

ALEACIONES ENDURECIDAS POR ACRTUD

• Aluminio sin alea

Es un material de baja dureza y resistencia, aunque alcanza elevarse estos valores significativamente por acritud y sólo por acritud!); aún así, no se alcanzan valores suficientes para aplicaciones aeronáuticas.

Tiene un excelente comportamiento a corrosión y aplicaciones en arquitectura e industria química y aplicaciones domésticas (papel de aluminio).

Se emplean también, como conductores eléctricos, versiones de alta pureza, con bajos niveles de Fe, Cr, V, Mn y con B, pues para ello no se requieren propiedades mecánicas.

• Aleaciones Al-Mn

La adición de Mn al aluminio mejora la resistencia mecánica manteniendo un excelente comportamiento a corrosión y alta ductilidad; aún así, sigue sin ser tratable térmicamente (no conseguimos precipitados finos que son los que endurecen) pero tras la solidificación, la aleación queda sobresaturada en Mn (solubilidad máxima 1.8%) y un posterior calentamiento a temperatura elevada favorece la precipitación de dispersoides ricos en Mn, lo que le proporciona un modesto endurecimiento adicional.

La adición de Mg produce un efecto de refuerzo por solución sólida y además acelera el endurecimiento por acritud, aumentando la densidad de dislocaciones y su distribución más homogénea. Refuerza también el comportamiento a corrosión. La adición de un poco de Cu mejora la resistencia a corrosión por picaduras.

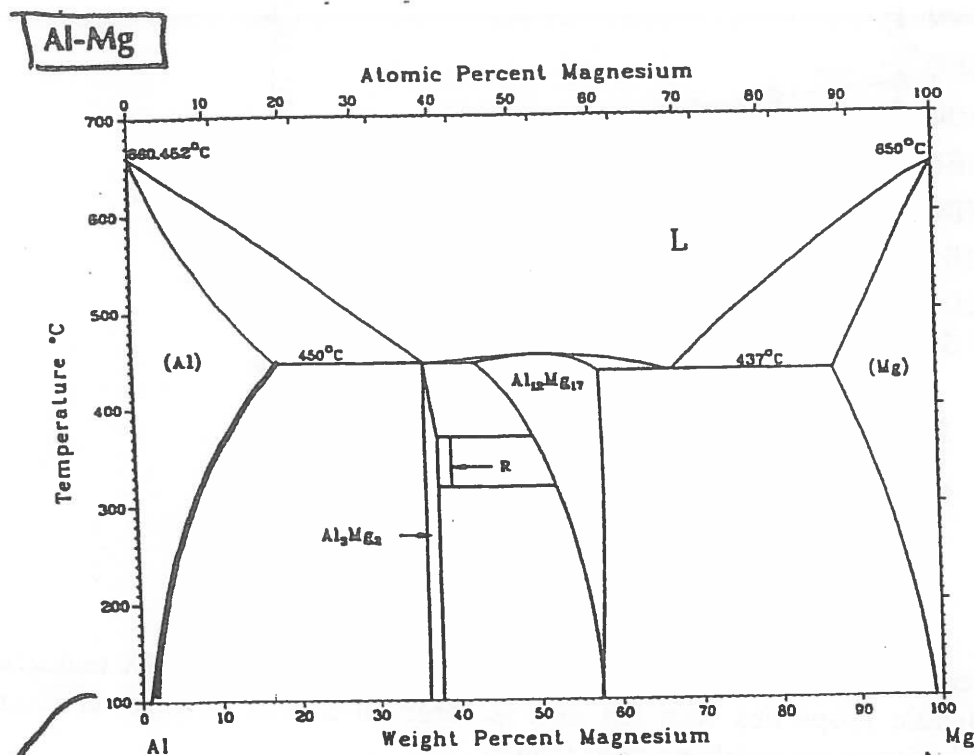
• Aleaciones Aluminio-Magnesio

Se tiene una amplia variación de solubilidad con la temperatura, que es la condición necesaria para que se introduzca en la red y se formen precipitados, aunque no es condición suficiente: escasa respuesta al tratamiento térmico pues no alcanza la maduración natural y en la artificial la solución sólida se descompone precipitando directamente los incoherentes \rightarrow no endurece apreciablemente!

\Rightarrow No son tratables térmicamente; endurece por solución sólida y se le suele aplicar acritud: mejoran bastante sus propiedades mecánicas aunque no lo suficiente para aplicaciones aeronáuticas.

Aun así, la adición de Mg es favorable pues:

- Endurece por solución sólida como hemos dicho
- Interacciona con las dislocaciones durante la acritud, favoreciendo el endurecimiento
- Mejora el comportamiento a corrosión, sobre todo en ambientes muy agresivos, como el marino.



↪ Endurecimiento significativo por solución sólida.

Phase	Composition, wt% Mg	Pearson symbol	Space group
(Al)	0 to 17.1	<i>cF4</i>	<i>Fm$\bar{3}m$</i>
$\beta (Al_3Mg_2)$	36.1 to 37.8	<i>cF1168</i>	<i>Fd$\bar{3}m$</i>
<i>R</i>	39	<i>hR53</i>	<i>R$\bar{3}$</i>
$\gamma (Al_{12}Mg_{17})$	42 to 58.0	<i>cI58</i>	<i>I$\bar{4}3m$</i>
(Mg)	87.1 to 100	<i>hP2</i>	<i>P6$_3$/mmc</i>
Metastable phases			
Al_2Mg	31.0	<i>tI24</i>	<i>I4$_1$/amd</i>
γ	38 to 56.2	(a)	...
(a) Tetragonal			

a estabiliza
 u:
 un, ↓ $\sigma_{0.2}$
 plasticidad.

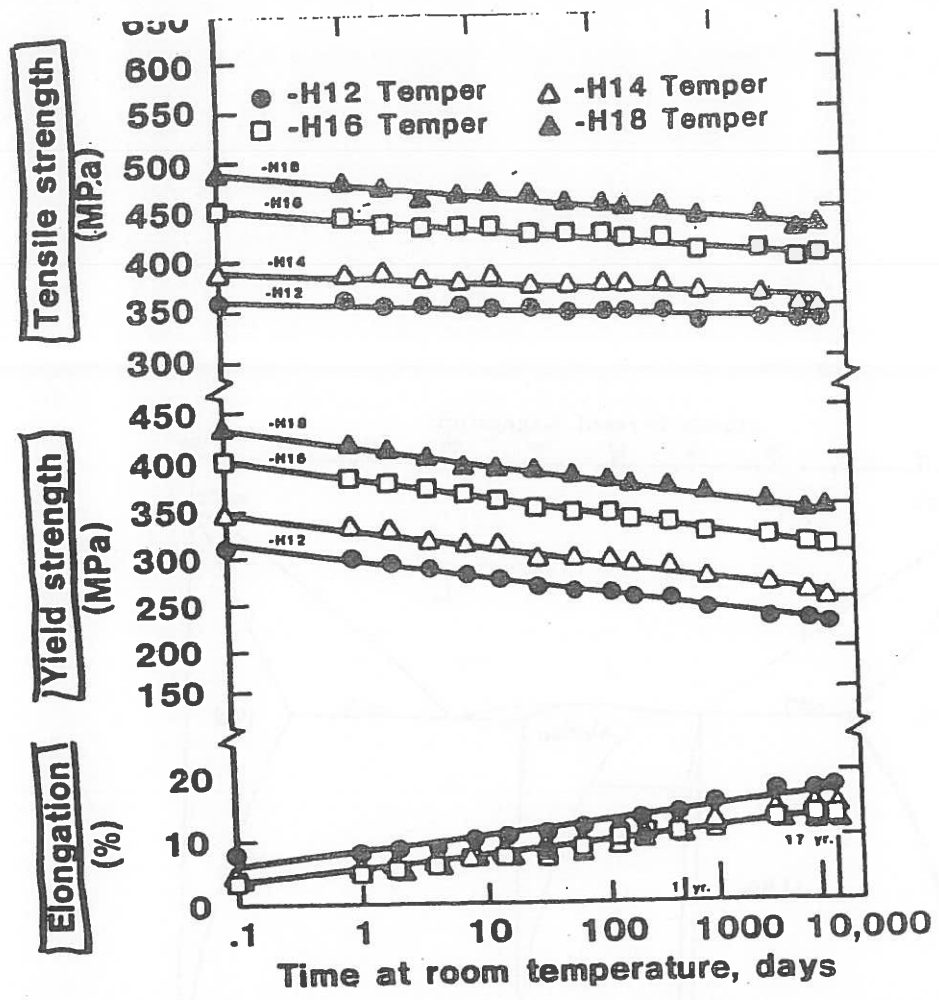


FIG. 20. Age-softening of an Al-6% Mg alloy cold-rolled to various initial HIX tempers. A linear change in tensile properties with log time is observed out to 17 years at room temperature. Legend indicates materials original temper.

reacción
 estabilizada
 ●
 reacción
 u estabilizar
 → 0

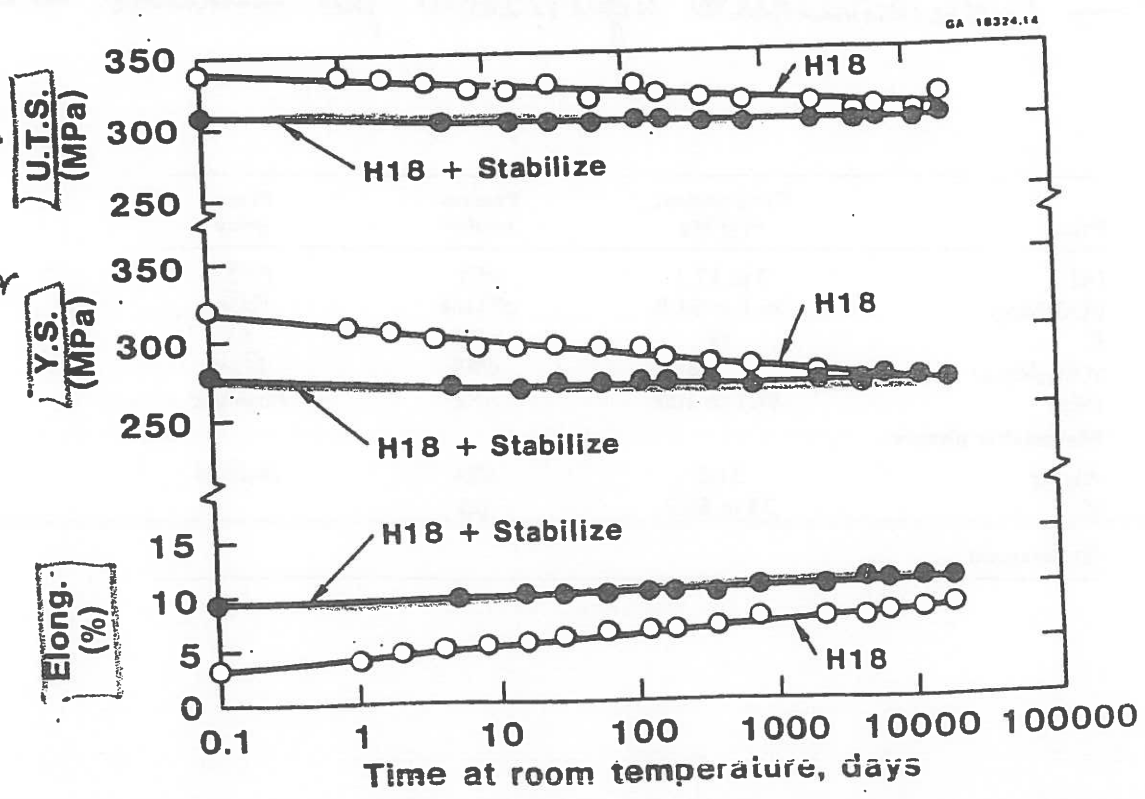


FIG. 21. Age-softening of 5052-H18 alloy with and without stabilization treatment (eight hrs at 143°C). Properties of stabilized material remain nearly constant while those of the H18 sheet show a gradual but continued change. Final data points represent properties after 52 years at room temperature.

El estado H1 es inestable con el tiempo, se produce pérdida de dureza y resistencia y subida de plasticidad. Para suprimir esta evolución se pasa al estado H3 (estabilización) mediante un calentamiento que acelera el proceso y deja el material en unas condiciones que no cambiarán durante la vida útil de la pieza.

A mayor contenido en Mg se tiene mayor dureza y resistencia, pero si $Mg > 3\%$ la solución sólida es inestable y tiende a precipitar Mg_2Al_3 en el borde de grano con el consiguiente riesgo de corrosión intergranular, por exfoliación o bajo tensiones: no se emplean aleaciones con $Mg > 5\%$.

⇒ son aleaciones baratas, con propiedades mecánicas modestas, fáciles de soldar y con muy buen comportamiento a corrosión.

Aleaciones de aluminio. Serie 3000. Al Mn

Designación de la aleación		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ga	V	Notas	Ti	Otros ¹⁴⁾	
Númérica	Simbólica													Cada uno	Total ¹⁵⁾
EN AW-3002	EN AW-Al Mn0,2Mg0,1	0,08	0,10	0,15	0,05-0,25	0,05-0,20	...	...	0,05	...	0,05	...	0,03	0,03	0,10
EN AW-3102	EN AW-Al Mn0,2	0,40	0,7	0,10	0,05-0,40	...	...	...	0,30	...	...	...	0,10	0,05	0,15
EN AW-3003	EN AW-Al Mn1Cu	0,6	0,7	0,05-0,20	1,0-1,5	...	...	...	0,10	...	...	...	...	0,05	0,15
EN AW-3103	EN AW-Al Mn1	0,50	0,7	0,10	0,9-1,5	0,30	0,10	...	0,20	...	...	0,10 Zr+Ti	...	0,05	0,15
EN AW-3103A	EN AW-Al Mn1(A)	0,50	0,7	0,10	0,7-1,4	0,30	0,10	...	0,20	...	...	0,10 Zr+Ti	0,10	0,05	0,15
EN AW-3004	EN AW-Al Mn1Mg1	0,30	0,7	0,25	1,0-1,5	0,8-1,3	...	...	0,25	...	...	...	...	0,05	0,15
EN AW-3104	EN AW-Al Mn1Mg1Cu	0,6	0,8	0,05-0,25	0,8-1,4	0,8-1,3	...	...	0,25	0,05	0,05	...	0,10	0,05	0,15
EN AW-3005	EN AW-Al Mn1Mg0,5	0,6	0,7	0,30	1,0-1,5	0,20-0,6	0,10	...	0,25	...	...	...	0,10	0,05	0,15
EN AW-3105	EN AW-Al Mn0,5Mg0,5	0,6	0,7	0,30	0,30-0,8	0,20-0,8	0,20	...	0,40	...	...	...	0,10	0,05	0,15
EN AW-3105A	EN AW-Al Mn0,5Mg0,5(A)	0,6	0,7	0,30	0,30-0,8	0,20-0,8	0,20	...	0,25	...	...	...	0,10	0,05	0,15
EN AW-3207	EN AW-Al Mn0,6	0,30	0,45	0,10	0,40-0,8	0,10	...	...	0,10	...	...	...	...	0,05	0,10
EN AW-3207A	EN AW-Al Mn0,6(A)	0,35	0,6	0,25	0,30-0,8	0,40	0,20	...	0,25	...	...	...	...	0,05	0,15
EN AW-3017	EN AW-Al Mn1Cu0,3	0,25	0,25-0,45	0,25-0,40	0,8-1,2	0,10	0,15	...	0,10	...	...	...	0,05	0,05	0,15

Aluminio EN AW-3004 [Al Mn1Mg1]

Estado de tratamiento	Espesor nominal mm		R _m MPa		R _{p0,2} MPa		Alargamiento mín. %		Radio de doblado		Dureza HBS
	Mayor que	hasta	mín.	máx.	mín.	máx.	A _{5mm}	A	180°	90°	
F ¹⁾	≥2,5	80,0	155								
O/H111	0,2	0,5	155	200	60		13		0 t	0 t	45
	0,5	1,5	155	200	60		14		0 t	0 t	45
	1,5	3,0	155	200	60		15		0,5 t	1,0 t	45
	3,0	6,0	155	200	60		16		1,0 t	2,0 t	45
	6,0	12,5	155	200	60		16				45
	12,5	50,0	155	200	60			14			45
H12	0,2	0,5	190	240	155		2		1,5 t	0 t	59
	0,5	1,5	190	240	155		3		1,5 t	0,5 t	59
	1,5	3,0	190	240	155		4		2,0 t	1,0 t	59
	3,0	6,0	190	240	155		5			1,5 t	59
H14	0,2	0,5	220	265	180		1		2,5 t	0,5 t	67
	0,5	1,5	220	265	180		2		2,5 t	1,0 t	67
	1,5	3,0	220	265	180		2		2,5 t	1,5 t	67
	3,0	6,0	220	265	180		3			2,0 t	67
H16	0,2	0,5	240	285	200		1		3,5 t	1,0 t	73
	0,5	1,5	240	285	200		1		3,5 t	1,5 t	73
	1,5	4,0	240	285	200		2			2,5 t	73
H18	0,2	0,5	260		230		1			1,5 t	80
	0,5	1,5	260		230		1			2,5 t	80
	1,5	3,0	260		230		2				80
H19	0,2	0,5	270		240		1				83
	0,5	1,5	270		240		1				83
H22/H32	0,2	0,5	190	240	145		4		1,0 t	0 t	58
	0,5	1,5	190	240	145		5		1,0 t	0,5 t	58
	1,5	3,0	190	240	145		6		1,5 t	1,0 t	58
	3,0	6,0	190	240	145		7			1,5 t	58
H24/H34	0,2	0,5	220	265	170		3		2,0 t	0,5 t	66
	0,5	1,5	220	265	170		4		2,0 t	1,0 t	66
	1,5	3,0	220	265	170		4		2,0 t	1,5 t	66
H26/H36	0,2	0,5	240	285	190		3		3,0 t	1,0 t	72
	0,5	1,5	240	285	190		3		3,0 t	1,5 t	72
	1,5	3,0	240	285	190		3			2,5 t	72
H28/H38	0,2	0,5	260		220		2			1,5 t	79
	0,5	1,5	260		220		3			2,5 t	79

1) Para información solamente.