



Organizan:

SÍNTESIS DE UNA PINTURA POLIURETANO MODIFICADA CON MEJORES PROPIEDADES DE RESISTENCIA A LA CORROSIÓN APLICABLE A EMBARCACIONES Y ARTEFACTOS NAVALES

CENTRO DE INVESTIGACIONES ESCUELA NAVAL DE SUBOFICIALES ARC “BARRANQUILLA”



Autores: Esp. Gabriel Peluffo Martínez, M.Sc. Karen Patricia Domínguez Martínez,
Ph.D. Eduardo Espinosa-Fuentes

En asocio con:

TECNO
ECONÓMICO

• PROTECCIÓN

SISTEMA
DISPERSO

• AGLUTINANTE

POLIURETANOS

• DISOCIANTOS



- Operaciones de paz y ayuda humanitaria
- Presencia Naval
- Ejercicios
- Combinados

- Soberanía integridad Territorial Combate al terrorismo y al narcotráfico
- Disuasión estratégica
- Manejo de crisis

ROL
INTERNACIONAL

DEFENSA Y
SEGURIDAD
NACIONAL

Investigación
Científica marina
Servicio
cartográfico e
hidrográfico

DESARROLLO
MARÍTIMO Y
FLUVIAL

Protección y
sostenibilidad
de los recursos
marítimos

PROTECCIÓN
DEL MEDIO
AMBIENTE

SEGURIDAD
MARÍTIMA Y
FLUVIAL

- Protección mares y océanos
- Control tráfico ilícito de especies
- Control vedas
- Control Contaminación

- Protección vida humana en el mar
- Cumplimiento legislación interna e internacional
- Control tráfico marítimo
- Ayudas a la navegación

VÉRTICES DE LA ESTRATEGIA PENTAGONAL



POLIESTIRENO EXPANDIDO



La Universidad de Manizales en investigaciones realizadas determinó que en Colombia un 13% del total de los desechos sólidos por año corresponden al icopor.



Entre muchos otros daños al medio ambiente, el icopor contamina los mares y causa la muerte de muchos animales que ingieren los restos, produciendo obstrucción y parálisis intestinal con muerte posterior, acuerdo investigaciones realizadas por la Universidad de Harvard.



POLIESTIRENO EXPANDIDO

PROPIEDADES FÍSICAS

- Densidad: 10kg/m³ hasta los 35kg/m³
- Absorción de agua: 1% y el 3%.
- 0,05 y 0,07 mm por metro
- de longitud y grado Kelvin.

PROPIEDADES QUÍMICAS

- Solución salina/ Agua de mar
- Ácido clorhídrico (al 35%), ácido nítrico (al 50%)
- Ácidos concentrados (sin agua) al 100%
- Disolventes orgánicos (acetona)

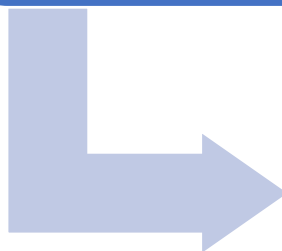
PROPIEDADES BIOLÓGICAS

- No enmohece
- No se descompone
- No es atacado por bacterias del suelo
- Portador de microorganismos, sin participar en el proceso biológico.

FORMAS DE RECICLAR EL POLIESTIRENO EXPANDIDO

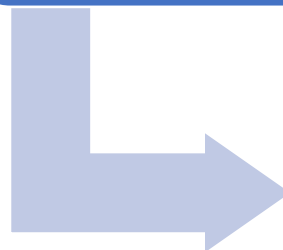
RECICLAJE
QUÍMICO

- Solubilidad en solventes



RECICLAJE
MECÁNICO Y
TRITURACIÓN

- Reducción de tamaño a través de molienda



RECICLAJE POR
AGLUTINAMIENTO

- Precalentamiento

METODOLOGÍA PARA TRANSFORMACIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN LA ENSB

Reciclaje del
poliestireno
expandido

Trituración
mecánica

Separación
por tamaño
(1.19 a
4.00mm)

Lavado
ácido
clorhídrico

Lavado con
agua
esterilizada

Secado



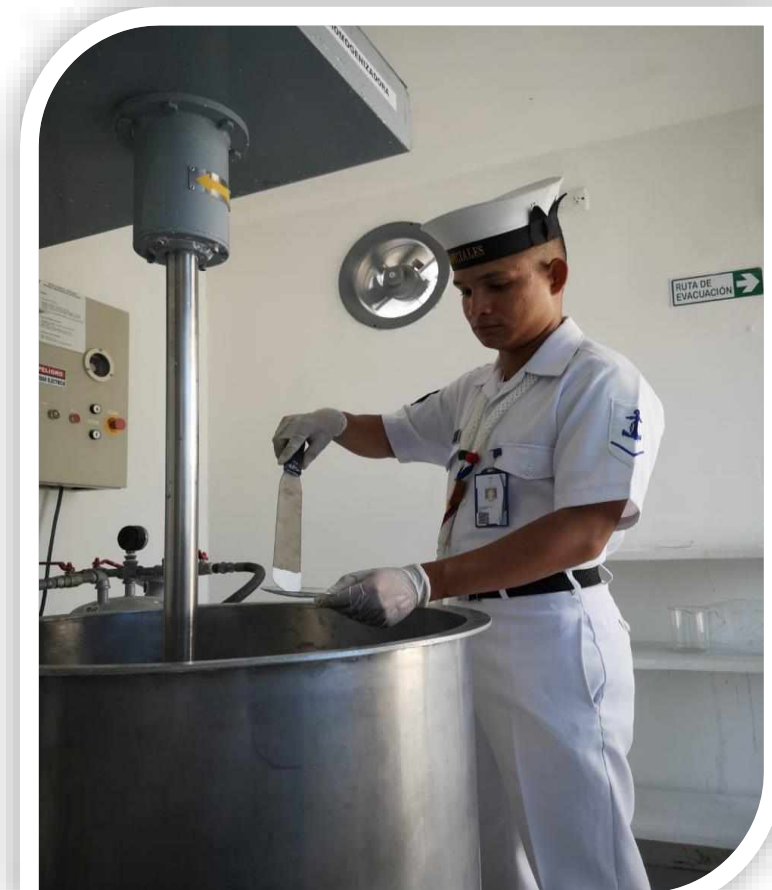
PROCESO DE SOLUBILIDAD

$$\% = \frac{\text{(Masa de soluto)}}{\text{(Masa de la disolución)}} \times 100 \text{ ec.1}$$



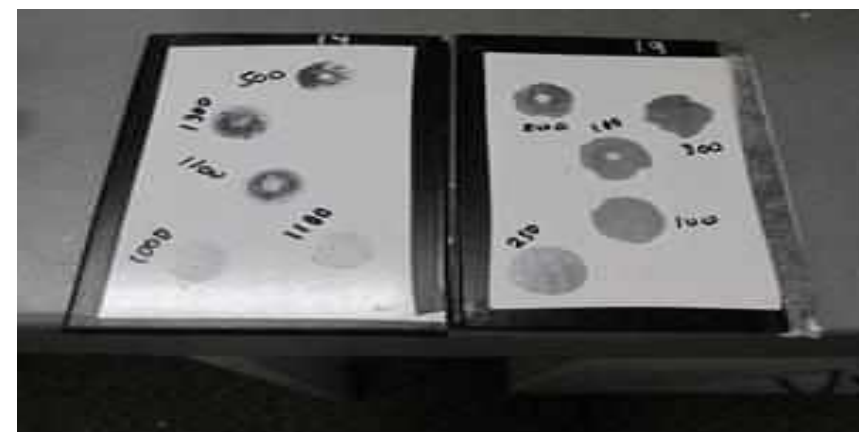
PROCESO DE MEZCLADO Y HOMOGENIZADO EN EL LABORATORIO DE MATERIALES Y RECUBRIMIENTOS DE LA ENSB

No. de ensayo	Temperatura	Revoluciones de mezcla	Proporción EPS
1	30	300	4:1
2	30	300	3:2
3	30	300	2:2
4	30	400	4:1
5	30	400	3:2
6	30	400	2:2
7	30	500	4:1
8	30	500	3:2
9	30	500	2:2
10	40	300	4:1
11	40	300	3:2
12	40	300	2:2



ENSAYOS DE LABORATORIOS

Medición de Adherencia Pull-Off



MUESTRA	Valor (Psi)					Promedio (Psi)
ACERO GALVANIZADO	100	200	300	100	250	190
	Adhesiva	Adhesiva	Adhesiva	Adhesiva	Adhesiva	
ACERO DESNUDO	1100	500	1300	1100	1000	1000
	Adhesiva	Adhesiva	Adhesiva	Cohesiva	Cohesiva	

Fuente: Laboratorio CIDEMAT

ENSAYOS DE LABORATORIOS

Ensayo de dureza lápiz



La prueba de dureza se realiza con una serie de lápices con minas de diferente grado de dureza, realizando una indentación de $\frac{1}{4}$ " a un ángulo de 45° y determinando la resistencia al rayado y la resistencia a la penetración del sustrato.

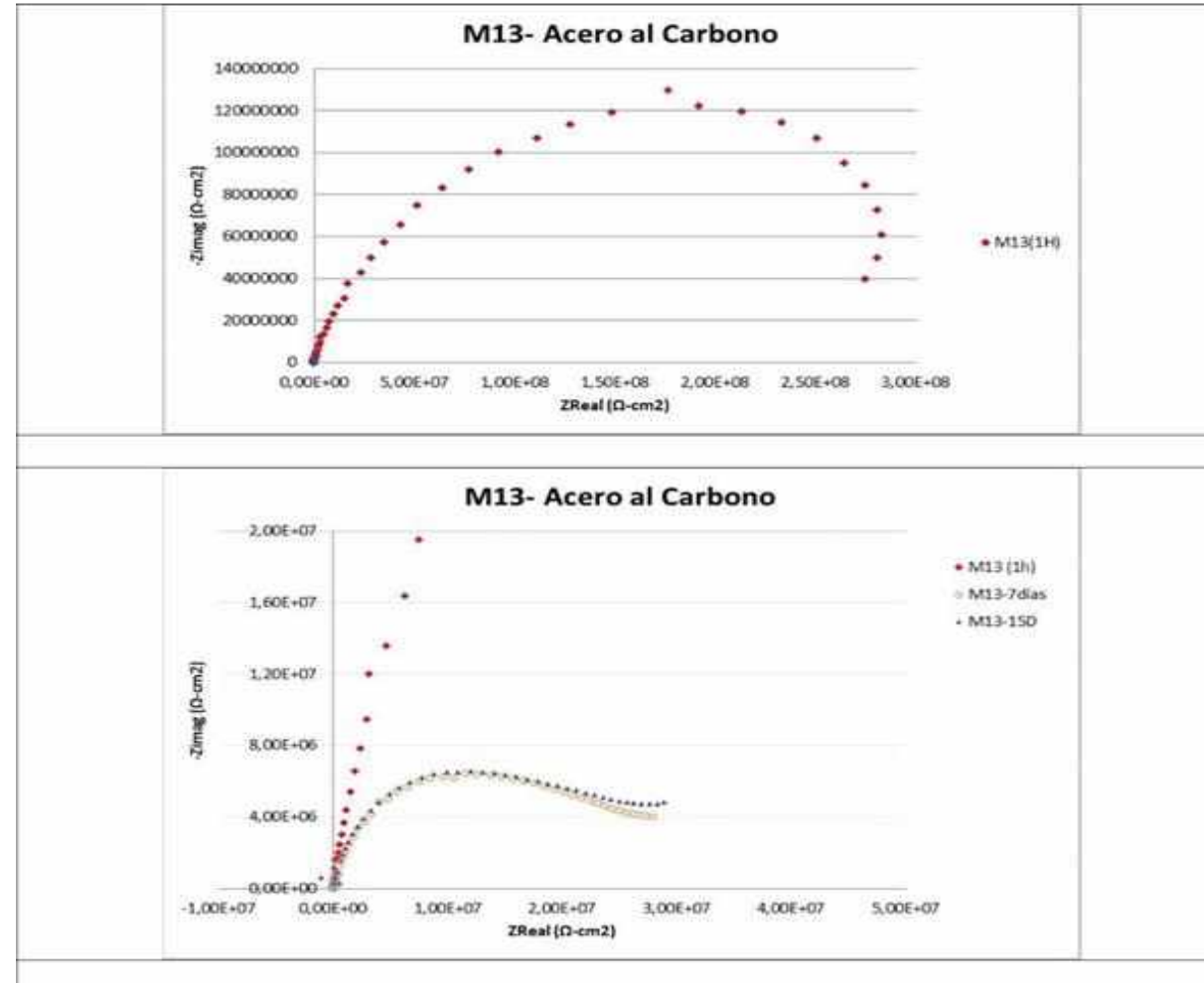
Fuente: laboratorio CIDEMAT. Prueba de Dureza Lápiz según ASTM D3363.

ENSAYO DE IMPACTO

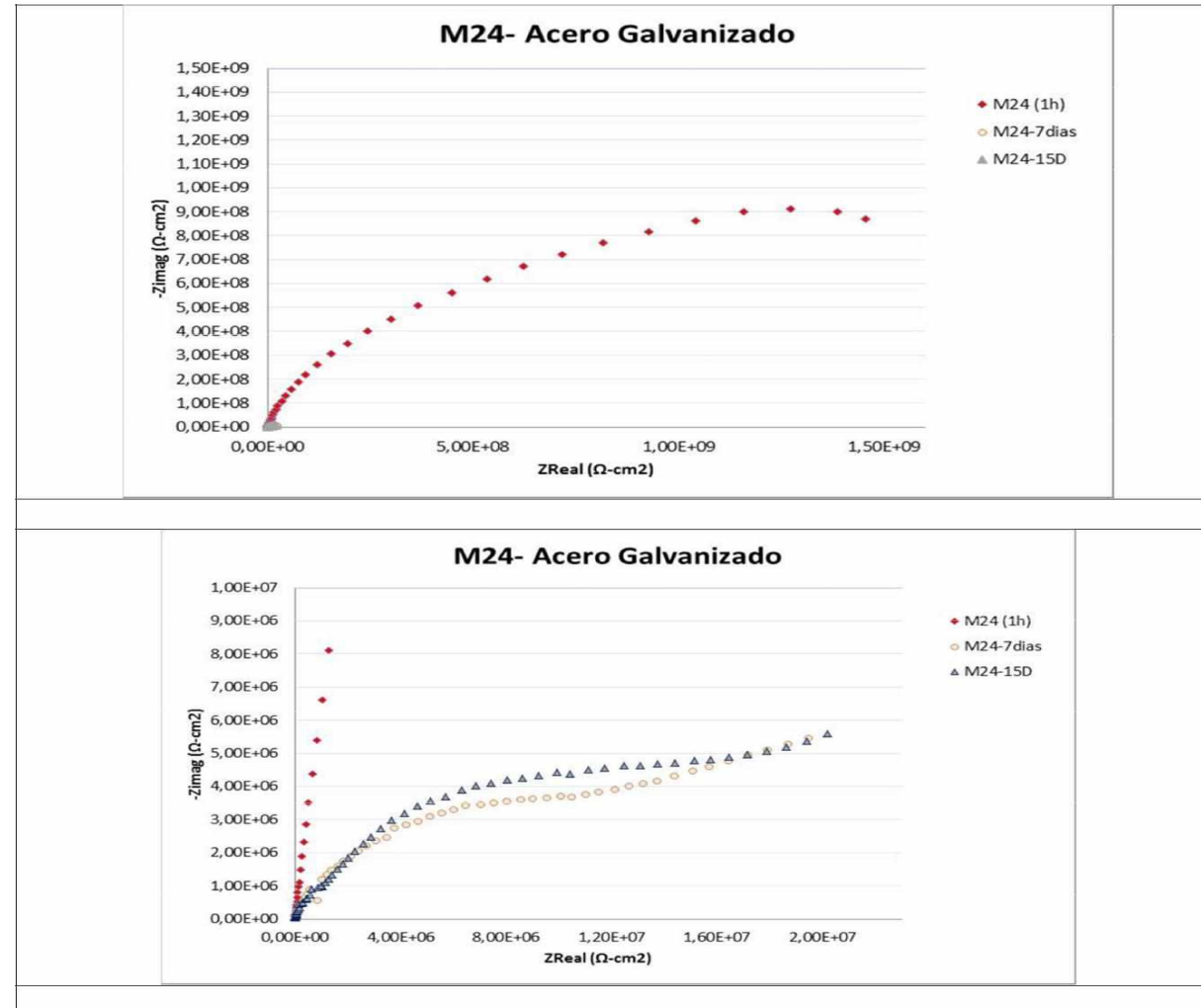
Muestra sobre	Valor de impacto	Lado analizado	Ø Punzón
	(lb-in)		(in)
Acero galvanizado	2	Intrusión	0.623
Acero al carbón desnudo	18	Intrusión	0.623

Fuente: laboratorio CIDEMAT. Prueba de impacto bajo la norma ASTM D2794

ANÁLISIS ESPECTROSCOPIA DE IMPEDANCIA ELECTROQUÍMICA (EIS).



ANÁLISIS ESPECTROSCOPIA DE IMPEDANCIA ELECTROQUÍMICA (EIS).



ANÁLISIS ESPECTROSCOPIA DE IMPEDANCIA ELECTROQUÍMICA (EIS).

MUESTRA		PERIODO		
		1HORA	7DÍAS	15 DÍAS
M13	0.3	(GOhm.cm ²)	25 (MOhm.cm ²)	25 (MOhm.cm ²)
M24	0.13	(GOhm.cm ²)	1.6 (MOhm.cm ²)	1.4 (MOhm.cm ²)

Las curvas de impedancia indican que la M13 presentó mejor comportamiento de resistencia ante el fenómeno de la corrosión.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

ENSAYO	ESTÁNDAR	VALOR	UND
VISCOSIDAD	ASTM D 562	70	Krebs
BRILLO	ASTM D 523	84,6	%
DENSIDAD	ASTM D 4052	5,19	Kg/gal
PESO ESPECIFICO	ASTM D 854	1,38	Adimensional
SECAMIENTO AL MANEJO	METODO I-048-05	4	h
TIEMPO UTIL DE LA MEZCLA	METODO I-098-04	6	h
EQUIPO SALINO	ASTM G 154: 12 A	1000	h.
RELACIÓN DE MEZCLA POR VOLUMEN PINTURA/ CATALIZADOR		5:1	Volumen
SOLIDOS POR VOLUMEN	ASTM D2697/NTC1786 Mezcla	60	%
PESO NETO POR GALÓN COMPONENTE		5.2	Kg/gal
RENDIMIENTO TEÓRICO PS	25 Micrones	90	m²/gal

CONCLUSIONES

Mediante la metodología propuesta fue posible obtener una formulación estable con material protector e inhibidor, lo cual se prevé prolongará la conservación de la película poliuretánica. Los resultados fisicoquímicos demostraron que fue posible obtener una formulación de pintura poliuretánica de composición parecida a la comercial. Las pruebas de desempeño físico mecánico demostraron que la película de la formulación propuesta cumple con los valores estándares establecidos por las diferentes normas técnicas internacionales de la asociación americana de ensayo de materiales (ASTM), mejorando las propiedades de desempeño en resistencia a los ambientes salinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Castable polyurethane elastomers, Taylor & Francis Group, LLC Boca Raton, FL, ed: ian Clemitson. 2008.
2. Baker, J. W. Holdsworth, J. B., J. Chem. Soc. 1947, p. 713.
3. Baker, J. W., and gaunt, j., Ibid., 1949, p. 9.
4. Raker, J. W., davies, M. M., and Gaunt, J., Ibid., 1949, p. 24.
5. Charles B. Reilly and Milton Orchin product and process development: preparation and properties of polyurethane coatings. Editorial Industrial and Engineering Chemistry, vol. 48, no. 1. 1956.
6. Chen H, Fan Q, Chen D, U x. J Appl Polym Sci 2001; 79: 295.
7. Dk Chattopadhyay, webster dc. Thermal stability and flame retardancy of polyurethanes. Progress in Polymer Science 2009, 34 (10): 1068133.
8. Giudice, Ca, Pereyra, AM (2009). Paints and coatings technology components, formulation, manufacture and quality control. Buenos Aires: edutecne.
9. Benitez, I. J., vélez, J. A. Preparation of an anticorrosive coating from expanded polystyrene recycling. Undergraduate thesis. 2013 University of Cartagena.
10. Shikata, S. (2011). Dissolution of polystyrene into cyclic monoterpenes present in tree essential oils. J mater waste manag cycles, 13, 127-130.
11. Wj Yang. Progress in polymer science. 39 (2014). 1017-1042.



Colombia
mar **2019**