

Materiales poliméricos para sistemas constructivos

Andrés Gómez-Estévez^{1*}, Gliseria Velazco-Cabrera², Sandra Fanego-Hernández¹, Arelys Rodríguez-Padrón¹, Mercedes Sosa-Hernández¹

1. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (Icidca).
Via Banca 804 y Carretera Central. San Miguel del Padrón, La Habana, Cuba.
* andres.gomez@icidca.azcuba.cu
2. MINCULT – CUJAE - CECAT, Centro de Estudios de Construcción y Arquitectura Tropical.
Calle 114 No. 11901 e/Ciclovía y Rotonda, Marianao, La Habana, Cuba.

RESUMEN

El presente trabajo trata sobre la aplicación de polímeros furánicos en la protección anticorrosiva primaria como aditivos y secundaria como recubrimientos, con mejoramiento de las propiedades de los morteros estructurales. Los polímeros empleados son la resina FAM y solución de monómeros furanoepoxídicos en fase acuosa (SM), ambas reticuladas con poliaminas alifáticas, el objetivo es buscar una mejor respuesta de las propiedades de estos morteros. De los resultados alcanzados se observa diferencia entre los morteros adicionados y los morteros patrones (no adicionados) evaluados según los procedimientos normados por ASTM y UNE, fijando una fluidez constante 180 mm ± 5 cm, utilizando arena Victoria como árido y cemento portland del Mariel. Los ensayos fueron: resistencia mecánica, densidad seca, por ciento de absorción, ultrasonido, resistividad y absorción capilar. La solución de monómeros de la resina FAM en fase acuosa (SM) al 5 % como aditivo es la que tuvo una mejor respuesta.

Palabras clave: polímeros furánicos, aditivos de morteros, protección primaria y secundaria.

ABSTRACT

The present work is about the application of furanic polymers in primary anticorrosive protection as additives and secondary as coatings, with improvement of the properties of structural mortars. The polymers used are resin FAM and monomer solution in the aqueous phase of this resin (SM), both crosslinked with aliphatic polyamines, the objective is to seek a better response of the properties of these mortars. From the results obtained, a difference was observed between the added mortars and the standard mortars (not added) evaluated according to the procedures regulated by ASTM and UNE, establishing a constant fluidity of 180 mm ± 5 cm, using Victoria sand as an aggregate and portland cement from Mariel. The tests were: mechanical resistance, dry density, percent absorption, ultrasound, resistivity and capillary absorption. The monomer solution FAM in 5 % aqueous phase (SM) as an additive was the one that had a better response.

Key words: furanic polymers, mortar's additive, primary and secondary protection.

INTRODUCCIÓN

Aparejado al propio surgimiento del hombre, aparece la necesidad del mismo por protegerse de los peligros que lo circundaban incluyendo las inclemencias climatológicas y va desde las cavernas hasta la construcción de viviendas, para ello ha empleado la madera, piedras, tierra, follaje y así hasta el adobe, después el cemento, los ladrillos, la cerámica, el acero, el aluminio y otros materiales que por su fuente,

costo y abundancia han cedido el paso a “nuevos materiales”, tal como se les empezó a conocer desde finales de la primera mitad del siglo XX. Dentro de este desarrollo y en particular a la masa o mortero que se empleaba en estas construcciones, se le acompañó de aditivos para mejorar las propiedades, hoy en día son imprescindibles en las mezclas de morteros y hormigones, es incesante además diverso el trabajo de investigación y desarrollo para satisfacer exigencias, costos, durabilidad, entre otras (1, 2).

Evolución de los aditivos hasta la primera mitad del siglo XX

Época romana	Clara de huevo como aireante-plastificante.
1895	Cal grasa (FRANCIA).
1923	Sulfonatos (EEUU).
1923	Naftalenos sulfonados (EEUU).
1930	Lignosulfonatos.
1940	Aireantes.
1960	Naftalenos sintéticos.
1965	Melaminas sintéticas.

El hormigón y los aditivos hasta la actualidad

- Presente en casi todos los hormigones.
- Requiere de gran número de controles.
- Es fundamental para la durabilidad y colocación del hormigón.
- Los aditivos se presentan ya como componentes indispensables.

Sin embargo, deben conocerse las ventajas y las limitaciones de cada familia de aditivos para su óptimo funcionamiento y rendimiento (3,4).

La utilización de hormigones poliméricos ha permitido el desarrollo a nivel mundial de materiales compuestos en base de polímeros sintéticos con una amplia gama de propiedades (5,6). La mayoría de los polímeros que se emplean en estos hormigones son las resinas epoxi, poliéster insaturada, fenólicas y otras, los cuales tienen altos precios en el mercado y provienen de fuentes no renovables como la petroquímica. Productos similares pueden desarrollarse de fuentes renovables, como los que pueden obtenerse a partir de la química de los furanos obtenidos de la biomasa. Cuba dispone de grandes reservas de biomasa, entre ellas el bagazo de caña de azúcar que constituye una fuente renovable importante para el desarrollo de productos derivados (7, 8).

Como parte de la colaboración entre el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (Icidca) y el Centro de Estudios de Construcción y Arquitectura Tropical (Cecat), se decidió trabajar en el desarrollo y aplicaciones de polímeros en la construcción y evaluar las prestaciones que le confieren a los morteros de cemento algunos de los productos de base furánica creados en el Icidca (9, 10).

Se tiene en cuenta en este estudio la agresividad del ambiente en obras del litoral cubano, donde se ubican los principales polos turísticos y varias de las ciudades más pobladas, que hace que los problemas de durabilidad en morteros y hormigones de cemento Portland tomen mayor vigencia. Por lo que se incorporan al objetivo del trabajo el mejoramiento de las prestaciones de morteros y hormigones en el que es importante generar nuevas aplicaciones

y productos que eleven la durabilidad y sustituyan importaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este aparte se expone la caracterización de los materiales utilizados, las dosificaciones empleadas, el proceso de fabricación y curado de las probetas confeccionadas. Se consultaron y realizaron ensayos normalizados NC- 20, 169, 173, 175, 177, 178, 181, 182, 184, 186, 196-6, 231, 504, 506, 507, 523, 524, 601, 657, 724, y 1015-10, todos relacionados con las propiedades de áridos, cemento y morteros, como los de fluidez con morteros frescos y sobre morteros endurecidos los ensayos de resistencias mecánicas, densidad seca, velocidad de ultrasonido, resistividad eléctrica y absorción capilar.

Para estudiar la eficiencia de los polímeros furánicos como aditivos en la protección primaria de los hormigones estructurales, o sea la protección anticorrosiva del refuerzo metálico y su efecto en las propiedades físico mecánicas, se evalúan tres grupos de probetas a las edades de 3, 7, 28, 63 y 91 días, sustituyendo el 5 y 10 % de cemento por resina FAM y solución de monómeros furanoepoxídicos en fase acuosa (SM), ambas reticuladas con poliaminas alifáticas.

La protección secundaria se llevó a cabo con el recubrimiento Fural Ri - 1001 sobre la superficie de las probetas de morteros dosificados según los patrones de las normas ASTM y UNE, aplicando una y dos manos del mismo (1 capa y 2 capas), sobre las probetas y comparando sus resultados contra el de los patrones no recubiertos.

Los instrumentos y equipos utilizados fueron los del laboratorio del Centro de Estudios de Construcción y Arquitectura Tropical (Cecat) perteneciente al Departamento de Ingeniería Civil de la Cujae, Centro de Servicios Técnicos de Ingeniería y Tecnología de la Construcción (Citec), perteneciente a la Unión de Construcciones Militares (UCM) y el Laboratorio Central del Cemento perteneciente al Grupo Empresarial del Cemento y el Vidrio (Cemvid).

En los datos que corresponden al estudio se tuvo en cuenta, la fluidez, densidad aparente del mortero fresco, densidad seca, resistividad eléctrica, velocidad de ultrasonido, resistencias mecánicas (resistencia a flexo - tracción y resistencia a compresión) para las edades 3, 7, 28, 63 y 91. La absorción capilar del mortero endurecido para las edades 28 y 91 días.

Se utilizaron como materiales:

- Cemento Portland 450 de la fábrica del Mariel.
- Arena del yacimiento de Victoria II.
- Zeolita.
- Poliamina alifática comercial HY-943 de la firma

Tabla 1. Propiedades de la resina FAM

Propiedad	FAM
Viscosidad (cp)	3804,2
Densidad (g/cm ³)	1,18
Peso seco (%)	73,29
Tiempo vida (min.)	43
pH	6,2
Furfural libre (%)	3,7 – 3,8

Tabla 2. Propiedades de la solución de monómeros (SM)

Propiedad	SM
% Φ (Furfural libre)	2,34
% MFA (Monofurfurilidenacetona)	18,92
% DIFA (Difurfurilidenacetona)	13,32
% MFE (Monómero Furanoepoxídico)	25,46
% PS	60,84
T. vida (min)	265,00
pH	9,20

Tabla 3. Propiedades del Fural Ri – 1001

Propiedad	FURAL- Ri 1001
Relación de mezclado en peso (resina/endurecedor)	5:1
Relación de mezclado en volumen (resina/endurecedor)	4:1
Temperatura de aplicación (°C)	15 - 40
Tiempo de fraguado (h)	24
Tiempo útil de aplicación (min.)	25 – 50
Tiempo de almacenamiento temperatura ambiente (años)	2
Máxima temperatura que resiste (°C.)	150
Mínima temperatura que resiste (°C.)	- 20
Densidad (g/cm ³)	1.11 – 1.13
Viscosidad (cPs)	100 - 200
Adherencia (MPa)	45 - 50
Rendimiento(kg/m ²)	0.6 – 0.8
Valoración en talleres por su laboriosidad	Excelente

Tabla 4. Propiedades de granulometría de la arena Victoria II

Tamiz (mm)	Granulometría					
	Arena Victoria		Tamizada por No. 4		Tamizada por No. 8	
	(%) Ret.	% pasado	(%) Ret.	% pasado	(%) Ret.	% pasado
9,52	0,22	99,7	0	100	0	100
4,76	10,32	89,68	0	100	0	100
2,38	39,11	60,89	15,1	84,9	0,19	99,81
1,19	70,69	29,31	49,0	51,0	38,22	61,78
0,59	86,51	13,49	76,9	3,0	75,4	24,6
0,297	95,96	4,04	95,5	4,4	96,0	4,0
0,159	97,75	2,25	97,9	2,1	98,0	2,0
Fondo	100	0	100	0	100	0
T. max (mm)	4,76		4,76		2,38	
M.F.	4,0		3,34		3,07	

Ciba, como reticulante de las matrices poliméricas en las formulaciones de recubrimiento, morteros y hormigones.

- Resina FAM.
- Solución de monómeros furanoepoxídicos en fase acuosa (SM).

Caracterización de los morteros

Se realiza la caracterización de los morteros en estado fresco y endurecido, ensayos destructivos y no destructivos, basados en normas cubanas que hemos utilizado para la realización de este trabajo.

Ensayos en el estado fresco: consistencia en la mesa de sacudidas, NC TS 363-3:2004 y densidad aparente del mortero fresco, NC 601:2008.

Ensayos en el estado endurecido: resistividad eléctrica, velocidad de ultrasonido NC 231:2002, densidad seca NC EN 1015-10:2008, absorción capilar NC 171: 2002, resistencias mecánicas (resistencia a flexo - tracción y resistencia a compresión).

Los ensayos físico mecánicos se realizaron en una prensa de marca Controls, modelo Automaz 5. La misma es un equipo moderno que controla automáticamente la velocidad de aplicación de la carga.

Para realizar el ensayo de resistencia flexotracción el gradiente utilizado fue de 50 N/s y la sensibilidad es de 0,2 kN. Para el ensayo de resistencia a compresión el gradiente utilizado fue de 2400 N/s y sensibilidad de 4 kN. Los resultados se obtuvieron directamente en unidades de MPa.

Los ensayos realizados a los morteros de consistencia, densidad, resistividad eléctrica y absorción capilar fueron realizados en el Laboratorio del Centro de Estudios de Construcción y Arquitectura Tropical perteneciente al Departamento de Ingeniería Civil en la Cujae. Los ensayos realizados a los morteros de resistencias mecá-

Tabla 5. Propiedades físicas de la Arena Victoria II

Ensayos	Resultados
Material más fino que le tamiz № 200 (%)	6,7
Peso específico corriente	2,49
Peso específico saturado sin humedad superficial	2,58
Peso específico aparente	2,68
Porcentaje de absorción (%)	2,45
Peso unitario suelto (kg /m ³)	1302
Peso unitario compactado (kg /m ³)	1345
Porcentaje de vacío de la arena (%)	43,0
Humedad superficial (%)	0,00

Tabla 6. Caracterización del cemento

Ensayos físico-mecánicos	Resultados
Superficie específica (Blaine) (cm. ² /g)	3420
Finura de molido -Malla de 90 micra (%)	98,4
Resistencia a compresión 3 días (MPa)	31,2
Resistencia a compresión 7 días (MPa)	36,4
Resistencia a compresión 28 días (MPa)	43,6
Tiempo de fraguado inicial / final (minutos)	80
Expansión (mm)	1,2
Ensayos químicos (%)	
Dióxido de silicio	19,83
Óxido de aluminio	5,69
Óxido de hierro	2,71
Óxido de calcio	63,24
Óxido de magnesio	1,39
Trióxido de azufre	3,18
Óxido de potasio	0,79
Pérdidas por ignición	3,15
Residuos insolubles	1,47
Cal libre	1,2

Tabla 7. Dosificaciones calculadas

Mortero	Dosificación					
	Cemento	Arena	Agua	Resina	Monómero	Aditivo
	(g)	(g)	(ml)	(g)	(g)	(g)
Patrón 1- ASTM	500	1375	242	-	-	7,5
Patrón 2 - UNE	450	1350	225	-	-	6,5
Resina 5 % (M1R5)	475	1375	242	25	-	-
Resina 10 % (M2R10)	450	1375	242	50	-	-
Monómero 5 % (M3M5)	475	1375	231,3	-	25	-
Monómero 10 % (M4M10)	450	1375	220,6	-	50	-

nicas y velocidad de ultrasonido, se realizaron en el laboratorio del Centro de Servicios Técnicos de In-

geniería y Tecnología de la Construcción.

Dosificación de morteros

El diseño de las dosificaciones para este trabajo se realizó teniendo en cuenta la Humedad Superficial de la arena y su Absorción Efectiva. El endurecedor para la resina y monómero con rango de 1,6 g por cada 10 g de resina o monómero y el resto de las propiedades de cada uno de los materiales a utilizar.

Se utilizan morteros patrones de las normas ASTM y UNE, con dosificaciones (cemento - arena - agua/ cemento): (ASTM, 1: 2,75: 0,484 y UNE, 1: 3: 0,5).

El curado de las probetas se realizó en los depósitos de curado del Laboratorio del Centro de Estudios de Construcción y Arquitectura Tropical.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este acápite se muestran las medias de las propiedades físico-mecánicas de las distintas dosificaciones de morteros ensayadas, en Protección Primaria y Protección Secundaria. Las edades abarcan entre los 3 y los 91 días. Además se muestran los valores de los morteros patrones para su comparación con los diseñados con resina y monómero.

Protección primaria en estado fresco

En estado fresco se realizaron los ensayos de fluidez reportados en la tabla 8, donde puede observarse que los valores de las dosificaciones estudiadas son similares a los patrones.

Protección primaria en estado endurecido

En la tabla 9 se exponen los valores medios de los ensayos de densidad, resistividad eléctrica, velocidad de ultrasonido, resistencia a flexotracción y resistencia a compresión a las edades de 3, 7, 28, 63 y 91

días. Además se muestran los valores medios de ensayos de absorción capilar a los 28 y 91 días.

Tabla 8. Resúmenes de los ensayos de la fluidez

Días	Dosificaciones					
	MP -ASTM	MP - UNE	M1- R5	M2 - R10	M3 - M5	M4 - M10
3	17,6	18,4	17,9	18,1	18,0	18,3
7	17,8	18,5	18,0	18,2	18,1	18,5
28	17,5	18,3	17,7	18,0	17,9	18,2
63	17,6	18,3	17,8	17,9	18,0	18,3
91	17,5	18,2	17,9	18,1	18,1	18,3
Promedio	17,6	18,3	17,9	18,1	18,0	18,3

Tabla 9. Resumen de las propiedades en estado endurecido

Propiedades	Días	Dosificaciones						
		MP ASTM	MP UNE	M1 R5	M2 R10	M3 M5	M4 M10	
Densidad (g/cm ³)	3	2,13	2,12	2,19	2,15	2,17	2,13	
	7	2,17	2,17	2,17	2,18	2,18	2,17	
	28	2,18	2,18	2,19	2,17	2,26	2,19	
	63	2,22	2,20	2,19	2,18	2,20	2,19	
	91	2,22	2,17	2,20	2,18	2,20	2,18	
Resistividad (K Ω ,cm)	3	13,45	14,23	13,08	12,35	12,62	12,12	
	7	19,58	18,16	23,53	21,71	20,03	21,33	
	28	26,78	26,38	27,30	29,33	34,81	29,82	
	63	32,58	34,83	35,38	42,03	35,92	43,83	
	91	44,98	44,09	48,70	55,16	43,54	54,38	
Velocidad ultrasonido (m/s)	3	3447	3487	3556	3296	3426	3209	
	28	3779	3807	3718	3584	3896	3754	
	63	3972	3917	3893	3770	3913	3812	
	91	4052	3920	3931	3860	3947	3947	
Resistencia flexotracción (Mpa)	3	4,40	4,21	4,60	3,46	3,99	3,35	
	7	13,46	14,07	9,58	10,73	9,91	10,65	
	28	18,90	18,81	18,20	14,90	23,09	17,70	
	63	18,80	18,70	19,35	15,20	23,15	18,70	
	91	19,83	19,1	19,32	15,34	24,57	19,80	
Resistencia a compresión (Mpa)	3	21,0	18,1	20,2	14,6	19,1	12,8	
	7	27,42	23,85	16,84	16,40	19,89	14,90	
	28	36,78	34,98	32,77	27,93	33,52	32,10	
	63	44,52	41,78	38,75	32,19	38,93	33,66	
	91	44,54	41,57	39,71	33,67	40,71	37,74	
Absorción capilar (g/cm ²)	28	1 min	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01
		3 min	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
		5 min	0,07	0,05	0,03	0,04	0,04	0,04
		10 min	0,12	0,07	0,03	0,03	0,04	0,05
		30 min	0,14	0,14	0,15	0,07	0,11	0,06
		24 h	0,36	0,32	0,20	0,15	0,17	0,20
		48 h	0,46	0,41	0,21	0,22	0,24	0,23
	72 h	0,52	0,47	0,25	0,27	0,28	0,25	
	91	1 min	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
		3 min	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02
		5 min	0,03	0,04	0,03	0,01	0,02	0,03
		30 min	0,05	0,06	0,04	0,02	0,03	0,06
		24 h	0,13	0,14	0,09	0,05	0,10	0,09
		48 h	0,17	0,17	0,12	0,06	0,13	0,10
		72 h	0,19	0,19	0,13	0,06	0,14	0,11
5 días		0,22	0,22	0,14	0,08	0,18	0,13	
7 días	0,24	0,26	0,16	0,09	0,22	0,14		

Los resultados de las medias de los ensayos de densidad están entre 2120 y 2200 kg/m³, catalogados como normales y siendo prácticamente iguales a los morteros patrones.

Las medias de los ensayos de resistividad eléctrica son más altas según aumentan las edades de las probetas. A los 28 días el mejor resultado es la sustitución de cemento por la solución de monómero (SM) al 5 %.

Los valores de las medias de los ensayos de las ondas de velocidad de ultrasonido, que demuestra la homogeneidad de las mezclas, están en el rango entre 3209 y 3947 m/s, aumentando según aumenta las edades.

Las medias de los resultados de los ensayos de resistencia a flexotracción aumentan según el avance de las edades ensayadas. La dosificación con mejores resultados a los 28 días es la sustitución de cemento por solución de monómero (SM) al 5 %. Con respecto a los morteros patrones: A los 28 días la sustitución con solución de monómero al 5 % está por encima y el resto por debajo.

Los resultados de las medias de los ensayos de resistencia a compresión demuestran que la dosificación con mejores resultados a los 28 y 91 días es la sustitución del cemento por solución de monómero al 5 %.

En los resultados de las medias de los ensayos de absorción capilar a los 28 y 91 días, la dosificación donde se sustituye el cemento por resina FAM (R) al 10 % es la de menor absorción capilar, fundamentalmente a los 91 días. Con respecto a los morteros patrones: El 90 % de las dosificaciones tienen menor absorción capilar que los morteros



Figura 1. Absorción capilar.

patrones. El 9 % son iguales y solo uno es superior en 0,01 g/cm². Estos resultados se aprecian mejor en la figura 1.

Protección secundaria en estado fresco

Los ensayos de fluidez (consistencia) se realizaron para verificar la uniformidad de los morteros. Se utilizaron las dosificaciones de patrón ASTM para realizar la protección sin curado en agua. En las probetas curadas las dosificaciones patrones fueron tanto ASTM como UNE con y 2 manos (capas) de protección.

Protección secundaria en estado endurecido

En las tablas 10 y 11 se exponen los valores medios de los ensayos de densidad, resistividad, velocidad de ultrasonido, resistencia a flexotracción y resistencia a compresión a las edades de 3, 7 y 28 días. Se presentan en la tabla 10 los ensayos de las probetas sin curar en agua. En la tabla 11 se muestran los valores de los ensayos habiendo realizado el curado de las probetas antes de aplicar la

protección secundaria según cada edad ensayada.

Los resultados de las medias de los ensayos de densidad sin curar en agua son similares a los patrones, algo inferior a los 28 días con el recubrimiento de 1 y 2 capas.

Las medias de los ensayos de resistividad eléctrica en las probetas se obtuvieron resultados por encima de los valores de los morteros patrones.

Los valores de las medias de los ensayos de las ondas de velocidad de

Tabla 10. Resumen de las propiedades en estado endurecido (sin curado en agua)

Propiedades	Días	Dosificaciones			
		MP ASTM	MP UNE	MP ASTM 1 capa	MP ASTM 2 capas
Densidad (g/cm ³)	3	2,13	2,12	2,11	2,12
	7	2,17	2,17	2,01	1,96
	28	2,18	2,18	1,97	1,96
Resistividad (KΩ,cm)	3	13,45	14,23	18,06	16,18
	28	26,78	26,38	126,77	106,82
Velocidad ultrasonido (m/s)	3	3447	3487	3156	3201
	7	3486	3522	3072	3082
	28	3779	3807	3016	3072
Resistencia flexotracción (MPa)	3	4,40	4,21	4,09	4,11
	7	13,46	14,07	11,34	12,47
	28	18,90	18,81	17,33	18,56
Resistencia a compresión (MPa)	3	21,0	18,1	17,15	17,5
	7	27,42	23,85	18,84	17,03
	28	36,78	34,98	18,79	21,16

Tabla 11. Resumen de las propiedades en estado endurecido (curadas en agua)

Propiedades	Días	MP ASTM	MP UNE	ASTM 1 capa	ASTM 2 capas
Densidad (g/cm ³)	3	2,10	2,10	2,12	2,11
	7	2,12	2,13	2,12	2,11
	28	2,12	2,15	2,14	2,13
Resistividad (KΩ.cm)	3	25,20	25,92	25,54	25,52
	7	21,93	28,61	26,14	25,29
	28	34,71	29,53	31,18	28,53
Velocidad ultrasonido (m/s)	3	3272	3300	3295	3260
	7	3534	3564	3599	3556
	28	3724	3710	3704	3683
Resistencia flexotracción (MPa)	3	3,95	3,74	4,66	5,05
	7	5,38	4,46	5,94	5,64
	28	4,92	6,93	7,69	7,63
Resistencia a compresión (MPa)	3	21,51	20,68	23,06	19,54
	7	23,87	27,83	26,30	24,01
	28	33,86	36,58	30,21	29,06

ultrasonido presentan valores de velocidades de ultrasonido similares a los morteros patrones.

Las medias de los resultados de los ensayos de resistencia a flexotracción de las probetas que no se curaron antes de aplicarle la protección secundaria son similares a los morteros patrones en todas las edades ensayadas.

Los resultados de las medias de los ensayos de resistencia a compresión tienen en general resultados algo inferiores, resultando los mejores valores al aplicar 2 manos de protección.

Para las probetas curadas en agua los resultados de las medias de los ensayos de Densidad son similares a los patrones.

Las medias de los ensayos de resistividad eléctrica en las probetas se obtuvieron resultados por encima de los valores de los morteros patrones a los 3 y 7 días con morteros ASTM.

Los valores de las medias de los ensayos de las ondas de velocidad de ultrasonido presentan valores muy cercanos o superiores a los morteros patrones.

Las medias de los ensayos de resistividad eléctrica en las probetas fueron por encima de los valores de los morteros patrones a los 3 y 7 días con morteros ASTM

Las medias de los resultados de los ensayos de resistencia a flexotracción de las probetas que se curaron antes de aplicarle la protección secundaria, presentan valores más altos que los morteros patrones en todas las edades ensayadas.

Los resultados de las medias de los ensayos de resistencia a compresión tienen en general mejores resultados al aplicar 2 manos de protección.

CONCLUSIONES

Protección primaria

1. Las medias de los resultados de los ensayos de resistencia a flexotracción aumentan según el avance de las edades ensayadas. La dosificación con mejores resultados a los 28 días es la sustitución de cemento por solución de monómero (SM) al 5 %. Con respecto a los morteros patrones, a los 28 días, la sustitución con solución de monómero (SM) al 5 % está por encima y el resto por debajo.
2. Los resultados de las medias de los ensayos de resistencia a compresión demuestran que la dosificación con mejores resultados a los 28 y 91 días es la sustitución del cemento por solución de monómero (SM) al 5 %. Los morteros con sustitución del cemento por resina y solución de monómero (SM) tienen mayor resistividad eléctrica y menor absorción capilar, que los morteros patrones. Mejoran su estructura de poros.
3. La dosificación ensayada con mejores resultados en las edades de 3, 7, 28 y 91 días, es la sustitución del cemento por solución de monómero (SM) al 5 %.

Protección secundaria

1. Al aplicar 1 o 2 manos (capas) de Fural-Ri 1001, en forma de pintura mejoraron las propiedades de densidad, resistividad eléctrica y resistencia a flexotracción de los morteros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Albear, D. I. Desarrollo de los aditivos químicos súper plastificantes: La tercera generación. Obras. 23 ed. (2005).
2. Olcina S., J. J. "Evolucion de los aditivos en el hormigon. Presente y futuro"; BASF Master Builders. Solutions; 5 de marzo de 2014.
3. Gómez M., D.; Betancourt R., S. Trabajo de Diploma "Uso de plastificantes a partir de microorganismos eficientes en hormigones"; Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas Facultad de Construcciones. Departamento de Ingeniería Civil, 2010.
4. Compendio Hormigones Morteros Cementos y Áridos. Construcción; Publicado por la Corporación de Desarrollo Tecnológico de la Cámara Chilena de Construcción (CDT); abril 2014.
5. Aguado A., J. M. Salla. Los hormigones con polímeros en la construcción: Propiedades y aplicaciones; Informes de la construcción, ISSN 0020-0883, 39 (389), 1987.
6. Gómez, A., *et al.* (2000). Polímeros para la Construcción. (Cuba). Libro de resúmenes SLAP 2000, 10-C18, pág. 364.
7. Gómez, A., *et al.* Generalización de recubrimientos especiales furanoepoxídicos en la protección de pisos, terrazas, cubiertas transitables y depósitos de hormigón en general, Revista ATAC 65 (1) ,2004.
8. Gómez, A., *et al.* Evaluation of furanepoxy polymeric matriz, Revista Cubana de Química, Vol 16, No.3, 2004.
9. Gómez, A., *et al.* Resinas furanoepoxídicas y su procedimiento de obtención. (Cuba). Patente de Invención No. 22 355 (1994).
10. Gómez, A., *et al.* Estudio de Propiedades Mecánicas en Polímeros Furánicos. Aplicaciones; 17 Conferencia de Química de la Universidad de Oriente, Cuba, IQ - P23, ISBN: 959-207-083-0. (2002).



FitoMas es un cóctel natural de sustancias orgánicas intermediarias complejas de alta energía, especialmente seleccionadas del conjunto mejor representado en la mayor parte de las especies botánicas a las que pertenecen los cultivos económicos, por lo que permite superar perjudic product plantas

Con su acción, FitoMas facilita la interacción suelo-planta, por lo que propicia el desarrollo de la rizosfera, la cual elabora hormonas de crecimiento y otras muchas sustancias útiles al vegetal

FITOMAS (H)
Potenciador de la acción herbicida cuando se mezcla con estos lo cual permite una sensible

reducción de sus dosis. Incrementa el área radicular y mejora la floración cuando se aplica a dosis entre 0.2 y 1 l/ha, al inicio de la floración en frutales y después del ahijado en cereales.

FITOMAS (E)
Es un sustituto parcial de la fertilización convencional porque propicia el desarrollo de la rizosfera (microorganismos simbióticos que viven en las raíces), los que fijan nitrógeno atmosférico y movilizan otros nutrientes minerales.

FITOMAS (M)
Madurador de la caña por excelencia, facilita el engorde y cuajado de los frutos cuando se aplica un mes antes de la cosecha a tubérculos o raíces, en frutales y cereales.

FitoMas

Producto Natural Antiestrés