

**PINTURAS ANTICORROSIVAS PARA LA
PROTECCION DE CARENAS DE BARCOS**

II. Sistemas oleoresinosos y vinílicos para línea de flotación

Dr. Vicente J.D. Rascio

Ing. Quím. Juan J. Caprari

SERIE II, n^o 146

INTRODUCCION

La presente comunicación se refiere a los resultados obtenidos en un ensayo en balsa de un año de duración (1967/68), sobre sistemas constituidos por pinturas anticorrosivas de fondo para uso marino, de diferente composición, con terminación de pinturas para línea de flotación. Se han empleado para las formulaciones diferentes pigmentos y vehículos, a base estos últimos de barnices oleoresinosos (resinas fenólicas y caucho clorado) y copolímeros vinílicos. Estas formulaciones constituyen una puesta a punto de las estudiadas en un trabajo anterior (1).

El ensayo en balsa, como ha quedado establecido en numerosas experiencias realizadas tanto en nuestro país como en el extranjero, ha demostrado constituir una prueba eficiente para determinar el comportamiento anticorrosivo de las formulaciones para cascos de barcos (underwater systems). Si bien no se reproducen exactamente, desde el punto de vista corrosión, las condiciones existentes sobre una carena, constituye una experiencia más completa que la que puede lograrse en el laboratorio, por cuanto no sólo involucra la acción del electrolito sobre el film, sino también la de los organismos incrustantes del medio marino (2, 3).

Si bien los problemas relativos a la protección del casco varían para los diferentes tipos de barcos, la zona de línea de flotación o de franja variable está expuesta a condiciones de extrema exigencia en casi todos los casos. Dentro de los factores que pueden afectar el comportamiento de las pinturas en dicho nivel, podemos citar los siguientes (4):

a) Presencia del agua de mar, electrolito que favorece el desarrollo de procesos de corrosión entre metales disímiles o entre áreas disímiles de un mismo metal.

b) Presencia de zonas de aireación diferencial, lo que acelera también los procesos citados (5, 6).

c) Exposición alternada al calor solar y al frío del agua de mar, y además a la acción de la luz ultravioleta, factores que provocan el deterioro del film.

d) Acciones galvánicas localizadas, principalmente en la zona de popa y en el timón; cuando hay protección catódica adicional, hay que considerar también la acción sobre el film de los productos de reacción de los procesos electro-líticos que se generan, y en particular del álcali producido en los cátodos.

e) Acción de productos contaminantes disueltos o en suspensión (7) en el agua de los puertos (ácidos o álcalis, materia orgánica, petróleo y derivados, aceites, grasas, etc.).

f) Acción abrasiva o de deterioro por choque, durante las maniobras que realiza el barco en el puerto, o acción de abrasión, en la zona de proa, durante la navegación.

Todos estos factores justifican las permanentes investigaciones que se realizan sobre el tema, y el interés que el mismo suscita. Más de 60 comunicaciones sobre diferentes aspectos del problema, presentadas al 2nd. International Congress on Marine Fouling and Corrosion (Atenas, 1968) indican la permanente atención generada a nivel internacional.

Resumiendo, un sistema para línea de flotación deberá reunir las condiciones siguientes:

a) Elevada impermeabilidad, a fin de evitar la corrosión del metal por el electrolito (acción del sistema como barrera o del fondo como inhibidor de la corrosión) (6).

b) Elevada dureza, con el fin de resistir los efectos de choque o de abrasión, o la acción de algunos organismos que deterioran el film (Balanus, Serpúlidos, etc.).

c) Elevada resistencia a la intemperie.

d) Apreciable resistencia a agentes químicos (ácidos o álcalis diluidos) y a disolventes y derivados de petróleo.

Estas condiciones deberán ser tenidas en cuenta en la preparación de especificaciones para estos materiales, a fin de establecer exigencias adecuadas, y en la selección de

las materias primas a utilizar en las formulaciones (6, 8).

No debe dejarse de lado además el hecho de que el número de manos de pintura (espesor de película) y el tiempo de secado son factores que inciden sobre los resultados.

PARTE EXPERIMENTAL

Las experiencias fueron realizadas en la balsa experimental del LEMIT (1), fondeada en el puerto de Mar del Plata, entre el 1º de octubre de 1967 y el 10 de setiembre de 1968 (354 días).

El registro de las condiciones hidrológicas y biológicas se realizó paralelamente (9).

Paneles de ensayo: se emplearon paneles de acero doble decapado, de 50 por 30 cm, arenados a blanco previo a la aplicación del sistema de pintado previsto.

Pretratamiento: se ensayaron comparativamente series de paneles con arenado y con arenado-pretratamiento de wash-primer vinílico, formulado este último en base a la especificación de los EE.UU. de Norteamérica, Navy Sp. MIL-C-15328 A, Form. 117 que se indica en la tabla I. La influencia de este wash-primer sobre el poder pasivante del sistema ha sido ya establecido en trabajos anteriores (1, 6, 8, 10). Las presentes experiencias buscan confirmar aquellos resultados.

TABLA I

Composición del wash-primer vinílico (pretratamiento)

(por ciento en peso)

Parte A;

Resina de polivinilbutiral (Mowital B-60 H).....	7,2
Tetroxicromato de cinc (cromato básico con bajo contenido de sales solubles).....	6,9

Silicato de magnesio (Asbestine 3 X).....	1,1
Negro de humo	trazas
Alcohol butílico normal.....	16,1
Isopropanol.....	48,7

Parte B:

Acido fosfórico 85 %	3,6
Agua	3,2
Isopropanol	13,2

Tiempo de mantenimiento de las características, después de mezcladas las partes A y B: 6 a 8 horas.

Características de la resina de polivinil-butiral:

Grupo vinilo, %	54,4
Grupo butiral, %	38,3
Grupo acetato, %	0,3
Grupo hidroxilo, %	7,0

Esquema de pintado:

Para las pinturas oleoresinosas, se ensayaron los siguientes esquemas:

A	B
Arenado, sin pretratamiento	Arenado, wash-primer vinílico
2 manos pintura anticorrosiva (50-80 micrones)	3 manos pintura anticorrosiva (75-120 micrones)
1 mano pintura línea de flo-tación, colorada o negra (35 micrones)	2 manos pintura línea de flo-tación, colorada o negra (50-60 micrones)
Espesor total: 85-115 micrones	Espesor total: 125-180 micrones

Las pinturas vinílicas se ensayaron de acuerdo con el esquema

C

Arenado, wash-primer vinílico
3 manos pintura anticorrosiva
(45-55 micrones)

3 manos pintura línea de flotación
(40-60 micrones)
Espesor total: 85-115 micrones

Pinturas anticorrosivas tipo oleoresinoso:

Se ensayaron dos composiciones de pigmento. Una concordante con las especificaciones del BISRA (11), constituida por:

Sulfato dibásico de plomo	40 %
Aluminio tipo no "leafing"	20 %
Oxido férrico artificial	20 %
Barita	20 %

y otra de acuerdo con lo establecido en la Norma IRAM 1 110 (12), a base de:

Cromato básico de cinc	40 %
Oxido férrico artificial	40 %
Oxido de cinc	10 %
Barita	10 %

Los vehículos oleoresinosos utilizados se indican en la tabla II. El procesamiento de los diferentes barnices se realizó de acuerdo con las instrucciones suministradas por el fabricante de las resinas (1).

La composición de las pinturas anticorrosivas oleoresinosas figura en la tabla III.

Pinturas anticorrosivas vinílicas

Se formularon tres pinturas, a base de minio, aluminio y tetroxicromato de cinc, respectivamente, empleando como vehículo (8) un copolímero de cloruro-acetato de polivinilo (resina VAGH, Union Carbide), plastificado con fosfato de tricresilo y disuelto en una mezcla de metil-isobutil-cetona y tolueno. Las composiciones se indican en la tabla IV.

Pinturas oleoresinosas para línea de flotación

Se utilizaron dos pinturas, una colorada y otra negra, por ser dichos colores los utilizados normalmente por los armadores de nuestro país y por la Marina de Guerra, respectivamente. De acuerdo con experiencias anteriores(1), que demostraron la conveniencia de emplear un vehículo de elevada resistencia electrolítica, se utilizó para tal fin un barniz fenólico al que se incorporó caucho clorado en las proporciones que se indican en la tabla V. Estas pinturas fueron ensayadas como terminación sobre los diferentes fondos anticorrosivos oleoresinosos.

Pinturas vinílicas para línea de flotación

Se prepararon tres pinturas a base de resina vinílica VYHH (Unión Carbide), colores colorado, negro y aluminio (tabla VI). Cada una de ellas fue ensayada con los diferentes anticorrosivos vinílicos ya mencionados.

RESULTADOS OBTENIDOS

La Norma IRAM 1 185 (párrafos G-24/26) (15), establece el criterio a aplicar para juzgar el comportamiento de los sistemas de línea de flotación en un ensayo en balsa.

Teniendo en cuenta que los paneles están expuestos simultáneamente al aire (zona emergida) y al agua (zona sumergida), considera separadamente el comportamiento del sistema de pintura en ambos casos.

Establece una calificación máxima de 5 para cada una de las propiedades que se enumeran más abajo; un factor, adecuado a la importancia de cada falla, multiplicado por aquél valor, da el puntaje máximo a asignar:

	Calificación máxima	Factor	Puntaje máximo
a) <u>Parte emergida:</u>			
Cambio de color	5	1	5
Ampollado.....	5	2	10
Cuarateado.....	5	1	5
Desprendimiento de película	5	3	15
Oxidación	5	7	35
b) <u>Parte sumergida:</u>			
Desprendimiento de pe- lícula (5 cm vecinos línea flotación)....	5	1	5
Ampollado y cuarateado (5cm vecinos línea flotación).....	5	1	5
Oxidación (totalidad parte sumergida)....	5	4	20

En cada caso, 5 corresponde a la ausencia de la falla mencionada; de presentarse la misma, el puntaje citado se reduce proporcionalmente.

La estimación se realiza visualmente. Es conveniente, con el objeto de evitar errores de apreciación por los diferentes criterios de los operadores, utilizar en la comparación fotografías tipo. En el LEMIT se está preparando con dicho objeto, una escala de grados de oxidación, confeccionada en base a registros realizados sobre paneles sometidos a ensayo durante periodos de un año (14).

La calificación de las pinturas se realiza de la siguiente manera:

Excelente.....	No menos de 97 puntos
Muy bueno.....	Entre 91 y 96 puntos
Bueno.....	Entre 80 y 90 puntos
Regular.....	Entre 70 y 79 puntos
Malo.....	Menos de 70 puntos

Teniendo en cuenta la importancia de lograr un buen

comportamiento tanto en la parte emergida como en la sumergida, la norma establece que la pintura debe reunir, no sólo un mínimo de 80 puntos en total, sino además:

a) No haber merecido 0 puntos en ninguna calificación parcial; y

b) Reunir no menos de 55 puntos en la parte emergida y de 25 puntos en la sumergida. En caso de no cumplirse este último requisito, la calificación no podrá ser mayor de regular, al margen del puntaje obtenido.

Examinaremos separadamente los resultados obtenidos sobre los sistemas de tipo oleoresinoso y sobre los sistemas vinílicos.

Sistemas oleoresinosos

Si se consideran los resultados presentados en las tablas VII y VIII, observamos que las pinturas anticorrosivas oleoresinosas pueden clasificarse en tres grupos:

a) Las muestras que no cumplen los requisitos enunciados, cualquiera sea la condición de la superficie metálica (paneles con o sin pretratamiento). Son las muestras A-6 y A-11, con ambas pinturas de terminación, y B-6 y C-11, con pintura de línea colorada (el panel correspondiente a la pintura C-6 se perdió durante la realización de la experiencia).

b) Las pinturas que satisfacen el ensayo sólo cuando son aplicadas sobre pretratamiento de wash-primer vinílico: B-6, con pintura de terminación negra; B-11, C-6, D-6, D-11 y E-11 con ambas (colorada y negra); y G-6, sólo con negra.

c) Las pinturas de buen poder protector en las dos condiciones de experimentación (sobre chapa arenada y sobre chapa arenada con pretratamiento): E-6, F-6, F-11 y G-11 con las dos pinturas de terminación; G-6, H-11 e I-11 con pintura colorada. Es necesario aclarar que en el caso de las dos últimas pinturas no se prepararon paneles con pintura de línea color negro, dada la escasa cantidad de fondo anticorrosivo con que se contaba.

TABLA III

COMPOSICION DE LAS PINTURAS ANTICORROSIVAS OLEOSINOSAS (% en peso)

	A-6	B-6	C-6	D-6	E-6	F-6	G-6	H-11	I-11
Sulfato básico de plomo.....	18,5	18,5	18,5	3,5	17,6	16,7	16,2		
Aluminio no "leafing".....	9,3	9,3	9,3	9,3	8,8	8,4	8,1		
Oxido férrico.....	9,3	9,3	9,3	9,3	8,8	8,4	8,1		
Barita.....	9,3	9,3	9,3	9,3	8,7	8,4	8,1		
Barniz (sólidos).....	27,6	26,8	26,7	27,0	29,4	26,2	27,4		
Disolventes y diluyentes.....	26,0	26,8	26,9	26,6	26,7	31,9	32,1		
Relación P/V.....	1/0,59	1/0,58	1/0,58	1/0,58	1/0,66	1/0,62	1/0,62		
	A-11	B-11	C-11	D-11	E-11	F-11	G-11	H-11	I-11
Oxido férrico.....	19,6	19,6	18,9	18,0	17,2	17,2	16,8	17,9	17,4
Cromato básico de cinc.....	19,6	19,6	18,9	18,0	17,2	17,2	16,8	17,9	17,4
Oxido de cinc.....	4,8	4,9	4,7	6,0	4,3	4,3	4,2	5,7	5,5
Barita.....	4,8	4,9	4,7	6,0	4,3	4,3	4,2	5,7	5,5
Fstearato de aluminio.....	2,7	2,0	2,7	2,7	2,0	1,6	1,0	2,0	2,0
Barniz (sólidos).....	26,8	27,0	26,0	25,0	26,4	24,4	25,3	24,2	23,5
Disolventes y diluyentes.....	21,7	22,0	24,1	24,3	28,5	31,0	31,7	26,6	28,7
Relación P/V.....	1/0,55	1/0,55	1/0,55	1/0,52	1/0,61	1/0,57	1/0,60	1/0,51	1/0,51

La relación pigmento/vehículo (P/V) está expresada en peso.

TABLA IV

COMPOSICION DE LAS PINTURAS ANTICORROSIVAS VINILICAS

(por ciento, en peso)

	Minio	Aluminio	Tetroxicroma- to de cinc
Aluminio (polvo).....	--	8,0	--
Minio.....	22,5	--	--
Tetroxicromato de cinc.....	--	--	9,6
Asbestine 3 X.....	--	--	2,1
Resina VAGH.....	15,0	17,0	17,1
Fosfato de tricresilo.....	1,5	1,8	1,7
Metil-isobutil-cetona.....	38,5	36,2	41,7
Tolueno.....	22,5	36,2	27,8
Relación P/V (peso).....	1/0,73	1/2,45	1/1,61

TABLA V

COMPOSICION DE LAS PINTURAS OLEORESINOSAS PARA LINEA DE FLOTACION

(por ciento, en peso)

	Colorada		Negra	
Pigmento.....	35,0		16,7	
Oxido férrico.....	23,0		--	
Barita.....	12,0		12,5	
Negro de humo.....	A entone		4,2	
Vehículo.....	38,6		42,3	
Barniz fenólico/tung...	23,0		25,7	
Caucho clorado (20 cP).	12,0		12,8	
Difenilo clorado.....	3,6		3,8	
Disolventes y diluyentes.	26,4		41,0	
Tolueno.....	13,2		20,5	
Xileno.....	13,2		20,5	

TABLA VI

COMPOSICION DE LAS PINTURAS VINILICAS PARA LINEA DE FLOTACION

(por ciento, en peso)

	Negra		Colorada		Aluminio	
Pigmento.....	5,5		11,0		6,0	
Negro de humo.....	2,0		--		--	
Oxido férrico.....	--		11,0		--	
Aluminio (polvo).....	--		--		6,0	
Asbestine 3 X.....	3,5		--		--	
Vehículo.....	16,5		21,7		16,5	
Resina VYHH.....	15,0		17,2		15,0	
Fosfato tricresilo....	1,5		4,5		1,5	
Disolventes y diluyentes	78,0		67,3		78,0	
MIBK.....	39,0		22,3		39,0	
Tolueno.....	39,0		--		39,0	
Xileno.....	--		30,0		--	
Ciclohexanona.....	--		15,0		--	

TABLA VII

SISTEMAS PARA LINEA DE FLOTACION DE TIPO OLEOSINOSO - RESULTADOS DE ACUERDO CON LA NORMA IRAM 1185

Pinturas aplicadas sobre chapa arenada (3 manos)

	A-6		A-11		B-6		B-11		C-6		C-11		D-6		D-11	
	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N*	C	N	C	N	C	N
Pintura anticorrosiva:																
Pinturas línea flotac.:																
Parte emergida:																
Cambio de color.....	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5
Ampollado.....	10	10	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Cuarteado.....	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Desprendimiento.....	6	9	9	15	15	12	9	12	12	15	12	15	12	15	15	15
Oxidación.....	14	21	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Sub-total.....	39	50	63	68	69	67	59	67	66	70	66	-	69	67	69	70
Parte sumergida:																
Desprendimiento.....	2	1	1	1	3	2	2	1	4	4	2	-	5	4	3	1
Ampollado y cuarteado.....	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	-	3	2	2	2
Oxidación.....	4	4	4	4	4	4	4	4	8	8	4	-	4	8	12	12
Sub-total.....	7	6	6	6	8	7	8	6	13	13	7	-	12	14	17	15
TOTAL.....	46	56	69	74	77	74	67	73	79	83	73	-	81	81	86	85

	E-6		E-11		F-6		F-11		G-6		G-11		H-11		I-11		Calificación máxima IRAM 1185
	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N	
Pintura anticorrosiva:																	
Pinturas línea flotac.:																	
Parte emergida:																	
Cambio de color.....	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5
Ampollado.....	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Cuarteado.....	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Desprendimiento.....	15	15	15	15	15	15	15	12	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Oxidación.....	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Sub-total.....	69	70	69	70	69	70	69	67	69	70	69	70	69	70	69	70	70
Parte sumergida:																	
Desprendimiento.....	5	4	3	1	5	5	3	4	5	5	4	4	3	4	3	3	5
Ampollado y cuarteado.....	5	5	4	1	4	4	3	2	5	5	4	2	2	2	2	2	5
Oxidación.....	16	16	12	12	16	16	20	20	20	12	20	20	20	20	20	20	20
Sub-total.....	26	25	19	14	25	25	26	26	30	22	28	26	25	25	25	25	30
TOTAL.....	95	95	88	84	94	95	95	93	99	92	97	96	94	95	95	100	100

Notas.- ** Panel perdido durante el ensayo
 ** Sistemas que cumplen la Norma IRAM 1185
 C Pintura línea de flotación colorada
 N Pintura línea de flotación negra

TABLA VIII

SISTEMAS PARA LINEA DE FLOTACION DE TIPO OLEORESINOSO - RESULTADOS DE ACUERDO CON LA NORMA IRAM 1185

Pinturas aplicadas sobre chapa arenada, con pretratamiento de wash-primer (3 manos)

	A-6		A-11		B-6		B-11		C-6		C-11		D-6		D-11	
	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N
Pintura anticorrosiva:																
Pinturas línea flotac.:																
Parte emergida:																
Cambio de color.....	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	-	4	5	4	5
Ampollado.....	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	-	10	8	10	10
Cuarteado.....	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	5	5
Desprendimiento.....	12	15	12	15	15	15	15	15	15	15	15	-	15	15	15	15
Oxidación.....	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	-	35	35	35	35
Sub-total.....	66	70	66	70	69	70	69	70	69	70	69	-	69	68	69	70
Parte sumergida:																
Desprendimiento.....	4	5	3	1	3	4	5	2	5	4	4	-	5	5	4	4
Ampollado y cuarteado.....	4	1	3	4	1	4	4	4	3	1	4	-	5	5	4	5
Oxidación.....	16	16	16	16	20	20	20	20	20	20	16	-	16	20	20	20
Sub-total.....	24	22	22	21	24	28	29	26	28	25	24	-	26	30	28	29
TOTAL.....	90	92	88	91	93	98	98	96	97	95	93	-	95	98	97	99

** **

	E-6		E-11		F-6		F-11		G-6		G-11		H-11		I-11		Calificac. máxima IRAM 1185
	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N	C	N	
Pintura anticorrosiva:																	
Pinturas línea flotac.:																	
Parte emergida:																	
Cambio de color.....	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	5
Ampollado.....	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Cuarteado.....	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Desprendimiento.....	15	15	15	15	15	15	15	12	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Oxidación.....	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Sub-total.....	69	70	69	70	69	70	69	67	69	70	69	70	69	70	70	70	70
Parte sumergida:																	
Desprendimiento.....	5	5	3	1	5	5	5	2	5	5	4	4	3	4	4	5	5
Ampollado y cuarteado.....	5	5	4	1	4	5	3	3	5	5	4	3	4	3	5	5	5
Oxidación.....	20	20	20	20	20	20	20	20	20	16	20	20	20	20	20	20	20
Sub-total.....	30	30	27	22	29	30	30	25	30	26	28	27	27	27	27	27	30
TOTAL.....	99	100	96	92	98	100	99	92	99	96	97	97	96	97	97	100	100

** **

Notas.- ** Sistemas que cumplen la Norma IRAM 1185.
 C Pintura de línea de flotación colorada
 N Pintura de línea de flotación negra

La enumeración realizada nos está indicando que ambas pigmentaciones anticorrosivas, cuyo funcionamiento se explica en base a mecanismos diferentes, han proporcionado resultados prácticamente equivalentes. La mezcla sulfato básico de plomo-aluminio no "leafing"-óxido férrico (actúa por la formación de jabones con el vehículo y aumentando además la impermeabilidad de este último) aparece en seis de las pinturas de los grupos b) y c): B-6, C-6, D-6, E-6, F-6 y G-6. La mezcla cromato básico de cinc-óxido de cinc-óxido férrico (actúa fundamentalmente solubilizando iones cromato, que pasivan el metal), en las pinturas B-11, D-11, E-11, F-11, G-11, H-11 e I-11 (con los vehículos H e I se usó sólo esta última pigmentación).

Un factor de mayor importancia, para el caso de las pinturas submarinas que se estudian, es evidentemente el relacionado con la composición del vehículo, ya que a medida que aumenta la resistencia del mismo a los agentes químicos (para una misma pintura de terminación), la protección brindada es mayor. Esto nos está indicando que la acción fundamental del sistema es como barrera; sin embargo, como la impermeabilidad no es completa, siempre hay una acción complementaria de los pigmentos inhibidores. Que esta última es también importante y no puede ser excluida de consideración lo da el hecho de que otras pigmentaciones examinadas en experiencias anteriores (1) han debido ser descartadas.

El caucho clorado contribuye, evidentemente, a aumentar la resistencia de los vehículos. Una mayor resistencia química podría lograrse utilizando solamente esta resina en la formulación del vehículo, y aplicando luego películas de espesor adecuado. Como este tipo de pinturas exige profundizar algunos aspectos de su tecnología, hemos preferido considerarlas en un estudio especial ya programado.

Un tercer factor es el pretratamiento de la superficie arenada por medio de wash-primer vinílico. Sin esta condición solamente manifiestan buen poder protector las muestras con vehículos de elevada resistencia, es decir E, F y G (barnices fenólicos con caucho clorado), y además H e I (ésteres epoxídicos).

Con la aplicación previa de wash-primer vinílico,

se logra incorporar al grupo de pinturas que cumplen el ensayo, algunas de las muestras con vehículos B, C y D (tabla X) lo que es índice de la importancia de dicho film pasivante.

Con respecto a las dos pinturas para línea de flotación, oleoresinosas, que se han formulado, podemos decir que ambas se comportan en forma similar, y los dos tipos integran sistemas calificados como excelentes o muy buenos (IRAM 1 185, ya citada). Hay una mayor resistencia de la pintura negra a la acción de la luz (tablas VII y VIII), no sufriendo los paneles prácticamente ninguna modificación de color en el año de ensayo. La retención de brillo es también mayor que en las pinturas coloradas, factor este que incide también en la apreciación del color, por lo que debe ser considerado como de mucha importancia, aún cuando la norma IRAM 1 185 no hace ninguna referencia explícita al respecto.

Sistemas vinílicos

Estos sistemas involucran también el uso de pinturas anticorrosivas y para línea de flotación, con pretratamiento de wash-primer en todos los casos. Se ensayaron tres fondos anticorrosivos de diferente composición, con tres pinturas de terminación, es decir un total de nueve sistemas.

Podemos observar (tabla IX) que, con excepción del sistema aluminio (alto "leafing")-pintura de línea color colorado, todos los demás cumplen con la exigencia de la norma IRAM citada.

Sin embargo, solamente los formulados a base de tetroxicromato de cinc pueden ser calificados como de comportamiento excelente, con un total de 99 puntos (sólo muy ligero ampollado a la altura de la línea de agua); el minio y el aluminio sólo integran sistemas calificados como de comportamiento bueno (88 a 89 puntos), y en estas condiciones han resultado inferiores en su poder protector al de muchos de los sistemas oleoresinosos considerados anteriormente.

Las mayores diferencias observadas entre el fondo a base de tetroxicromato y los otros dos (minio y aluminio) radican fundamentalmente en el mayor poder pasivante de aquél, puesto que brinda una perfecta protección no sólo

en el centro sino en los bordes y en las aristas de los paneles, y además en todas aquellas zonas donde se produce deterioro localizado en la película por acción mecánica.

Las fotografías que se agregan a este informe, y que muestran paneles luego de la eliminación del film con un removedor orgánico (cloruro de metileno) son ilustrativas de lo expresado.

Las tres pinturas de terminación vinílicas (colores negro, colorado y aluminio), tienen comportamiento similar. Todas ellas proporcionan un film de buenas características mecánicas (dureza suficiente), físicas (retención de color y de brillo) y químicas (resistencia al agua de mar y a los productos contaminantes que están presentes en el lugar de ensayo). A nivel de línea de flotación, el sistema en su conjunto, y en especial la pintura de terminación, están sometidos, como ya se indicó al principio de este trabajo, a exigencias extremas, ya que los fenómenos de aireación diferencial (5,6) que ocurren en la interfase aire/agua se suman problemas inherentes a la abundante fijación de fouling, y en particular de Algas, Briozoos, Cirripedios y Serpúlidos. Las características del film vinílico permiten, inclusive, la eliminación por raspado de los organismos adheridos luego de un año de inmersión, sin que esta acción produzca deterioro alguno en la superficie pintada. Ello hace presumir, para estos sistemas, un comportamiento similar en servicio. Esta circunstancia, de confirmarse, facilitaría notablemente el carenado al mantenerse la integridad del film, o al reducirse al mínimo las operaciones de retoque de la pintura en la línea de flotación.

CONCLUSIONES

1) Se han formulado sistemas para línea de flotación oleoresinosos (pintura anticorrosiva de fondo con terminación pintura de franja variable), que cumplen con la exigencia de un año en balsa, en las condiciones establecidas en

la Norma IRAM 1 185. Los aspectos más importantes a destacar son los siguientes:

a) Las dos pigmentaciones anticorrosivas experimentadas (sulfato dibásico de plomo-aluminio no "leafing"-óxido férrico y cromato básico de cinc-óxido de cinc-óxido férrico) proporcionan un poder protector equivalente.

b) La composición del vehículo aparece como un factor de gran importancia, ya que a medida que aumenta la resistencia química del mismo, la protección brindada es mayor.

c) El pretratamiento de wash-primer vinílico, aplicado sobre la chapa arenada a blanco, ejerce una influencia fundamental sobre los resultados en todas aquellas formulaciones en que la resistencia del vehículo es menor (caso de los barnices fenólicos); los resultados son en cambio similares (con y sin pretratamiento) para los vehículos de mayor resistencia (barnices oleoresinosos con caucho clorado y ésteres de resinas epoxídicas).

d) Es fundamental la utilización de una pintura de terminación altamente resistente, por cuanto el conjunto del sistema funciona fundamentalmente como barrera. Como la impermeabilidad no es completa, existe también una acción pasivante complementaria, que está a cargo de los pigmentos inhibidores de los fondos. Las pinturas negra y colorada ensayadas, proporcionan protección equivalente; sin embargo la primera sufre menores modificaciones de color y de brillo.

2) Los sistemas vinílicos experimentados cumplen también, con una sola excepción, las exigencias de la norma citada. Sin embargo es necesario hacer notar que:

a) El poder pasivante de los fondos a base de tetroxicromato de cinc (cromato básico con bajo contenido de sales solubles) es mayor que el de aquellos formulados con minio o con aluminio de alto "leafing".

b) Las tres pinturas de terminación (colores negro, colorado y aluminio) proporcionan películas caracterizadas por sus excelentes propiedades mecánicas (dureza), físicas (retención de color y de brillo) y químicas

TABLA IX
SISTEMAS VINILICOS PARA LINEA DE FLOTACION - RESULTADOS DE ACUERDO CON LA NORMA IRAM 1185

Pintura anticorrosiva:	Minio				Aluminio				Tetroxicromato de cinc			
	N	C	Al	N	N	C	Al	N	N	C	Al	
Pintura línea flotac.:												
<u>Parte emergida:</u>												
Cambio de color.....	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Ampollado.....	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Cuarteado.....	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Desprendimiento.....	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Oxidación.....	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Sub-total.....	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
<u>Parte sumergida:</u>												
Desprendimiento.....	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Ampollado - Cuarteado.....	5	4	4	4	4	2	5	4	4	4	4	4
Oxidación.....	16	16	16	16	16	16	16	16	20	20	20	20
Sub-total.....	26	25	25	25	25	23	26	29	29	29	29	29
TOTAL.....	89	88	88	88	88	86	89	29	29	29	29	29
	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

** Sistemas que cumplen la Norma IRAM 1185.

TABLA X
SISTEMAS QUE CUMPLEN EL ENSAYO EN BALSA

(1 año, Mar del Plata, 1967/68)

Pintura anticorrosiva	Pintura de línea *	Puntos **
<u>1.- Con wash-primer vinílico</u>		
B-6	N	98
B-11	C-N	98-96
C-6	C-N	97-96
D-6	C-N	95-98
D-11	C-N	97-99
E-6	C-N	99-100
E-11	C-N	96-92
F-6	C-N	98-100
F-11	C-N	99-92
G-6	C-N	99-96
G-11	C-N	97-97
H-11	C	96
I-11	C	97
Vinílica cromato	C-N-Al	99-99-99
Vinílica minio	C-N-Al	88-89-88
Vinílica aluminio	N-Al	88-89
<u>2.- Sin wash-primer vinílico</u>		
G-6	C	99
G-11	C	97
E-6	C-N	95-95
E-11	C	95
F-6	C-N	95-94
F-11	C-N	95-93
G-11	N	96
H-11	C	94
I-11	C	95

* Pintura de línea: C, colorada; N, negra; Al, aluminio

** Calificación: Mayor de 97 puntos, excelente; 91 a 96 puntos, muy bueno; 80 a 90 puntos, bueno.

(resistencia al agua y a los agentes contaminantes existentes en el área de experimentación).

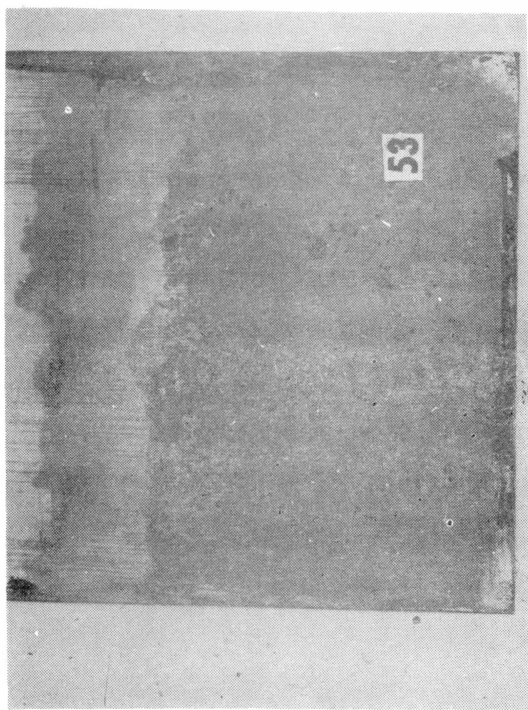
3) El espesor de película es un factor de importancia en los resultados obtenidos. Se aconsejan valores entre 120 y 180 micrones para el sistema.

BIBLIOGRAFIA

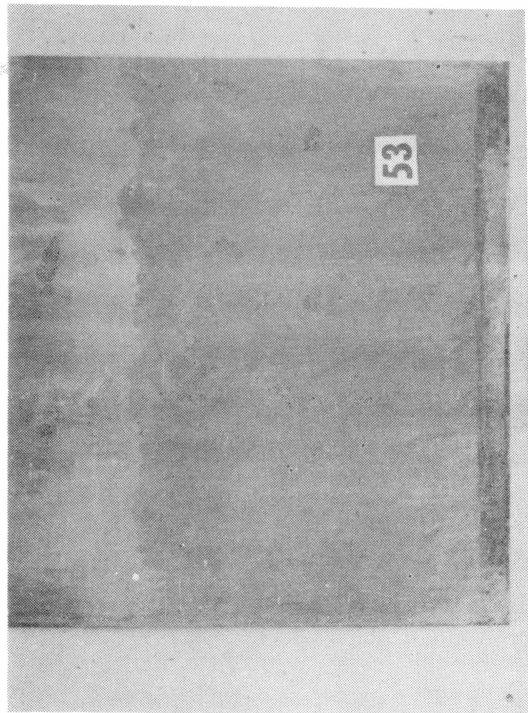
- 1.- Rascio V.- Pinturas anticorrosivas para la protección de carenas de barcos. I. Resultados de ensayos en balsa, 1965/67. Revista de Ingeniería, XVII, n° 64, 15/30, enero-marzo 1969; LEMIT, serie II, n° 126, 1968.
- 2.- Bastida R.- Las incrustaciones biológicas en el puerto de Mar del Plata, período 1966/67, la. parte, serie II, 1968 y 2a. parte, LEMIT, serie II, 1969.
- 3.- Bastida R.- Principales organismos que constituyen las incrustaciones biológicas. Navitecnia, 21, n° 4, 353/60, julio-agosto 1967, y 21, n° 5, 398/406, setiembre-octubre, 1967.
- 4.- Devouly P.- The painting of steel vessels for salt water service. Steel Structures Painting Manual, I, 261, 1966.
- 5.- Rascio V.- El problema de la corrosión submarina y de las incrustaciones biológicas (fouling) en carenas de barcos. Navitecnia, 21, n° 2, 281/88, marzo-abril, 1967.
- 6.- Rascio V.- Protección de carenas de barcos mediante pinturas anticorrosivas. Navitecnia, 22, n° 1, 9/16, enero-febrero, 1968.
- 7.- Bastida R.- Condiciones ambientales del mar y su influencia sobre las incrustaciones biológicas. Navitecnia, 21, n° 3, 302/7, mayo-junio, 1967; Pesca y Marina (México), 20, n° 4, 4/12, agosto-setiembre, 1968.

- 8.- Rascio V.- Pinturas vinílicas para carena y línea de flotación. Navitecnia, 23, nº 1, 228/39, marzo-abril, 1969.
- 9.- Bastida R.- Informe sobre las incrustaciones biológicas en el puerto de Mar del Plata, período 1967/68. LEMIT (inédito).
- 10.- Rascio V.- Importancia de la elección del método de pintado y de preparación de superficies sobre el comportamiento de las pinturas para carena. Navitecnia, 21, nº 6, 437/44, noviembre-diciembre, 1967.
- 11.- BISRA.- The formulation of anticorrosive compositions for ships' bottoms and underwater service on steel. 1st. Report of Joint Technical Panel, N/P2, London, 1950.
- 12.- IRAM 1 110.- Pinturas para uso marino: Pinturas para carena y faja de flotación. Buenos Aires, 1961.
- 13.- Rascio V. y Bruzzoni W. O.- Pinturas anticorrosivas a base de resinas epoxy esterificadas con ácidos grasos de aceite de linaza. LEMIT, serie II, nº 114, 1967.
- 14.- Rascio V. y Caprari J. J.- Escala fotográfica de grados de oxidación de superficies metálicas protegidas por pinturas y sumergidas en agua de mar. LEMIT, 1967 (informe interno, inédito).
- 15.- IRAM 1 185.- Método de ensayo en balsa de pinturas para carena y faja de flotación. Buenos Aires, 1963.

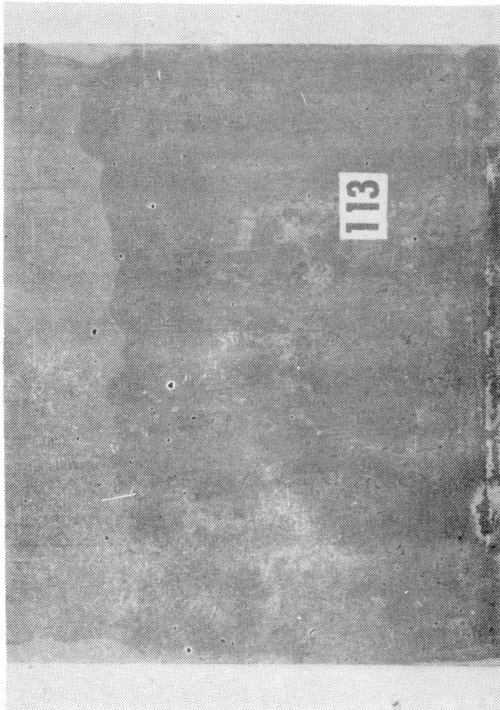
Nota.- Trabajo realizado con subsidio del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.



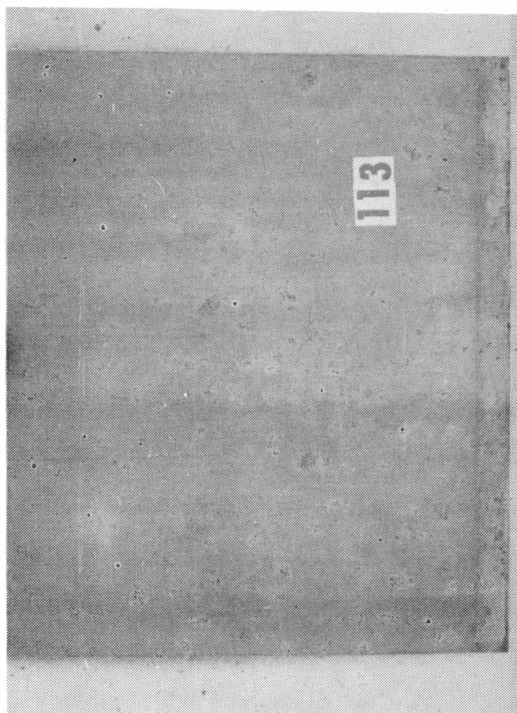
A



B

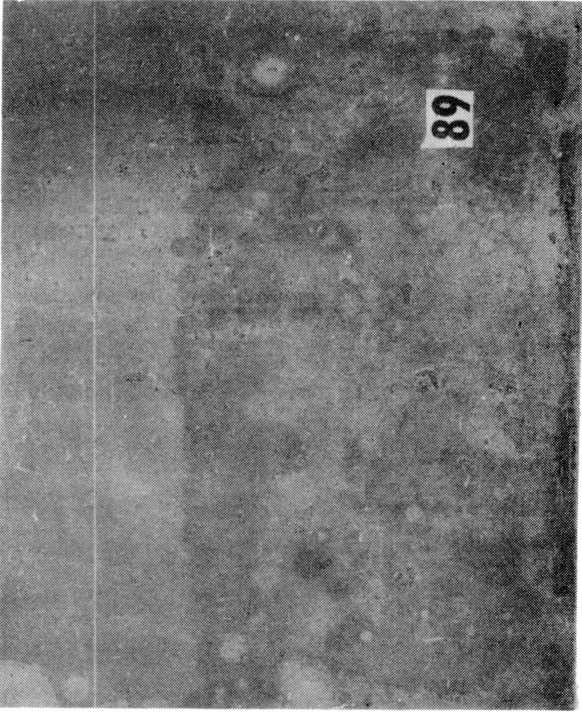


C

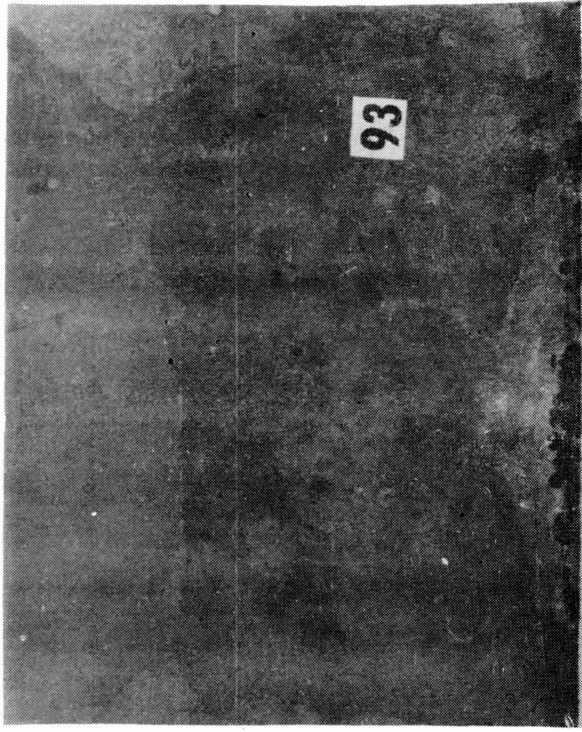


D

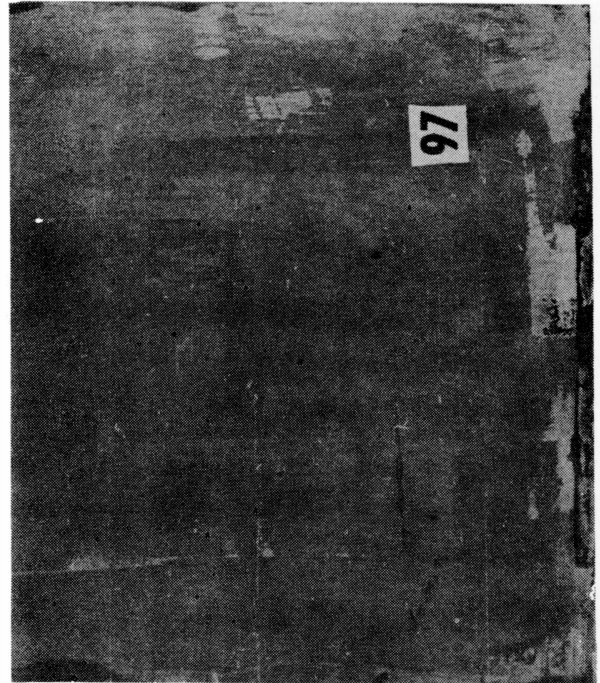
Fig. 1.- Estado del panel metálico, mostrando la influencia del pretratamiento sobre el com-
portamiento de sistemas oleoresinosos: A y B, pintura D-6, sobre chapa sin y con wash-primer
respectivamente (terminación línea color negro); C y D, pintura H-11, sobre chapa sin y con
wash-primer, respectivamente (terminación línea color colorado)



A



B



C

Fig. 2.- Estado del panel metálico, sistemas oleoresinosos, sobre superficies arenadas:

A Pintura E-11, terminación línea color colorado

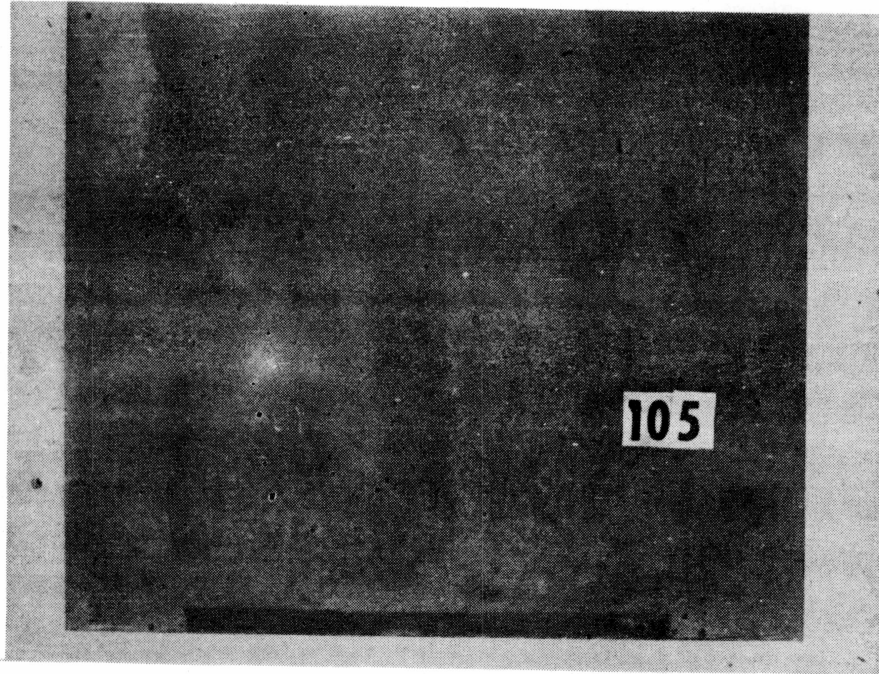
B Pintura E-11, terminación línea color negro

C Pintura G-6, terminación línea color colorado

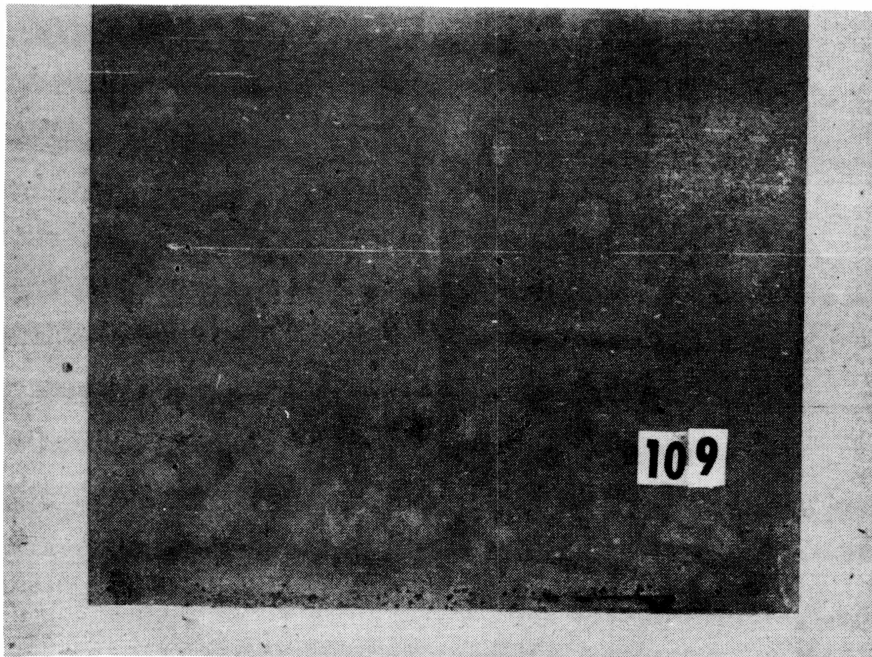
Fig. 3.- Estado del panel metálico, pintura G-11, sobre superficie arenada, sin pretratamiento:

A Terminación línea de flotación color colorado

B Terminación línea de flotación color negro



A

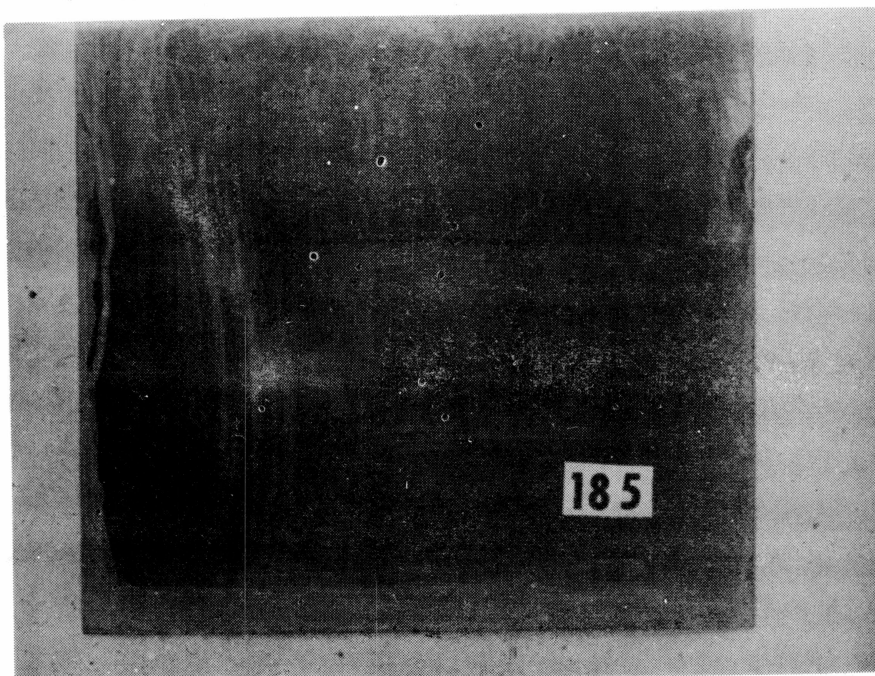


B

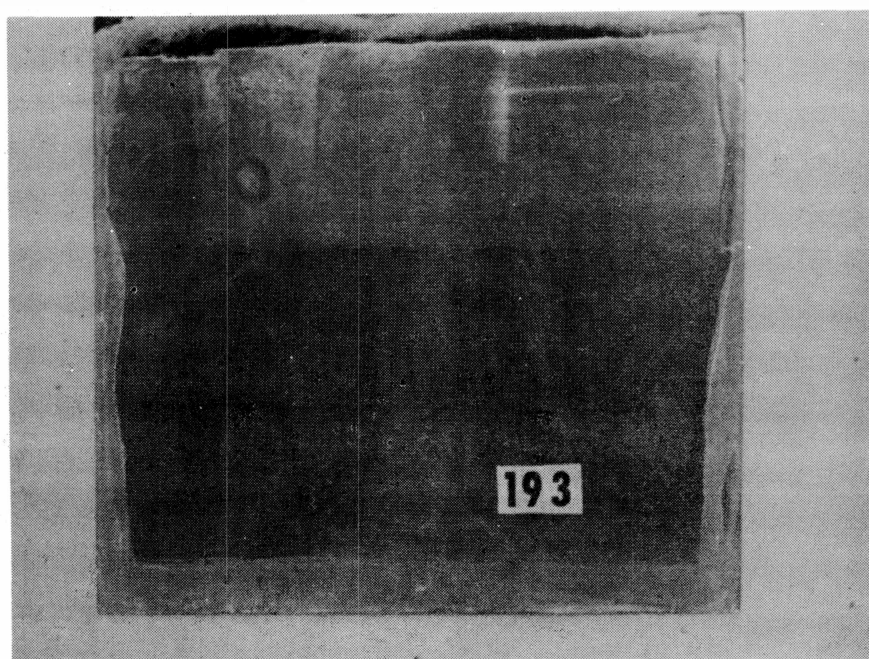
Fig. 4.- Pintura anticorrosiva vinílica a base de aluminio:

A Terminación línea de flotación color colorado

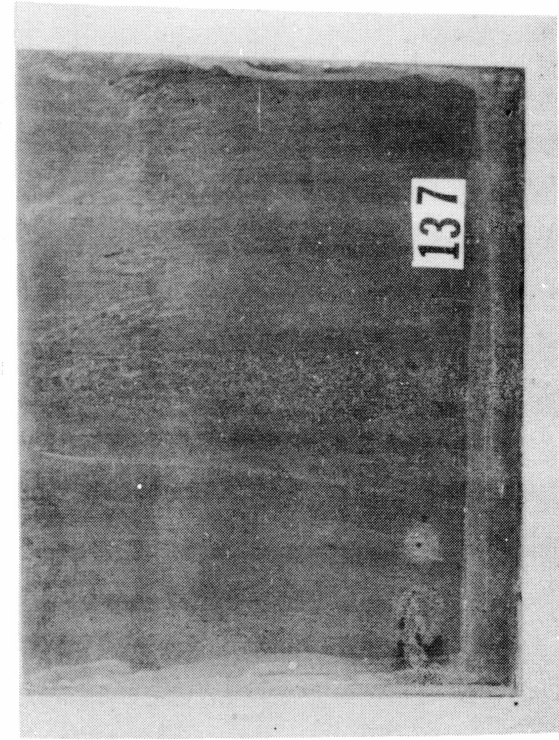
B Terminación línea de flotación color negro



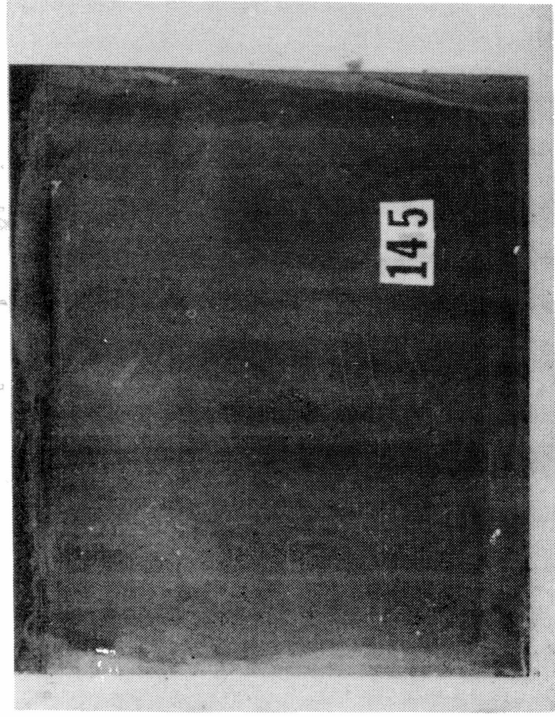
A



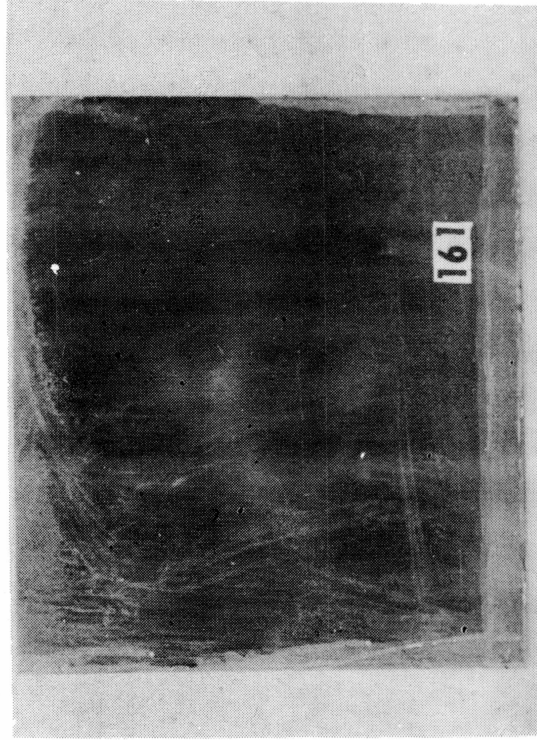
B



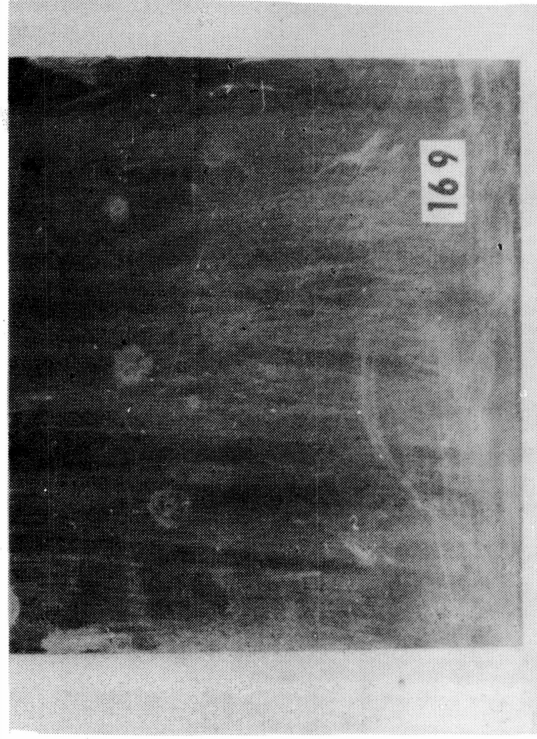
A



B



C



D

Fig. 5.- Sistemas vinílicos: A y B, pintura anticorrosiva a base de minio, terminación colores colorado y negro, respectivamente; C y D, pintura anticorrosiva a base de tetroxicromato de cinc, terminación colores colorado y negro, respectivamente