiedad fundamental que deben cumplir los morteros, aunque son pocos los que han realizado un trabajo de investigación o técnico para determinar qué valores de resistencia deben alcanzar los mismos.

Esta falta de mediciones fue lo que dio origen a que se realizara un estudio más profundo para determinar entre que valores oscila la resistencia a la adherencia en morteros, en dependencia de los materiales con los cuales se está trabajando en la actualidad. Para ello fue necesario estudiar diferentes métodos, así como la eficiencia de los mismos y, por último, confeccionar un gran número de dosificaciones, y ensayos donde se pudieran conjugar variaciones de los componentes de los morteros (cementos, arenas y agregados) y obtener resultados medibles y de confianza.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS EMPLEADOS

### 2.1. Materiales

Cementos: P-350, PP-250, PZ-250 y CA-160

Arenas: Artificial lavada y de mar

Hidrato de cal y DPA

Polvo de piedra

Recebo

Agua

### 2.2. Métodos

Existe alguna bibliografía al respecto como son los métodos descritos en la norma ASTM 149-66 (2); ensayos de la ETI (3); ensayos del IPTB (4); proyecto de norma de Brasil (5), por Venuat (6) y otros (NBN 813-05; DIN 18 555; MR 21 RILEM 1982; ME-10.IPT, 1981; FE PA 36 LNEC, 1986; Cahier 2669-4 CSTB, 1993 (7).

Todos estos métodos hay que realizarlos con cuidado debido a que como las resistencias que se alcanzan son muy bajas, hace que las dispersiones sean grandes.

Para el ensayo se prepararon unas losas de hormigón de 300 x 200 x 20 mm, las cuales sirven de base al experimento, aunque pudiera ser una pared o cualquier otro tipo de losa en la que sus características sean lo más cercanas a la realidad.

Morteros preparados según (NC 52- 79:93) (8), son adheridos a las losas que se colocan a temperatura ambiente, bajo techo hasta la edad de ensayo.

Un disco de acero de dimensiones predeterminadas conteniendo en su parte superior roscas, es pegado al mortero a ensayar y con una hoja dentada se sierra alrededor del disco de acero hasta llegar a la base del hormigón.

El disco es acoplado a un manómetro, midiendo la fuerza necesaria para separar el disco de la base del hormigón, determinándose de esa forma la fuerza (F), la cual, dividida entre el área del disco (A), nos da la resistencia a la adherencia  $R = F/A$  (MPa).

### 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En la tabla I aparecen los análisis químicos de los 4 tipos de cementos, así como de las dos cales empleadas.

La tabla II muestra los resultados de los ensayos físicos y físico-mecánicos de los cementos. El cemento PP-250 alcanza una resistencia muy alta a los 28 días, esto es

normal en estos momentos, por lo que se está trabajando en reajustar los parámetros de producción con respecto a la calidad que debe poseer este cemento.

En la tabla III se muestra el análisis granulométrico de las arenas y agregados en por ciento que pasa.

La tabla IV muestra la adherencia para (en MPA) exhibida por los distintos morteros estudiados en función de la naturaleza de los cementos, arenas y agregados.

Se trabajó con 4 cementos con diferentes características, donde el P-350 es un cemento Portland puro, el PP-250 es un cemento Portland puzolánico, el PZ-250 es un cemento puzolánico y el CA-160 es un cemento de albañilería en base a clinker de cemento portland y caliza.

Las cales son: hidrato de cal de calidad II, según norma (9) es una cal aérea, y el DPA que es una cal obtenida en el proceso de producción del acetileno y que, como puede apreciarse en los resultados, posee buenas características químicas, comparables con el hidrato de cal II.

Como agregado ó árido se emplearon: arena de mar, ésta es una arena fina y lavada para disminuir la cantidad de sales, principalmente cloruros; arena artificial lavada, procedente de las canteras donde es triturada y lavada; el polvo de piedra que, al igual que la arena artificial, se obtiene de la trituración de la piedra y, por último, el recebo, marga calcárea en forma de polvo cuyo contenido de arcilla debe ser menor del 15% en peso, determinado a través del ensayo del hidrómetro.

TABLA I

Análisis Químicos en %

Nombre	P-350	PP-250	PZ-250	CA-160	CAL II	DPA
SiO <sub>2</sub>	21,8	24,82	28,66	17,88	2,0	2,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,68	6,34	4,88	5,17	1,04	1,81
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,29	3,59	6,13	3,79	0,20	0,29
CaO	60,05	53,91	49,22	56,50	67,35	68,70
MgO	0,91	1,56	1,21	1,21	---	---
SO <sub>3</sub>	2,68	2,71	1,40	2,95	---	---
PPI	2,87	3,54	6,69	8,85	---	---
RI	2,66	9,82	13,26	4,97	---	---
Ca(OH) <sub>2</sub>	---	---	---	---	91,01	92,84
CaCO <sub>3</sub>	---	---	---	---	1,20	1,64

TABLA II

Análisis físicos y mecánicos

Nombre	U	P-350	PP-250	PZ-250	CA-160	
FI	min.	65	70	90	110	
FF	h:min	2:50	3:10	4:10	3:00	
PE	g/cm <sup>3</sup>	3:09	3:01	2:80	3:00	
SE	cm <sup>2</sup> /g	4.278	3.687	4.867	4.129	
Rf	3d	MPa	5,79	4,09	1,86	1,87
	7d	MPa	6,24	5,73	2,50	2,96
	28d	MPa	7,29	6,32	3,94	4,17
Rc	3d	MPa	26,22	16,85	9,06	9,49
	7d	MPa	30,55	29,85	12,90	15,39
	28d	MPa	35,60	35,34	25,84	24,01

TABLA III

Análisis granulométricos en %

TAMIZ	A. DE MAR	A. LAVADA	P. PIEDRA	RECEBO
9,52	100	100	100	100
4,76	100	99,5	99,1	98,0
2,38	96,1	74,1	81,8	82,0
1,19	93,0	38,0	58,2	69,5
0,59	78,4	21,2	44,7	56,0
0,297	33,1	10,4	33,0	44,1
0,149	5,2	4,5	22,2	25,1
0,074	2,0	---	10,1	---

Para su utilización en morteros, la arena de mar fue pasada por el tamiz de 2,31 mm; la arena artificial lavada por tamiz 4,76 mm y el polvo de piedra y el recebo por tamiz de 0,59 mm.

La tabla IV contiene 7 dosificaciones volumétricas, empleándose 4 tipos de cementos de calidades diferentes (tablas I y II), arena de mar y, como agregados, hidrato de cal II y recebo.

Al aumentar las cantidades de arenas o agregados en las dosificaciones hay siempre una disminución de la resistencia a la adherencia, independientemente del cemento empleado.

Cuando se trabaja con recebo los mejores resultados son con el cemento PP-250 (0,44-0,17 MPa) y los peores con el CA-160 (0,25-0,06 MPa); en las dosificaciones con hidrato de cal, igualmente, las mayores resistencias se

TABLA IV

Dosificaciones estudiadas, partes en volumen									ADHERENCIA, MPa		
Nº de la Dosificación	Conglomerantes			Propor-ción	Áridos				X	MIN.	MAX.
	C P-350	Hidrato de Cal	Hidrato de Cal (D. acetileno)		Tipos						
					Arena de playa	Arena artificial	Polvo de piedra	Recebo			
<b>1. Morteros de cemento</b>											
1	1			4	3			1	0,39	0,38	0,40
2	1			6	4			2	0,26	0,23	0,30
3	1			8	5			3	0,10	0,10	0,10
4	1			4		3	1		--	--	--
5	1			5		4	1		0,45	0,45	0,45
6	1			6		4	2		0,39	0,37	0,40
7	1			8		6	2		0,38	0,37	0,40
8	1			4		3		1	0,50	0,47	0,53
9	1			5		4		1	0,46	0,42	0,50
10	1			6		4		2	0,41	0,38	0,46
11	1			8		6		2	0,36	0,32	0,41

TABLA IV (Cont.)

Dosificaciones estudiadas, partes en volumen									ADHERENCIA, MPa		
Nº de la Dosificación	Conglomerantes			Propor-ción	Áridos						
	C P-350	Hidrato de Cal	Hidrato de Cal (D. acetileno)		Tipos						
					Arena de playa	Arena artificial	Polvo de piedra	Recebo	X	MIN.	MAX.
<b>2. Morteros bastardos</b>											
12	1	0,5		3	3				0,43	0,30	0,49
13	1	1		4	4				0,39	0,30	0,40
14	1	2		6	6				0,14	0,10	0,17
15	1	3		8	8				0,11	0,10	0,15
16	1	1		3		3			0,59	0,52	0,67
17	1	1		4		4			0,49	0,45	0,52
18	1	2		4		4			0,45	0,45	0,45
19	1	2		6		6			0,38	0,35	0,40
20	1		1	3		3			0,52	0,52	0,52
21	1		1	4		4			0,49	0,45	0,52
22	1		2	4		4			0,43	0,40	0,45
23	1		2	6		6			0,36	0,30	0,40

alcanzan con el cemento PP-250, (0,70-0,07 MPa), seguido por las del cemento P-350, PZ-250, y CA-160 respectivamente, además son ligeramente mayores cuando se emplea el hidrato de cal.

En la tabla IV se muestran 4 dosificaciones diferentes en las cuales se varía la cantidad de arena, en este caso arena artificial lavada y 4 tipos de agregados; la resistencia a la adherencia disminuye al aumentar la cantidad de arena o agregado, y los mejores resultados se obtienen con el hidrato de cal y DPA, seguidos por polvo de piedra y recebo.

Haciendo una comparación respecto a la influencia de los áridos sobre la resistencia a la adherencia, se observa que cuando se emplea arena artificial lavada, la cual es más

gruesa, la resistencia es mayor, independientemente del agregado empleado.

#### 4. CONCLUSIONES

Por medio de este ensayo se logran obtener resultados de resistencia a la adherencia para una serie de dosificaciones con diferentes tipos de cementos, arenas y agregados que, aunque presentan alguna dispersión, da una idea de qué valores de resistencia alcanzan los morteros que normalmente se emplean en obras de albañilería.

Los mayores valores de resistencia a la adherencia se obtuvieron cuando se trabajó con la arena artificial lavada como árido y con el hidrato de cal como agregado en general, y los menores con cemento CA-160.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

- (1) MENÉNDEZ, J.: "Una lección sobre morteros", Folleto. Univ. de la Habana. 1946. 33 p.
- (2) C 149-66. Standard Especification for: Bond strenght of mortar to masonry units: Annual book of ASTM Standard. Part 12 (col.) Vig. desde 71-12. pp. 452-463.
- (3) Apparatus ETI-RIP-U for testing adhesive strenght: Hungarian Institute for Building Science. 7 p.
- (4) PASSOS, J.E.A.: "Evolucao da consolidacao contendo cal hidratada/J.E. Passos; M.A. Cincotto y M.T. de Nobrega. Sao Pablo. Instituto Brasileiro do concreto. 1985. 31 p.
- (5) Proyecto de norma 02-002.17.003 "Revestimiento de argamasas inorgánicas de paredes e Tetos. Determinación de resistencia de adherencias a tracción", Asociación Brasileira de Normas Técnicas. Río de Janeiro. Brasil. agosto 1993.
- (6) VENUAT, M.: "Adherencia (Aditivos y tratamientos de morteros y hormigones)". Barcelona. Editores Técnicos Asociados. 1972. PP. 67-68.
- (7) CARASEK, H. y SELMO, S.: "Método de Ensaio de Determinacao da Resistencia de Aderencia a tracao de Revestimientos de Argamasa". Memorias ENTAC 93, V.1, 17-19 nov. 1993. Sao Paulo. pp. 261-270.
- (8) NC52-79:93.: "Morteros de albañilería. Parte 1. Diseño y caracterización". Código de práctica para la construcción. Vig. enero 1993. 8 p.
- (9) NC54-286:84.: "Hidrato de cal". Especificaciones de calidad. Vig. octubre 1985.

\* \* \*

---

NOTA: Se agradece al Dr. César del Olmo las aportaciones realizadas en el presente trabajo.