



FIGURA 5.1 TANQUE SEMIELIPTICO TRANSPORTE DE VINAZA
Fuente: DERAKANE NEWS



FIGURA 5.2 Transporte de ácidos
Fuente: www.decoglass.com.ve

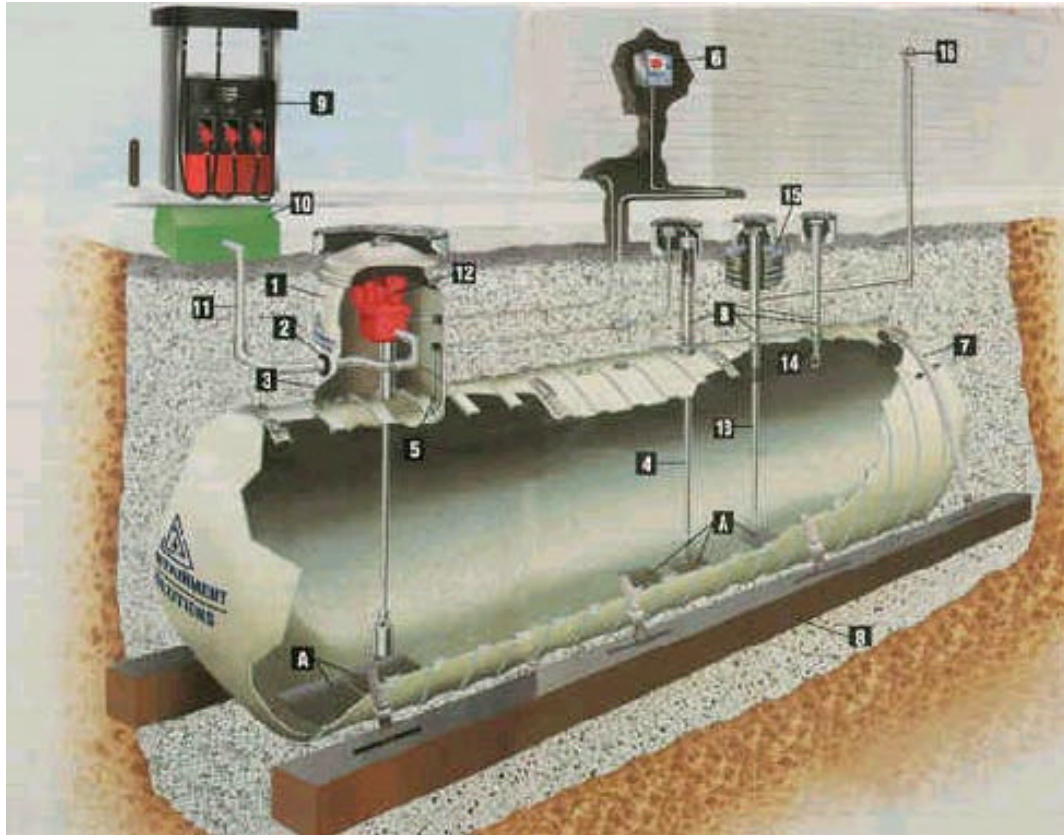


FIGURA 5.3 Corte de tanque subterráneo
Fuente: www.decoglass.com.ve

CUADRO 5.1: COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LA RESINA PURA CON 3.2MM EN TEMPERATURA AMBIENTE.

Fuente: Manual de Ingeniería y Resistencia Química DOW PLASTICOS

Propiedad	DERAKANE 411	DERAKANE 441-400	DERAKANE 470-36	DERAKANE 8084	DERAKANE 510C -350	DERAKANE 510A	DERAKANE 510N
Resistencia a la carga, psi ¹⁾	11-12000	12-13000	10-11000	10-11000	11-12000	10-11000	10-11000
Módulo de Carga, x 10e ⁻⁵ psi ¹⁾	4.9	5.2	5.1	4.6	5.0	5.0	5.0
Elongación, %	5.0-8.0	7.0-8.0	3.0	10.0	5.0	4.0	3.0-4.0
Resistencia a la Flexión, psi ¹⁾	16-18000	22-24000	18-20000	16-18000	16-18000	16-18000	18-20000
Módulo de Flexión, x10e ⁻⁵ psi ¹⁾	4.5	5.1	5.5	4.4	5.6	5.2	5.3
Temperatura de Distorsión Térmica, °C	99-104	115-121	146-152	77-82	104-110	104-110	118-124
Dureza Barcol	35	35	40	30	40	40	40

factor de Conversión -> De: psi	para Pa	Multiplicar por:	6.89476x10³
psi	Mpa		6.89476x10⁻³
psi	Gpa		6.89476x10⁻⁶

CUADRO 5.2: PROPIEDADES DE LA RESINA DERA KANE 411-45 EN BAJA TEMPERATURA

Fuente: Manual de Ingeniería y Resistencia Química DOW PLASTICOS

Temperatura, °C	25	-4.3
Resistencia a la Carga, psi ¹⁾	31000	29000
Módulo de Carga, x10 ⁵ psi ¹⁾	19	22
Resistencia a la Flexión, psi ¹⁾	33000	40000
Módulo de Flexión, x10 ⁵ psi	12	213

Construcción del laminado: M/T/MT/M
Manta = manta de 450g/m² T= Tela de 800g/m²

CUADRO 5.3: PROPIEDADES TÍPICAS DE UN LAMINADO DERA KANE 411

Fuente: Manual de Ingeniería y Resistencia Química DOW PLASTICOS

	MANTA	M/T ALTERNADO	LAMINADO 6.3 mm
Resistencia a la Carga, psi ¹⁾	16400	35000	20700
Módulo de Carga, x10 ⁵ psi ¹⁾	1.20	2.30	1.74
Resistencia a la Flexión, psi ¹⁾	24000	38000	29600
Módulo de Flexión, x10 ⁵ psi	1.10	2.30	1.03
Resistencia a la compresión, psi ¹⁾ _i	32000	-	-
Módulo de compresión, x10 ⁶ psi ¹⁾ _i	0.90	-	-
Tenor de vidrio.%	30	50	40

Laminado de 6.3mm= V/M/M/T/M/T/M
V= Velo Manta= manta de 450g/m² T= Tela de 800g/m²

CUADRO 5.4: PROPIEDADES TÍPICAS DE UN LAMINADO DERAKANE 470

Fuente: Manual de Ingeniería y Resistencia Química DOW PLASTICOS

	MANTA	HP/T ALTERNADO	LAMINADO 6.3 mm
Resistencia a la Carga, psi ¹⁾	16000	40000	18000
Módulo de Carga, x10 ⁵ psi ¹⁾	1.20	2.50	1.20
Número de Poissón	0.411	0.212	-
Resistencia a la Flexión, psi ¹⁾	24000	50000	222800
Módulo de Flexión, x10 ⁵ psi	1.40	2.50	1.05
Resistencia a la compresión, psi ¹⁾	36000	40500	-
Módulo de compresión, x10 ⁶ psi ¹⁾	0.95	1.50	-
Tenor de vidrio.%	30	55	40

Laminado de 6.3mm= V/M/M/T/M/T/MV= Velo Manta= manta de 450g/m²
 FP= Hilo picado de 225 g/m² T= Tela de 800g/m²

CUADRO 5.5: EFECTOS DEL TENOR DE VIDRIO SOBRE LA RESISTENCIA A LA CARGA EN LA ROTURA DE DERAKANE 470

Fuente: Manual de Ingeniería y Resistencia Química DOW PLASTICOS

	ESPEJOR MEDIANO (MM)	ANCHO MEDIANO (MM25.5)	CARGA MEDIANA (LB)	RESIST. A LA CARGA (PSI)	TENOR VIDRIO (%)
HILO PICADO	5.3	25.7	1907	8990	21.1
	2.5	25.5	1507	16120	29.6
	1.8	25.6	1977	272270	46.3
ALTERNADO	9.2	25.8	9973	27170	41.1
	MANTA/ TELA	6.5	25.7	9880	38000
	5.3	25.8	9480	44500	54.7

Hilo Picado= 225 g/m² Tela= 800g/m² Manta*
 450 g./m²

CUADRO 5.6: CONTRACCIÓN TÓPICA DE ENDURECIMIENTO PARA RESINA DERAKENE SIN REFUERZO

Fuente: Manual de Ingeniería y Resistencia Química DOW PLASTICOS

	DENSIDAD RESINA LÍQUIDA (g/cm³)	DENSIDAD RESINA ENDURECIDA (g/cm³)	CONTRACCION EN ENDURECIMIENTO (%)
DERAKANE 411-45	1.040	1.126	8.3
DERAKANE 441-400	1.071	1.154	7.8
DERAKANE 470-36	1.070	1.165	8.9
DERAKANE 470-45	1.030	1.132	9.9
DERAKANE 510A	1.220	1.317	8.0
DERAKANE 510C-350	1.140	1.219	6.9
DERAKANE 510N	1.150	1.248	8.4
DERAKANE 8084	1.060	1.148	8.2

Hilo Picado= 225 g/m²	Tela= 800g/m²	Manta*
450 g./m²		

CUADRO 5.7: CONDUCTIVIDAD TÉRMICA NORMAL DE DERAKANE 411-45

Fuente: Manual de Ingeniería y Resistencia Química DOW PLASTICOS

	LAM. MANUAL (75% RESINA)	FIL. CONTINUO (40% RESINA)
Ambiente	1.00	1.24
93 Celsius	1.12	1.36
149 Celsius	1.24	1.61

CUADRO 5.8: COEFICIENTE NORMAL DE EXPANSION TERMICA LINEAL DE DERAKANE 411-45

Fuente: Manual de Ingeniería y Resistencia Química DOW PLASTICOS

RANGO DE TEMPERATURA	VIDRIO	ACERO	LAM.MANUAL 75% RESINA	RESINA PURA
DERAKANE 8084	6	12	30	100

CUADRO 5.9: PROPIEDADES DIELECTRICAS DE LAS RESINAS SIN REFUERZO

Fuente: Manual de Ingeniería y Resistencia Química DOW PLASTICOS

	CONSTANTE DIELECTRICA	FACTOR DE DISIPACIÓN
DERAKANE 411-45	3.38	0.003
DERAKANE 441-400	3.32	0.022
DERAKANE 470-36	4.58	0.008
DERAKANE 470-45	3.27	0.005
DERAKANE 510A	3.54	0.004
DERAKANE 510C-350	3.27	0.004
DERAKANE 510N	3.32	0.004
DERAKANE 80804	3.46	0.011
Termoplásticos		
Caucho Natural	2.70-5.00	0.0005-0.02
Silicon	3.00-7.00	0.001-0.010
ABS	2.50-3.50	0.003-0.007
Nylon	3.60-5.00	0.010-0.040
Polietileno	2.3	0.0001-0.0005

A 25 grados Celsius y 1 Khz ASTM D-1

CUADRO 5.10: PROPIEDADES DE ADHERENCIA EN METAL DE LAS RESINAS DERAKANE ¹

Fuente: Manual de Ingeniería y Resistencia Química DOW PLASTICOS

	RESITENCIA ADHESIVA, PSI		
	ACERO CARBONO	ACERO INÓXIDABLE	ALUMINIO 202473
Poliéster Bisfenólico	760	570	655
DERAKANE 411-45	800	800	970
DERAKANE 8084	1430	1530	970

(1) Valores determinados usando una variación de la ASTM D 1002 "Método patrón densayo de resistencia de adhesivos al cizallamiento por carga de esfuerzo". Al revés de metal-metal, se ensayaron muestras de PRFV.

**CUADRO 5.11: COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LAMINADOS POR PROCESO DE CONTACTO
CON RESINAS DERAKANE**

Fuente: Manual de Ingeniería y Resistencia Química DOW PLASTICOS

PROPIEDAD	ASTM D- 3299 ESPECIFICACIONES	DERAKANE 411	DERAKANE 4441-400	DERAKANE 470-36	DERAKANE 510A Y 510C-350	DERAKANE 510N	DERAKANE 8084
------------------	--	-------------------------	------------------------------	----------------------------	---	--------------------------	--------------------------

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN, PSI

Temperatura Ambiente	19000	296000	21800	24000	23800	25000	25000
66°C		28500	23200	-	23800	2400	24000
93°C		27400	24500	24500	24000	24600	24600
107°C		14700	23100	-	21000	24400	24400
121°C		5000	12400	24100	12000	18400	18400
135°C		-	4300	-	-	-	-
149°C		3200	-	21000	-	-	-
163°C		-	-	12000	-	-	-
177°C		-	-	8000	-	-	-

MÓDULO DE FLEXIÓNx10⁻⁵PSI

Temperatura Ambiente	8.0	10.3	11.5	12.5	11.0	11.4	
66°C		10.1	11.0		11.0	11.0	
93°C		8.5	9.5	11.8	9.0	10.2	
107°C		4.9	8.9		8.2	9.5	
121°C		2.3	6.0	10.6	5.8	5.1	
135°C		-	2.		-	-	-
149°C		2.3	-	8.3	-	-	-
163°C		-	-	6.1	-	-	-
177°C		-	-	25.2	-	-	x-

RESISTENCIA A LA CARGA, PSI

Temperatura Ambiente	12000	20700	21500	18000	16400	21000	287000
66°C		25100	228000		18300	22300	27200
93°C		21800	23400	18600	19500	22000	24700
107°C		18200	24000		18500	19700	21200
121°C		11700	27500	18800	17000	16500	20400
135°C			21900		-	-	15700
149°C		7700	-	17000	-	-	-
163°C			-	14400	-	-	-
177°C			-	11000	-	-	-

MÓDULO DE CARGA x 10⁻⁵ PSI

Temperatura Ambiente		17.4	13.4	16.5	15.0	13.8	14.3
66°C		18.1	12.9	-	17.0	15.1	14.6
93°C		14.9	23.3	17.1	13.0	15.2	14.0
107°C		11.1	13.1	-	12.6	14.7	11.8
121°C		7.6	12.0	17.1	12.0	13.2	9.4
135°C		-	12.2	-	-	-	9.9
149°C		-	-	10.4	-	-	-
163°C		-	-	9.1	-	-	-
177°C		-	-	7.3	-	-	-

Espesor de laminado= 6.3mm

V= Velo de vidrio C patrón de 0.25 mm

T= Tela de 800g/m²

Manta= manta de 450g/m²

Construcción del laminado= V/M/M/T/M/T/M

CUADRO 5.12: ENVEJECIMIENTO TÉRMICO POR EXPOSICIÓN CONTINUA, % DE RETENCIÓN DEL MÓDULO DE FLEXIÓN DE LAMINADOS HECHOS CON RESINAS DERAKANE.

Fuente: Manual de Ingeniería y Resistencia Química DOW PLASTICOS

TEMPERATURA/PRODUCTO	INICIAL (PSI)	1 SEMANA	2 SEMANAS	1 MES	2 MESES	3 MESES	6 MESES	9 MESES	12 MESES
204°C									
DERAKANE 470	29400	102	83	85	922	83	72	62	63
DERAKANE 510N	25000	101	91	11	Falla	-	-	-	-
DERAKANE 510A	28000	106	20	Falla	-	-	-	-	-
Poliéster Ácido Clorédico	22000	101	17	Falla	-	-	-	-	-
193°C									
DERAKANE 470		76	-	91	-	97	100	101	97
DERAKANE 510N		100	-	105	-	90	38	Falla	-
DERAKANE 510A		110	-	107	-	23	Falla	Falla	-
Poliéster Ácido Clorédico		38	-	126	10	Falla	Falla	Falla	-
182°C									
DERAKANE 470		90	-	-	-	104	88	88	76
DERAKANE 510N		99	-	-	-	125	117	139	Falla
DERAKANE 510A		98	-	-	-	90	12	Falla	-
Poliéster Ácido Clorédico		95	-	-	-	85	22(1)	Falla	-
160°C									
DERAKANE 470	-	-	-	-	84	90	99	85	85
DERAKANE 510N	-	-	-	-	111	115	111	109	109
DERAKANE 510A	-	-	-	-	99	111	121	104	104

(1) Datos de 4 meses Construcción de laminado = V/M/M/T/M/T/M

CUADRO 5.13: ENVEJECIMIENTO TÉRMICO POR EXPOSICIÓN CONTINUA, % DE RETENCIÓN DEL MÓDULO DE FLEXIÓN DE LAMINADOS HECHOS CON RESINAS DERAKANE.

Fuente: Manual de Ingeniería y Resistencia Química DOW PLASTICOS

TEMPERATURA/PRODUCTO	INICIAL (PSI)	3 MESES	6 MESES	9 MESES	12 MESES
----------------------	---------------	---------	---------	---------	----------

204°C

DERAKANE 470	12.7	90	79	65	65
DERAKANE 510N	11.4	Falla	Falla	-	-
DERAKANE 510 ^a	11.9	Falla	Falla	-	-
Poliéster Ácido Clorédico	10.4	Falla	Falla	-	-

193°C

DERAKANE 470		86	97	100	98
DERAKANE 510N		81	104	Falla	-
DERAKANE 510A		30	12	Falla	-
Poliéster Ácido Clorédico		Falla	Falla	Falla	-

204°C

DERAKANE 470	12.7	90	79	65	65
DERAKANE 510N	11.4	Falla	Falla	-	-
DERAKANE 510A	11.9	Falla	Falla	-	-
Poliéster Ácido Clorédico	10.4	Falla	Falla	-	-

182°C

DERAKANE 470		104	94	92	87
DERAKANE 510N		1121	114	111	111
DERAKANE 510A		92	107	111	102

Construcción de laminado = V/M/M/T/M/T/M

CUADRO 5.14: ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA INFLAMACIÓN DE LAMINADOS HECHOS CON RESINAS DERAKANE

Fuente: Manual de Ingeniería y Resistencia Química DOW PLASTICOS

TIPO DE ENSAYO	MÉTODO	DERAKANE 510A	DERAKANE 510N	DERAKANE 510C-350
Ensayo de quema 60s ⁽¹⁾	ASTM D 757	1mn/min	-	-
Exposición Intermitente ⁽²⁾	HLT 15	100	-	-
Ensayo de llama ⁽²⁾	ASTM y 84			
Sin carga		30	75	115
3% Sb ₂ O ₃		10	20	20
2%APE 1540 ⁽³⁾		20	-	-
2.5% APE 1540		-	35	35
3.75% APE 1540		-	25	25

Nota: Los resultados presentados en la tabla 14 han sido logrados a nivel de laboratorio y bajo condiciones controladas. No son necesariamente una previsión del desempeño del producto en situaciones reales de fuego. Las resinas son un material orgánico y las resinas y materiales hechos de productos orgánicos se quemarán en presencia de oxígeno y calor. Es posible agregar compuestos por medio de equipos normales.

Es necesario agitar la resina mezclada con antimonio para mantenerla homogénea. Para minimizar el efecto de Nyacol 1540, en la fase de gel de la resina *epoxi* viniléster, los compuestos de antimonio deben agregarse inmediatamente antes de su uso. Si la resina, el naftenato de cobalto, y el Nyacol APE 1540 quedaran mezclados por algún tiempo, podría haber cambios importantes en el tiempo de gel y la resina podría no endurecerse adecuadamente.

(1) Pieza moldeada a 60psi curada con BPO y el 60% de vidrio.

(2) Pieza por poltrusión de contacto, curada con MEKP/Co. 25% de vidrio, laminación V/M450/M450/M450/V

(3) Producto de Nyacol Products Inc.

CUADRO 5.15: TEMPERATURA DE AUTO-INFLAMACIÓN DE LAMINADOS EN LAS RESINAS EPOXI VINILÉSTER.

Fuente: Manual de Ingeniería y Resistencia Química DOW PLASTICOS

RESINA	TEMPERATURA DE AUTO INFLAMACIÓN, °C
DERAKANE 411-45	480-500
DERAKANE 411-C-50	480-500
DERAKANE 470-45	480-500
DERAKANE 510A	400-430

Laminados con un 25% de vidrio, 75% resina y 3mm de espesor.

CUADRO 5.16: RESISTENCIAS QUÍMICAS DE LAS RESINAS

VINILESTER

Fuente: Manual de Ingeniería y Resistencia Química DOW PLASTICOS

AMBIENTE QUIMICO	TEMPERATURA MÁXIMA RECOMENDADA EN CELSIUS			
	CONC %	VINILESTER VISCOSIDAD MEDIA	VINILESTER BASE NOVOLAK	VINILESTER RESISTENTE A INFLAMACIÓN
Aceite Combustible	100	82	99	82
Aceite de Coco	Toda	82	93	82
Aceite de Linaza	100	99	110	99
Aceite de Oliva	100	99	121	99
Acetato de Bario	Toda	82	82	
Acetato de Butilo	100	NR	27	NR
Acetato de Plomo	Toda	99	110	99
Acetona	100	NR	NR	NR
Ácido Acético	10	99	99	99
Ácido Arsénico	Toda	38	38	
Ácido Benceno Sulfónico	50	35	35	35
Ácido Benzoico	Saturado	99	99	99
Ácido Bórico	Toda	99	99	99
Ácido Bromídrico	62	38	38	38
Ácido Butírico	100	27	49	27
Ácido Cáprico	Toda	27	49	27
Ácido Cítrico	Toda	99	99	99
Ácido Clorhídrico y Orgánicos (6)(8)(13)		NR	NR	NR
Ácido Clorosulfónico	10	NR	NR	NR
Ácido Crómico	30	NR	NR	NR
Ácido Decanoico	Toda	38	38	38
Ácido 2,4		49	49	49
Diclorofenoxiacético (4)				
Ácido Estearico	Toda	99	99	99
Ácido Fenol Sulfónico	65	NR	27	NR
Ácido Fórmico	98		38	
Ácido Fosfórico	85	99	99	99
Ácido Fosforoso	70	38	38	38
Ácido Ftálico	Toda	99	99	99
Ácido Gálico	Saturado		38	
Ácido Hipofosforoso	50	49	49	49
Ácido Láctico	Toda	99	99	99
Ácido Maleico	100	99	121	99
Ácido Nítrico	40	NR	27	NR
Ácido Oleico	Toda	99	93	99
Ácido Oxílico	Toda	99	99	99
Ácido Perclórico	30	38	38	38
Ácido Selenioso	Toda	99	99	99
Ácido Sulfúrico	25	99	99	99
Ácido Sulfúrico	75	38	49	38
Ácido Sulfúrico	93	NR	NR	NR
Ácido Sulfuroso	10	49	49	49
Ácido Tánico	Toda	99	99	99

Temperatura máxima de servicio vs. Ambiente químico para resinas de poliéster

Ácido Tartárico	Toda	99	99	99
Ácido Tolueno Sulfónico (6)	Toda	99	99	99
Ácido Tricloroacético	50	99	99	99
Ácido Yodídrico	40	65	65	65
Ácido Grasos	Toda	99	121	99
Acrilato de Butilo (12)	100	NR	27	NR
Agua Desionizada	100	82	82	82
Agua Destilada	100	82	82	82
Agua Salada	30	99	121	
Alcohol Alílico (12)	100	NR	NR	NR
Alcohol Amílico	Toda	49	99	49
Alcohol Benzílico	Toda	NR	38	NR
Alcohol Butílico	Toda	49	49	49
Alcohol de Polivinila	Toda	38	49	
Alcohol Eílico	95	27	38	27
Alcohol Furfúrico (12)	100	NR	NR	NR
Alcohol Isopropílico	Toda	49	49	49
Alcohol Láurico	100	65	82	65
Alcohol Butírico	100	NR	38	NR
Aluminato de Sodio	Toda	49	49	49
Anhídrido Acético	100	NR	38	NR
Azúcar de Maíz	Toda	110		
Baño de Cromo		54	54	54
Benceno (12)	100	NR	38	NR
Benzoato de Butilo	70		38	
Bicarbonato de Amonio	10	71	71	71
Bicarbonato de Potasio (1)	10	65	65	65
Bicarbonato de Sodio(1)	50	82	82	82
Bisulfito de Amonio	Saturado	99	99	99
Borato de Sodio	Saturado	99	99	99
Boro	100	99	99	99
Bromato de Amonio	43	71	71	
Bromato de Sodio	5	60	65	60
Bromo, gas húmedo	100	38	38	38
Bromuro de Amonio	43	71	71	
Bromuro de Bario	Toda	99	99	99
Bromuro de Calcio	Toda	99	99	99
Bromuro de Litio	Saturado	99	121	99
Carbón Activado		82	99	82
Carbonato: Bicarbonato de Sodio (1)	20:15	82	82	82
Carbonato de Amonio	Toda	65	65	65
Carbonato de Bario	Toda	99	121	99
Carbonato de Calcio	Toda	82	82	82
Carbonato de Litio (1)	Saturado	82	82	82
Carbonato de Magnesio	Toda	82	82	82
Carbonato de Potasio(1)	10	65	65	65
Carbonato de Potasio (1)	25	65	65	65
Carbonato de Sodio (1)	35	82	82	82
Cerveza		49		
1,1,1-Tricloroetano inhibido	100	38	49(7)	38
Cianuro de Bario	Toda	65	65	65
Cianuro de Cobre	Toda	99	99	99
Cianuro de Potasio y Oro	12	38	38	38
Cianuro de Sodio	50	99	99	99

Temperatura máxima de servicio vs. Ambiente químico para resinas de poliéster

Ciclohexano	100	49(7)	65(7)	49(7)
Citrato de Cobalto	12	82	82	
Clorato de Calcio	Toda	99	121	104
Clorato de Sodio	50	99	99	99
Clorhidrato de Aluminio	50	99	99	99
Cloro: ácido clorhídrico, húmedo	8-10	99	177	
Clorobenceno	100	NR	38	NR
Cloroformo	100	NR	NR	NR
Clorotolueno	100	27	49(7)	38
Cloruro de Alilo	Toda	27	27	27
Cloruro de Aluminio	Toda	99	121	99
Cloruro de Amonio	Toda	99	99	99
Cloruro de Bario	Toda	99	99	99
Cloruro de Litio	Saturado	99	99	99
Cloruro de Magnesio	Toda	99	121	99
Cloruro de Manganeso	Toda	99	99	99
Cloruro de Niquel	Toda	99	99	99
Cloruro de Potasio	Toda	99	99	99
Cloruro de Sodio	50	38	39	38
Cloruro de Tionila		NR	NR	Nr
Cloruro de Zinc	70	99	154	99
Cloruro Férrico	Toda	99	99	99
Cloruro Ferroso	Toda	99	99	99
Cloruro Mercúrico	Toda	99	99	99
Cromato de Sodio	50	99	99	99
Cumeno	100	27	49	27
Decanol	100	49	82	
Detergentes Orgánicos pH 12	100	65	82(11)	65
Detergentes Sulfatados	100	71	82	71
Dibrometa de Etileno	100	NR	NR	NR
Dibromofenol		NR	38	NR
Diclorobenceno	100	NR	49	NR
Dicloroetileno	100	NR	NR	NR
Dicloropropano	100	NR	38	NR
Diclorotolueno	100	27	49	27
Dicloruro de Etileno	100	NR	27	NR
Dicromato de Potasio	Toda	99	99	99
Dicromato de Sodio	100	99	99	99
Dietil Carbonato	100	NR	38	NR
DietilBenceno	100	38	65	38
2,4-D(Dimetilamina) DMA 4		49	65	49
Dimetil Formamida	100	NR	NR	NR
Dimetil Ftalato	100	65	82	65
Dióxido de Azufre, gas húmedo		99	121	99
Dióxido de Cloro, húmedo	Saturado	93	93	93
Dipropileno Glicol	100	82	99	82
Disulfuro de Carbono	100	NR	NR	NR
Divinibenceno	100	38	49(7)	38
Dodeceno	100	65	82	65
Electrolito de Cromo		54	54	54
Electrolito de Zinc		65	65	65
Ésteres de Ácidos grasos	100	82	82	82

Temperatura máxima de servicio vs. Ambiente químico para resinas de poliéster

Estireno	100	NR	49	NR
Etanol	50	38	65	38
Éter Dietílico	100	NR	NR	NR
Éter Etilico	100	NR	NR	NR
Etilbenceno	100	27	49	27
Fenol	88	NR	21	NR
Ferricianuro de Potasio	Toda	99	99	99
Ferricianuro de Sodio	Toda	99	99	99
Fluido Hidráulico	100	82	82	82
Fluor, Gas(1)		27	27	27
Fluoruro de Aluminio (1)(7)	Toda	27	27	27
Fluoruro de Sodio (1)	Toda	82	82	82
Fluoruro de Hidrógeno, vapor (1)		82	82	82
Fluoruros: Ácido clorhídrico (1)	30:10	49	49	49
Formaldehído (5)	Toda	65	65	65
Fosfato de Diamonio	65	99	99	99
Fosfato de Dipotasio	50	38	38	
Fosfato de Magnesio	Toda	49		
Fosfato de Sodio	10	99	99	99
Fosfato de Tributilo	100	49	60	49
Gasolina (5% Metanol)	100	49	49	49
Gasolina, aviación	100	82	82	82
Gasolina sin plomo, sin alcohol	100	49	65	49
Glicerina	100	99	99	99
Glicol	Toda	99	99	99
Glucosa	100	99	121	38
n-Heptano	100	99	99	99
Hexacloroetano (12)		NR	NR	NR
Hexano	100	71	71	71
Hidrazina	100	NR	NR	NR
Hidrosulfuro de Sodio	Toda	82	82	82
Hidróxido de Aluminio	100	82	82	82
Hidróxido de Amonio (1)	29	38	38	38
Hidróxido de Bario	Toda	65	65	65
Hidróxido de Calcio (1)	100	99	99	99
Hidróxido de Litio (1)	Saturado	82	82	82
Hidróxido de Magnesio	100	99	99	99
Hidróxido de Potasio (1)	45	82	82(11)	82
Hidróxido de Sodio (1)(12)	50	99	99(11)	82
Hipoclorito de Butilo	98	NR	NR	NR
Hipoclorito de Calcio (1)(2)(3) (5)(6)	Toda	82	65(11)	82
Hipoclorito de Litio (1)(2)(3) (5)(6)	Toda	82	65(11)	82
Hipoclorito de Sodio (1)(2)(3) (5)(6)	18	82	65(11)	82
Latex		49	49(7)	49
Latex Acrílico		49	49	49
Leche	100	99		
Licor Blanco (papel y celulosa)		93	82	93
Licor de Caña de Azúcar y Melaza	Toda	82		

Temperatura máxima de servicio vs. Ambiente químico para resinas de poliéster

Melaza	100	49		
Mercurio	100	99	121	99
Metanol	100	NR	38	NR
Metil Etil Cetona (6)(12)	100	NR	21	NR
Metilamina	100	NR	NR	NR
Monoclorobenceno	100	NR	38	NR
Monofosfato de Sodio	Toda	99	99	99
Nafta	100	82	99	82
Naftaleno	100	99	99	99
Nitrato de Aluminio	10	82	82	82
Nitrato de Amonio	Toda	99	121	104
Nitrato de Calcio	Toda	99	99	99
Nitrato de Cobalto (7)	15	49	49	
Nitrato de Cobre	Toda	99	99	99
Nitrato de Magnesio	Toda	99	99	99
Nitrato de Niquel	Toda	99	99	99
Nitrato de Plata	Toda	99	99	99
Nitrato de Potasio	Toda	99	99	99
Nitrato de Sodio	Toda	99	99	99
Nitrato de Zinc	Toda	99	121	99
Nitrato Ferroso	Toda	99	99	99
Nitrobenceno	100	NR	38	NR
Oxalato de Amonio	Toda	65		
Oxalato de Potasio	Toda	65		
Oxalato de Sodio	Saturado	99		
Óxido de Butileno	100	NR	NR	NR
Óxido de Etileno	100	NR	NR	NR
Óxido de Propileno	100	NR	NR	NR
Ozono	5	60	60	60
Palmitato de Isopropilo	100	99	110	99
Parafina Clorada	Toda	82	82	82
Percloroetileno	100	27	49	27
Perganmanato de Potasio	Toda	99	99	99
Peróxido de Hidróxido	30	65	65	65
Piridina	100	NR	NR	NR
Pirofosfato de Potasio	60	54	65	54
Querosén	100	82	82	82
Resina Fenol Folmaldeído	Toda	38	49	
Resina Urea Formaldehído	100	38	49	38
Salmuera	Toda	99	99	99
Salsa de Tomate		88		
Shoyo, condimento chino		38		
Silicato de Sodio	Toda	99		
Soda Caústica (vea Hidróxido de Sodio)				
Solución de Cevada		74		
Solución de Cromo		49	65	49
Solución de Galvanización- Cianuro de Cadmio		82	82	82
Solución de Galvanización- Cianuro de Zinc (1)		82	82	82
Solución de Galvanización- Oro		38	38	38
Solución de Galvanización- Plata		82	82	82

Temperatura máxima de servicio vs. Ambiente químico para resinas de poliéster

Solución de Galvanización-Platino		82	82	82
Sulfato de Aluminio	Toda	99	121	99
Sulfato de Amonio	Toda	99	121	104
Sulfato de Anilina	Toda	99	99	99
Sulfato de Bario	Toda	99	121	99
Sulfato de Calcio	Toda	99	121	99
Sulfato de Cobre	Toda	99	121	99
Sulfato de Cromo	Toda	82	82	82
Sulfato de Dietilo	100	38	49	38
Sulfato de Etilo	100	38	38	38
Sulfato de Magnesio	Toda	99	121	99
Sulfato de Manganeso	Toda	99	99	99
Sulfato de Niquel	Toda	99	99	99
Sulfato de Potasio	Toda	99	99	99
Sulfato de Sodio	Toda	99	99	99
Sulfato de Zinc	Toda	99	121	99
Sulfato Férrico	Toda	99	99	99
Sulfato Ferroso	Toda	99	99	99
Sulfito de Amonio	Saturado	65	65	65
Sulfito de Calcio	Toda	82	82	82
Sulfito de Sodio	Toda	99	99	99
Sulfuro de Amonio	Saturado	49	49	
Sulfuro de Dimetilo	100	NR	27	NR
Sulfuro de Hidrógeno	5	82	177	82
Sulfuro de Hidrógeno	100	82	99	
Sulfuro de Sodio	Toda	99	99	99
Tartarato de Sodio	Toda	99	99	99
Tetracloro Etano	100	NR	49	NR
Tetracloro Etileno	100	27	49	
Tolueno	100	27	49	27
Tricloroetano	100	38	49	38
Tricloroetileno	100	NR	NR	NR
Tricloruro Fosforoso		NR	NR	NR
Urea	50	65	65	65
Vapor		99	104	
Vinagre	100	99	99	99
Vino (Azúcar y Alcohol)		32	32	
Xileno	100	27	49(7)	27
Yodo, cristales		100	65	65
Yodo, vapor	100	65	82	65
Zumo de Caña (Alcohol y Azúcar)(1)		30	30	

NR: No recomendado

1. Utilizar doble velo sintético en la capa interna
2. Se recomienda un postendurecimiento para aumentar la vida útil.
3. Se recomienda el sistema de endurecimiento con peróxido benzilo/dimetil anilina para aumentar el periodo de vida útil
4. La recomendación es válida siempre y cuando el solvente utilizado para la difusión también sea el recomendado

5.Satisfactoria hasta la máxima temperatura de estabilidad del producto.

6.Consulte apoyo técnico adicional.

7.Probablemente satisfactorio bajo temperaturas más elevadas, pero la temperatura indicada es la máxima recomendada según las informaciones disponibles.

8.Se debe utilizar doble velo de superficie y barrera química de 5 MM.

9.Utilizar doble velo superficial.

10. Consultar si hubiera ácido sulfúrico presente.

11. Utilizar resina a base Novolak de poca contracción en el endurecimiento.

12. Si la operación se hace a niveles límites utilizar resina a base de Novolak de poca contracción en el endurecimiento.

13. Se recomienda la manta tipo ECR en el laminado interno.

Según las normas ASTM C581

CUADRO 6.1 PROBLEMAS COMUNES EN LAMINADOS DE PRFV

Fuente: Elaboración propia

PROBLEMAS EN LAMINADOS	CAUSAS	SOLUCIONES
Ondulaciones	a)Encogimiento de la resina por excesivo calor b)Proceso del laminado c)Post curado	1)Chequear nivel de catalizador y temperatura, usar resina de exotermia mas lenta. 2)No aplicar muchas capas de laminado a la vez. 3)Exotermia de la resina muy baja
Ampollas suaves	a)Catalizador sin mezclar b)Agua, solvente o aceite	1)Chequear equipo y nivel de catalizador. 2)Chequear equipo y solvente, los rodillos deben estar libres de solventes.
Ampollas calientes	a)Sobrecatalizado b)Áreas de exceso de resinas c)Laminados desbalanceados	1)Chequear equipos y nivel de catalizador. Reducir contenido de resinas. 3)Chequear espesor de diferentes áreas.
Vacios	a)Aire atrapado	1)Tipo equivocado de fibra. 2)Áreas débiles de resina. 3)Viscosidad muy alta.
Grietas	a)Laminados muy calientes	1)Charcos o exceso de resinas. 2)Exceso de catalizador. 3)Resina de exotermia muy alta.
Deformaciones	a)Laminaciones desbalanceadas	1)Usar capas simétricas y bien laminadas (pasar uniformemente el rodillo)
Variación de color en el laminado	a)Mezcla deficiente de catalizador y resina, usando proporciones diferentes para una misma aplicación. b) Exceso de catalizador. c)Exceso de resina d)Fibra húmeda	1)Usar dosificar de catalizador, usando una proporción constante para una misma aplicación. 2)Reducir % de catalizador. 3)Verificar balance Resina-Vidrio, disminuir viscosidad. 4)Verificar que la fibra este seca.
Arrugamiento en curvas y filos	a)Acumulación de resinas en los canales o zonas adversos.	1)Evitar la acumulación de resina y/o <i>gelcoat</i> en zonas difíciles (curvas, canales, etc.)
Puntos negros en <i>gelcoat</i>	a)Aerosil/ cabosil mal disueltos en el Gelcoat. b)Cargas mal disueltas.	1)Disolver correctamente el agente Tixotropico, primero disolverlo en monomero y dejarlo por lo menos 24 horas, colarlo y pasar por mallas muy antes de usar el gelcoat. 2)Disolver y dejar almacenado en estireno al meno 24 horas, homognizar correctamente y antes de usar el gelcoat colar con mallas muy finas.

CUADRO 8.1: COEFICIENTES K1 y K2 PARA PLACAS RECTANGULARES

Fuente: OWENS CORNING FIBERGLAS (1997). Guia de Laminacao e a Pistola

b/a	EGASTADA		APOYADA	
	K1	K2*	K1	K2*
1,0	0.015	0.0513	0.049	0.0479
1,1	0.018	0.0581	0.058	0.0554
1,2	0.021	0.0639	0.068	0.0627
1,3	0.023	0.0687	0.077	0.0694
1,4	0.025	0.0726	0.085	0.0755
1,5	0.026	0.0757	0.093	0.0812
1,6	0.028	0.0780	0.100	0.0862
1,7	0.029	0.0799	0.106	0.0908
1,8	0.030	0.0812	0.112	0.0948
1,9	0.030	0.0822	0.117	0.0985
2,0	0.030	0.0829	0.122	0.1017

- * Momento flector máximo no engastada
- ** Momento flector máximo no centro

CUADRO 8.2: COEFICIENTES DE ESPESOR

Fuente: OWENS CORNING FIBERGLAS (1997). Guia de Laminacao e a Pistola

	Coefficiente de trabajo	Coefficiente de flexión	Coefficiente de rigidez
Fibra de vidrio	1.0	1.0	1.0
Aluminio	1.6	0.8	2.2
Acero	2.5	1.0	3.3

CUADRO 9.1 FASES DE CONSTRUCCIÓN DE MOLDES

Fuente: Elaboración propia

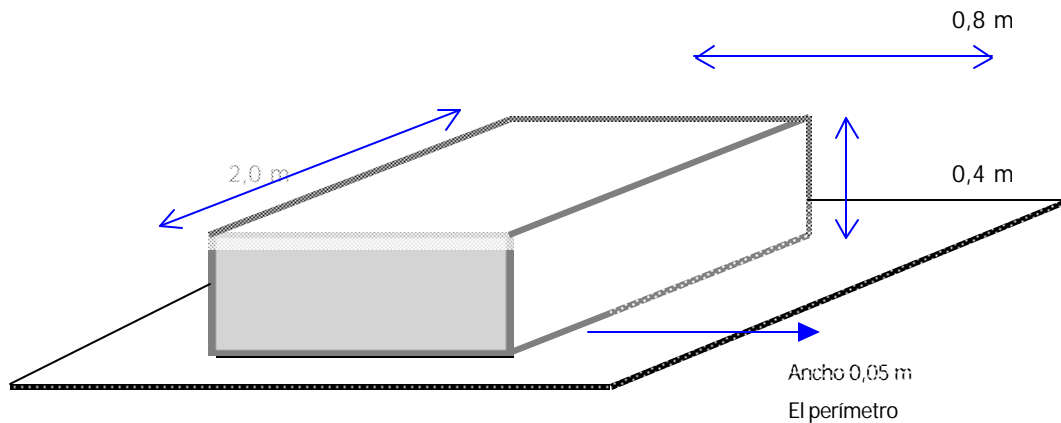
1. Gelcoat de 0.6mm de espesor, aplicado en dos o tres pasadas. Esperar curar.
2. Manta fina de Mat 300 g/m², con alto % de vidrio. Esto garantiza que se puedan sacar las burbujas con a mayor facilidad y eficiencia, además se logra una temperatura exotérmica con poca liberación de calor.

Espere la cura completa antes de proseguir.
3. Manta fina de Mat 300 g/m², esperar cura.
4. Manta fina de Mat 450 g/m², con alto % de vidrio, esperar cura.
5. Manta fina de Mat 450 g/m², con alto % de vidrio, esperar cura.
6. Refuerzos de Fibra Tejida tipo estera (Woven Roving de 600-800 g/m²).
7. Manta fina de Mat 450 g/m², con alto % de vidrio, esperar cura.
8. Manta fina de Mat 450 g/m², con alto % de vidrio, esperar cura.
9. Aplicar las Nervaduras (refuerzos de resina con fibra de vidrio con un núcleo de madera, poliuretano, acero, etc..) en zonas críticas de deformación.
10. Soportes.
11. Desmoldar.
12. Dar acabado.

CUADRO 10.1 EJEMPLO DE CÁLCULO DE COSTO DE FABRICACIÓN

Fuente: Elaboración propia

Vamos a estimar el costo unitario de 250 piezas conforme al diseño siguiente.



PRECIO DE MATERIA PRIMA

RESINA DE POLIÉSTER	Re	2.00\$/Kg
FIBRA DE VIDRIO <i>ROVING</i>	Ro	3.50\$/Kg
CATALIZADOR (PMEC)	Cat	6.00\$/Kg
ACELERADOR (COBALTO 6%)	Co	10.00 \$/Kg
GELCOAT	Gel	8.00\$/Kg
TINTA	Tin	30.00 \$/Kg

Valores de acuerdo al promedio del mercado local.

ESTRUCTURA DE COSTOS FIJOS DE EMPRESA

CFI	10,00C\$/MES
CFD ₁ (MOLDES)	2,000\$/MES
CFD ₂ (LAMINADO)	4,000\$/MES
CFD ₃ (MONTAJE)	1,000\$/MES
CFD ₄ (PINTURA)	2,000\$/MES
CFD ₅ (EMBALAJE)	500\$/MES

COSTO FIJO TOTAL



19,50C\$/MES

DATOS DE LA PIEZA

AREA	4.13mt ²
PERIMETRO	6.0Cmt
ESPESOR ESTRUCTURAL	3.0Cmm
PESO	20.60kg**
DENSIDAD	1.4Cg/cm ³

* 0,8 kg de gelcoat primer por metro cuadrado

** peso = (4,13)(1,4)(3) + (4,13)(0,8) = 20,6kg

CAPACIDAD DE MANO DE OBRA

La empresa mantiene 33 personas como mano de obra directa considerando una jornada de 180 horas por mes, la capacidad nominal de mano de obra en los 5 departamentos directa en los departamentos es:

DEPARTAMENTO 1 (Moldes)

HH1 = 2x180 Horas Hombre 360Horas-Hombre

DEPARTAMENTO 2 (Laminado)

HH2 = 18x180 Horas Hombre 324Horas-Hombre

DEPARTAMENTO 3 (Montaje)

HH3 = 2x180 Horas Hombre 360Horas-Hombre

DEPARTAMENTO 4 (Pintura)

HH4 = 10x180 Horas Hombre 180Horas-Hombre

DEPARTAMENTO 5 (Embalaje)

HH5 = 1x180 Horas Hombre 180Horas-Hombre

TOTAL DE HORAS HOMBRE DE LA EMPRESA

HH = 33x180 Horas Hombre 594Horas-Hombre

Nota: En el area de molde trabajan 2 personas, laminado 10 persona, montaje 2 personas, pintura 10 personas y 01 persona en embalaje.

INCIDENCIA DE LA MANO DE OBRA

Resta estimar la incidencia de la mano de obra directa en la pieza, esto es la horas hombre consumido para su transformación en cada departamento.

MOLDE

$hh_1 = 90,0$ horas hombre

LAMINADO

$hh_2 = 4,0$ horas hombre

MONTAJE

$hh_3 = 0,0$ horas hombre

PINTURA

$hh_4 = 2,0$ horas hombre

EMBALAJE

$hh_5 = 0,1$ horas hombre

El costo final es obtenido sumando la contribución de cada departamento:

Costo unitario = CVi unit. + CFi unit.

donde i desde 1 hasta 5 (molde a embalaje)

Los costos del molde, como ya mencionamos, es distribuido entre 250 piezas a producirse.

Veamos como fijar los costos por departamento:

DEPARTAMENTO 1 - MOLDE

CV1	=	1000\$ (valor estimado)
CFD1	=	2000\$/mes
HH1	=	360 hora- hombre/mes
hh1	=	90 horas hombre
HH	=	5940 hora-hombre/mes

$$\text{costo del molde} = \frac{1000 + ((10000 * 360 / 5940 + 2000) * 90 / 360)}{250}$$

CFi 2.61

CVi 4.00

COSTO UNIT. POR MOLDE = 6.61\$/pieza

DEPARTAMENTO 2 - LAMINADO

$$CV_{GEL} = (1,1)(0,8)(GEL)(1+0,07*P/A) \\ (1,1)(0,8)(8,0)(1+0,07*6,0/4,13)$$

$$CV_{GEL} = 7.76\$/pieza$$

$$CV_{LAM} = (1,1)(4,13)(1,4)(3)[0,69Re + 0,007Cat] \\ (1,1)(4,13)(1,4)(3)[0,69*2,0 + 0,007*6,0]$$

$$CV_{LAM} = 27.1326\$/pieza$$

$$CV2 = 7,76 + 27,13 = 34.89\$/pieza$$

Los costos fijos incurridos en el departamento de laminado son fácilmente estimados:

$$CF2 = (10000*3240/5940 + 4000)*4/3240$$

$$CF2 = 11.67\$/pieza$$

$$\text{COSTO DE LAMINADO} = 34,89 + 11,67 = 46.56 \quad \$/pza$$

DEPARTAMENTO 3 - MONTAJE

Las piezas siendo simples no requieren montaje.

DEPARTAMENTO 4 - PINTURA

Los costos variables de pintura (tinta y materiales auxiliares) son estimados considerando una tinta con 0,1mm de espesor, densidad de 1,1 g/cm³ y 10% de materiales auxiliares.

$$CV_4 = (1,1)(4,13)(1,1)(0,1)(1 + 0,07*6,0/4,13)*tin$$

$$CV_4 = 16.52 \quad \$/pieza$$

siendo tin = 30 \$/kg o precio de la tinta.

$$CF_4 = (10000*1800/5940 + 2000) * 2/180$$

$$CF_4 = 5.59 \quad \$/pieza$$

$$\text{COSTO DE PINTURA} = 16,52 + 5,59 = 22.11 \quad \$/pza$$

DEPARTAMENTO 5 - EMBALAJE

Las piezas embaladas tienen un costo variable de 5,00 \$/pieza

$$\text{CV5} = 5,00 \text{ \$/pieza}$$

$$\text{CF5} = (10000 \cdot 180 / 5940) + 500) \cdot 0,1 / 180$$

$$\text{CF5} = 0.45 \text{ \$/pieza}$$

$$\text{COSTO DE EMBALAJE} = 5,00 + 0,45 = 5.45 \text{ \$/pza}$$

El costo total obtenido es la suma parcial incurridas en cada departamento.

$$\text{COSTO} = 6,61 + 46,56 + 0,00 + 22,11 + 5,45 = 80.73 \text{ \$/pza}$$

Nota importante: Los precios de materias primas, costos fijos y demás parámetros usados en este ejemplo son precio promedio de mercado.

Este ejemplo tiene por finalidad didáctica y no debe ser interpretado como una representación exacta.