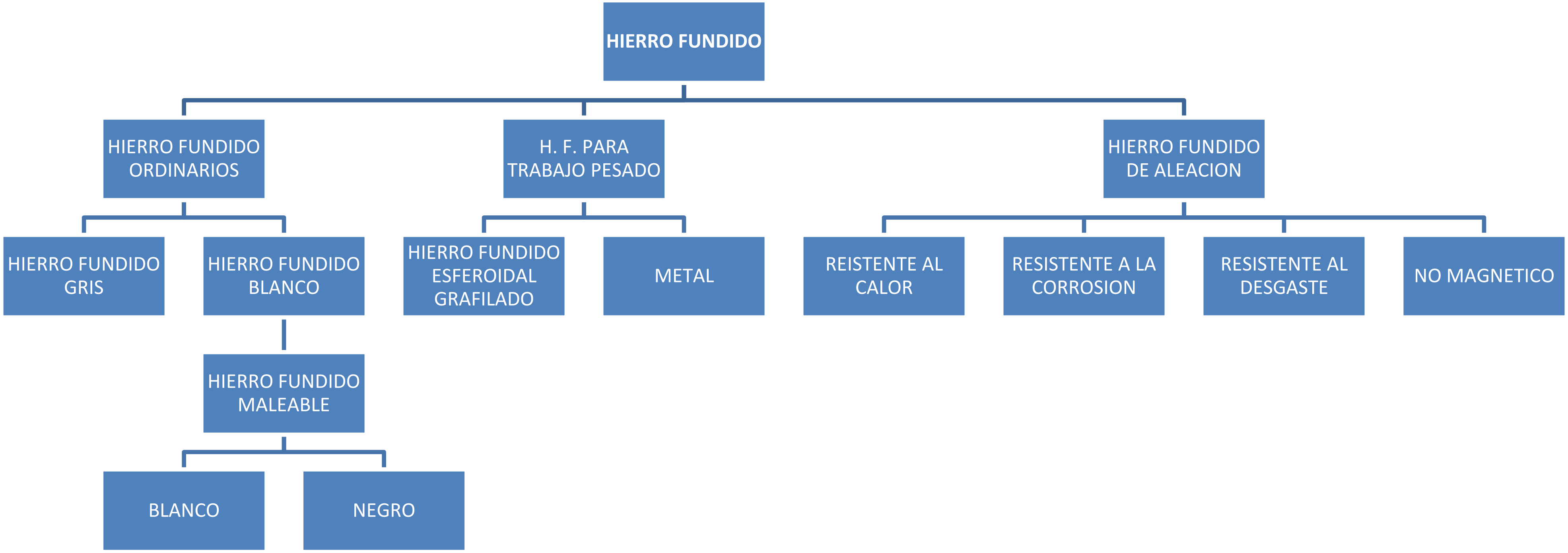


- **HIERRO FUNDIDO**
  - HIERRO FUNDIDO ORDINARIOS
    - HIERRO FUNDIDO GRIS
    - HIERRO FUNDIDO BLANCO
      - HIERRO FUNDIDO MALEABLE
        - BLANCO
        - NEGRO
  - H. F. PARA TRABAJO PESADO
    - HIERRO FUNDIDO ESFEROIDAL GRAFILADO
    - METAL
  - HIERRO FUNDIDO DE ALEACION
    - REISTENTE AL CALOR
    - RESISTENTE A LA CORROSION
    - RESISTENTE AL DESGASTE
    - NO MAGNETICO

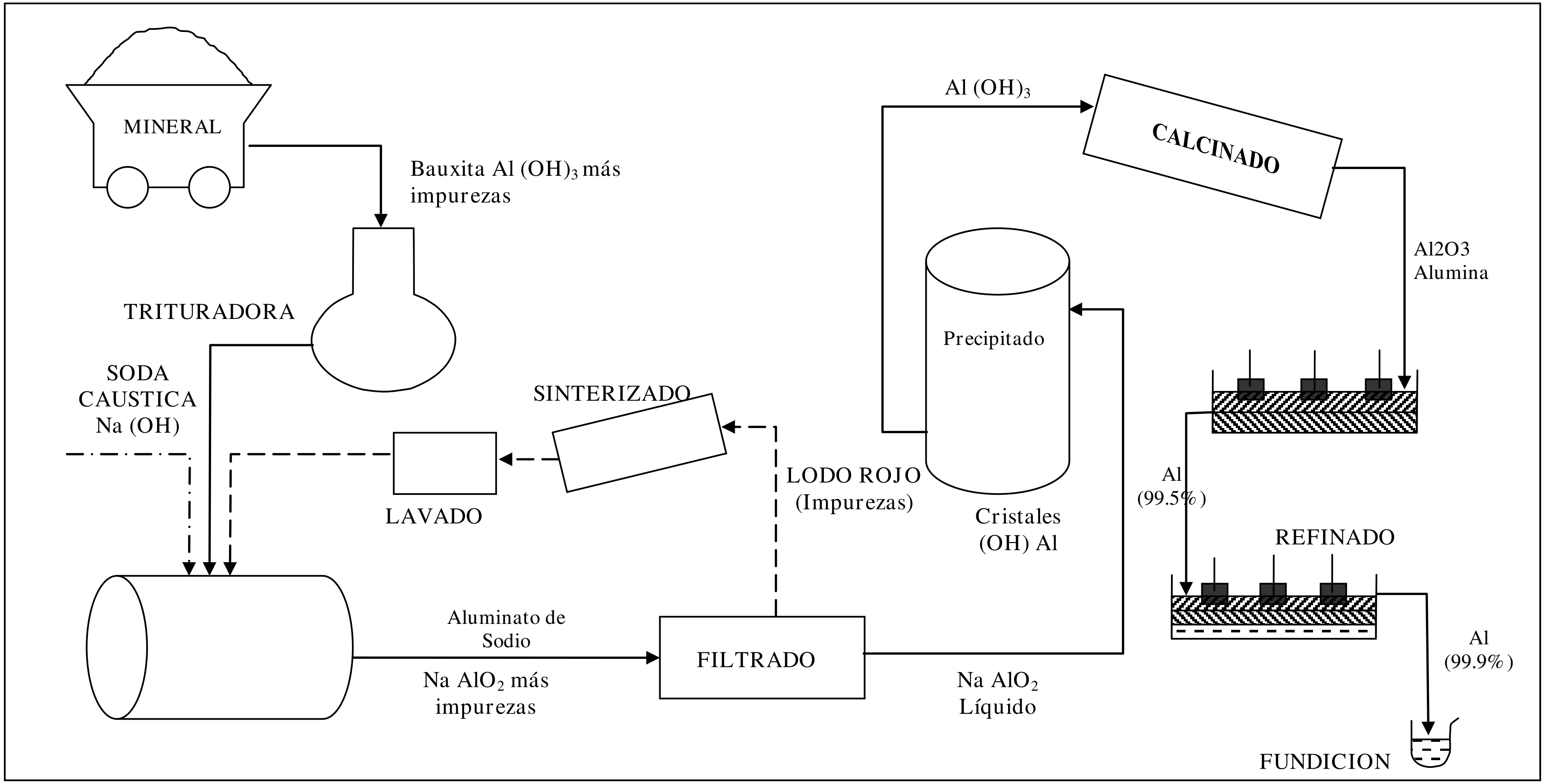
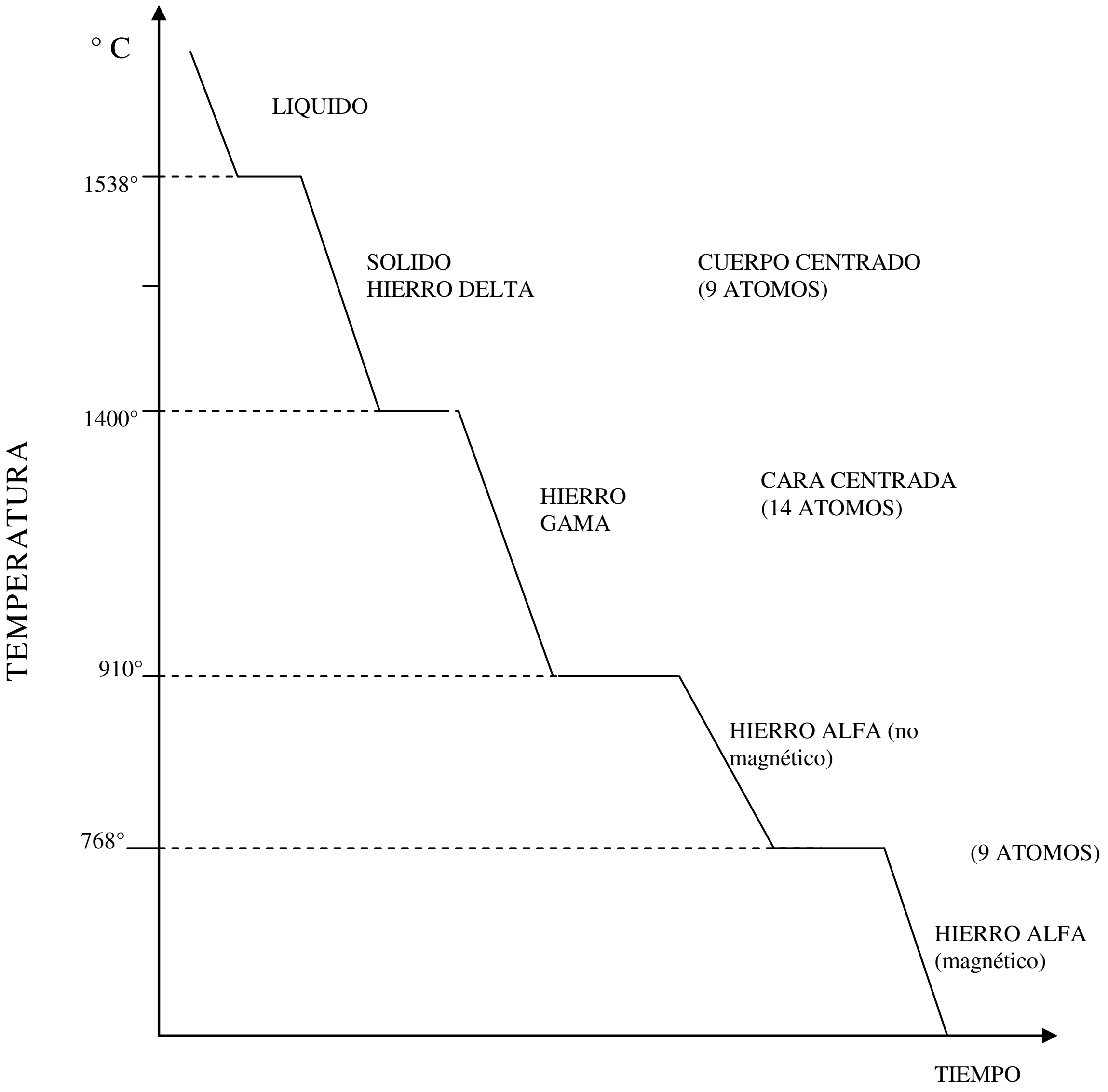
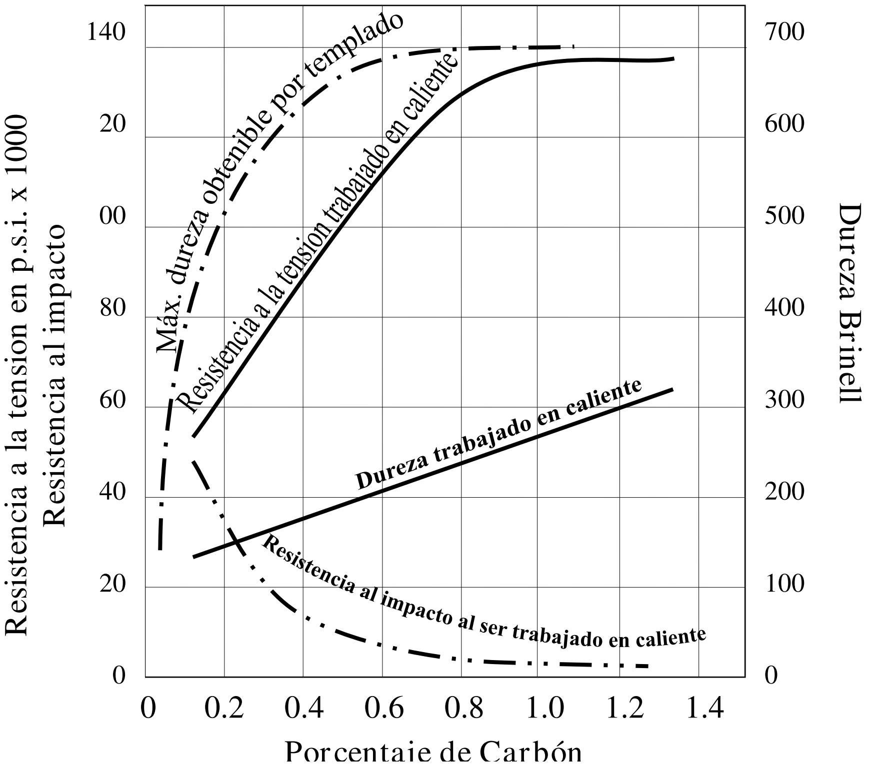
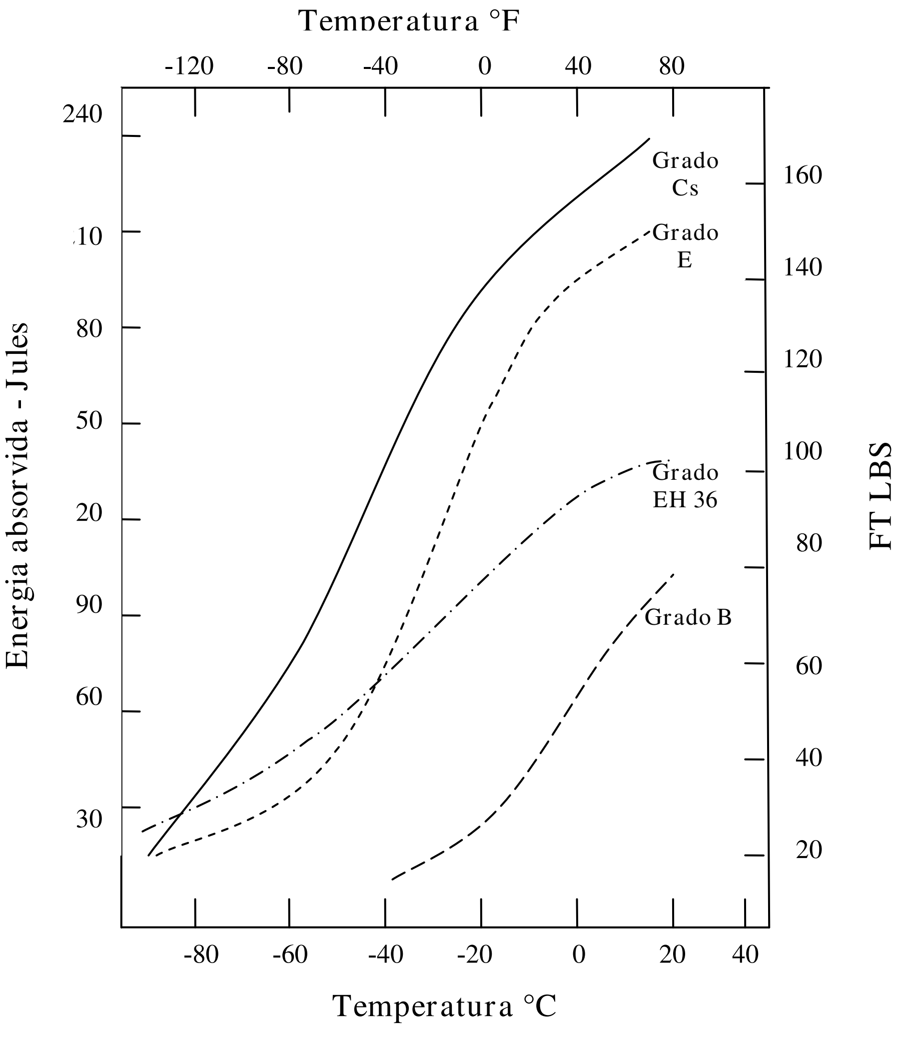


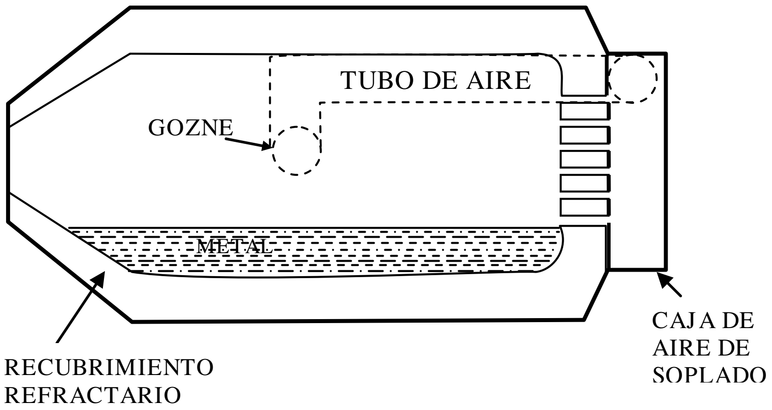
Fig. 2.1 PROCESO DE PRODUCCION DEL ALUMINIO

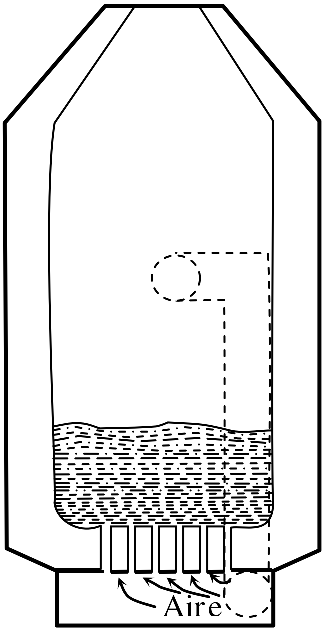


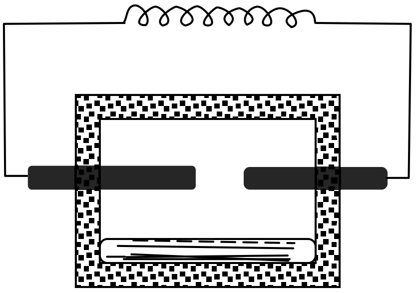
CURVA DE ENFRIAMIENTO DEL HIERRO


Resistencia a la tension en p.s.i. x 1000
Resistencia al impacto
140
20
00
80
60
40
20
0
Dureza Brinell
700
600
500
400
300
200
100
0
Máx. dureza obtenible por templado
Resistencia a la tension trabajado en caliente
Dureza trabajado en caliente
Resistencia al impacto al ser trabajado en caliente
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
Porcentaje de Carbón

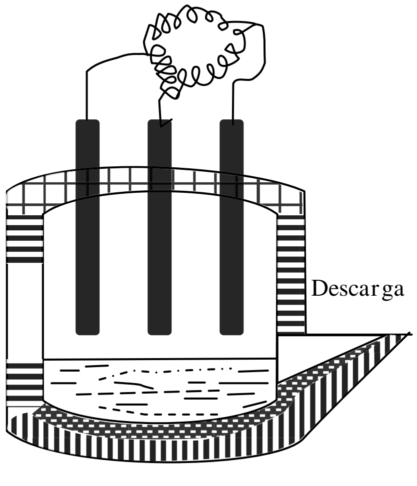

Temperatura °F
-120
-80
-40
0
40
80
Energia absorvida - Jules
240
.10
80
50
20
90
60
30
FT LBS
160
140
120
100
80
60
40
20
Grado Cs
Grado E
Grado EH 36
Grado B
-80
-60
-40
-20
0
20
40
Temperatura °C

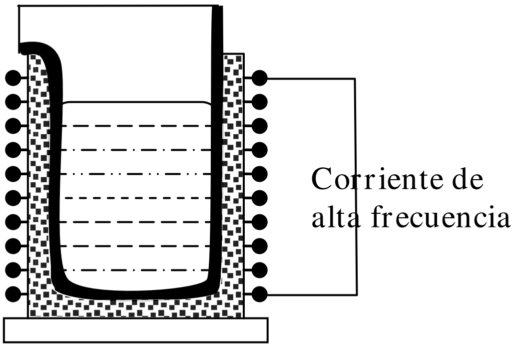


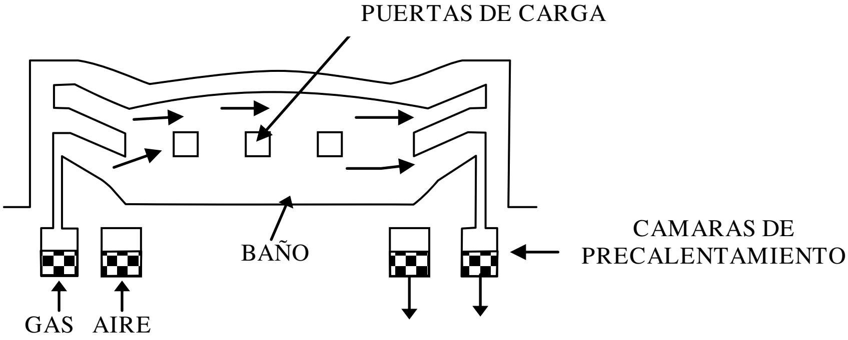


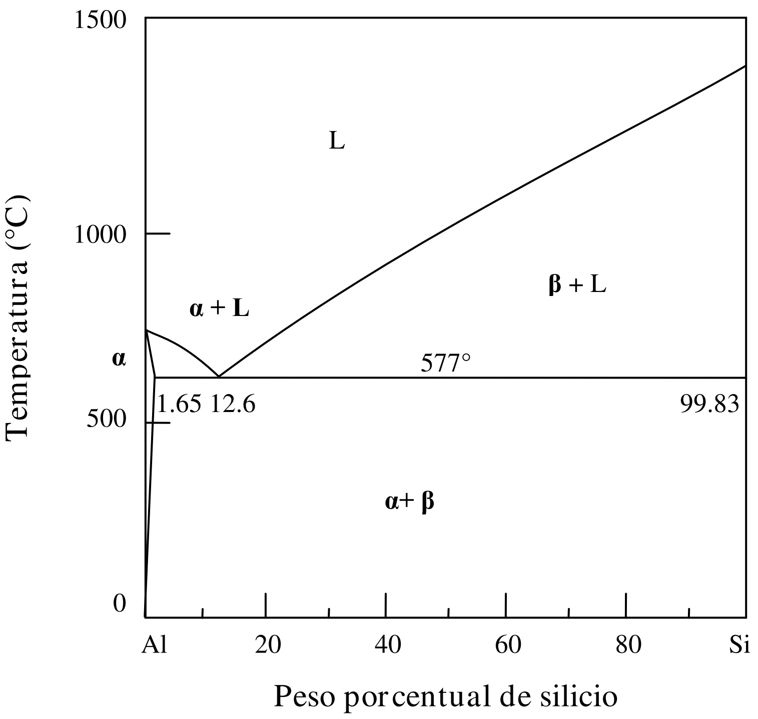


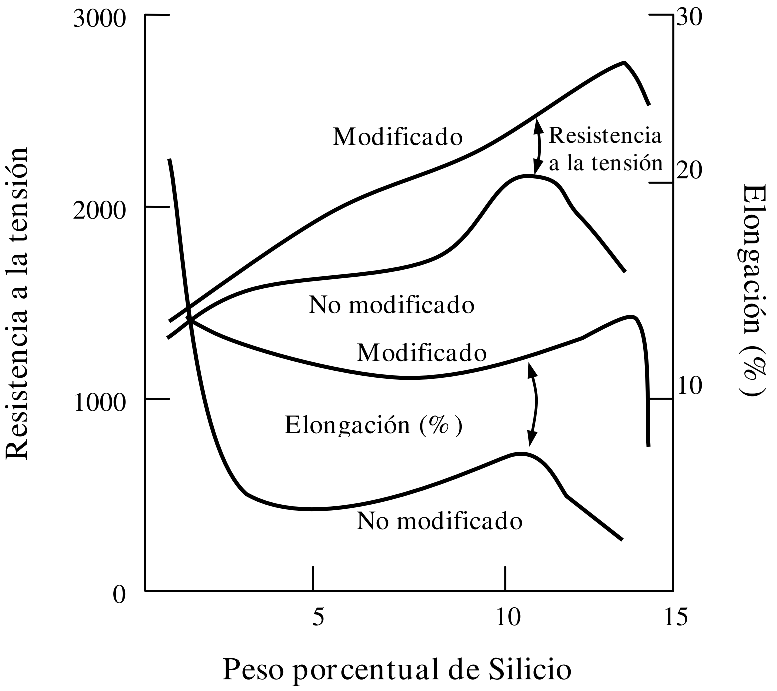
Tipo Detroit Rocket

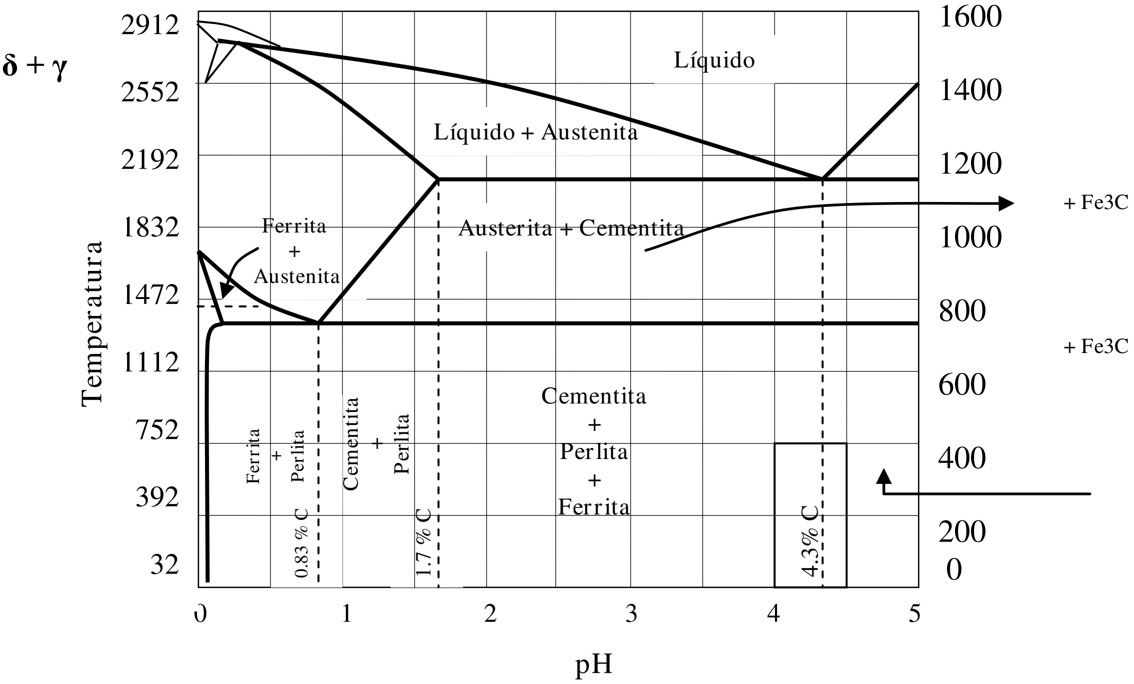


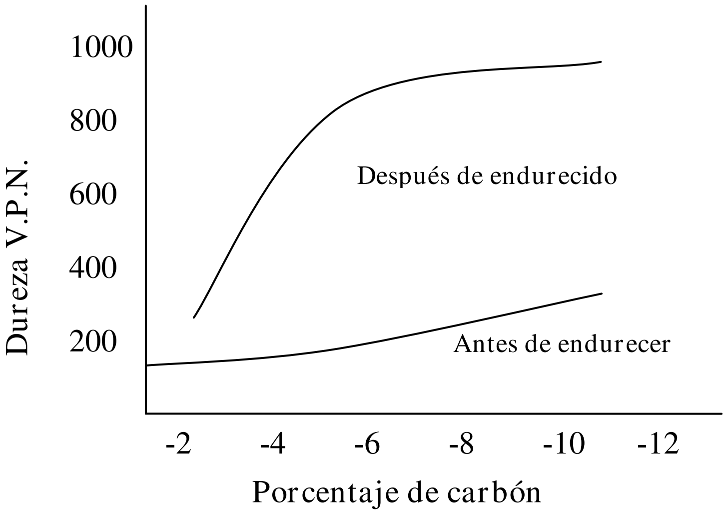

Corriente de
alta frecuencia


PUERTAS DE CARGA
BAÑO
GAS
AIRE
CAMARAS DE
PRECALENTAMIENTO


1500
1000
500
0
Temperatura (°C)
L
α + L
β + L
α
577°
1.65
12.6
99.83
α+ β
Al
20
40
60
80
Si
Peso porcentual de silicio

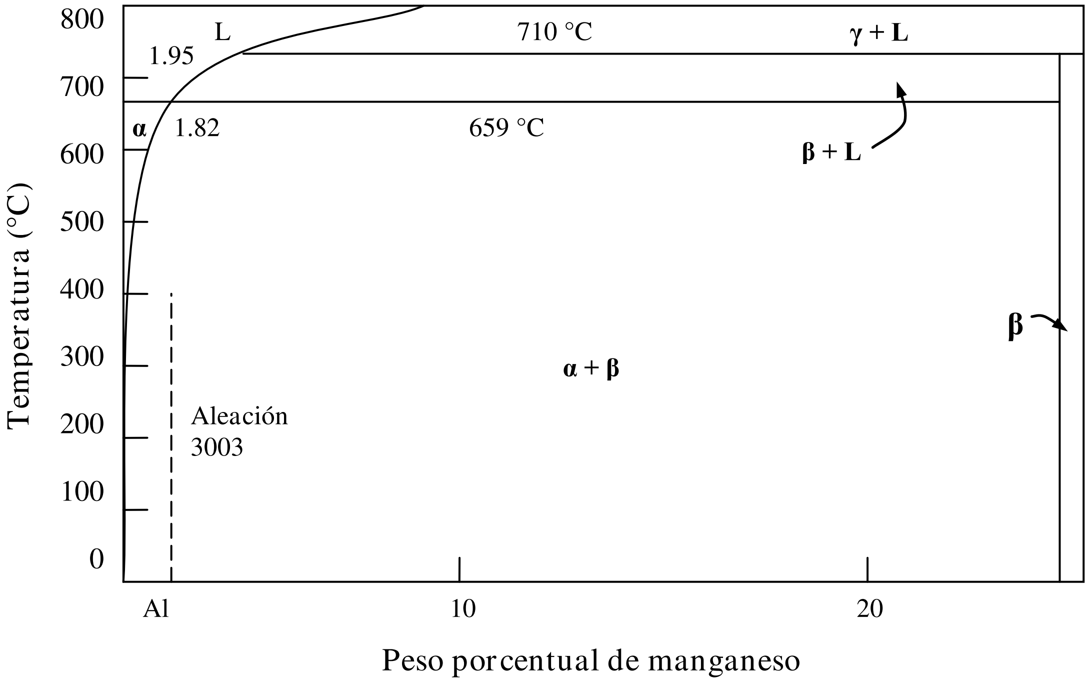

3000
2000
1000
0
30
20
10
5
10
15
Resistencia a la tensión
Elongación (%)
Modificado
Resistencia
a la tensión
No modificado
Modificado
Elongación (%)
No modificado
Peso porcentual de Silicio

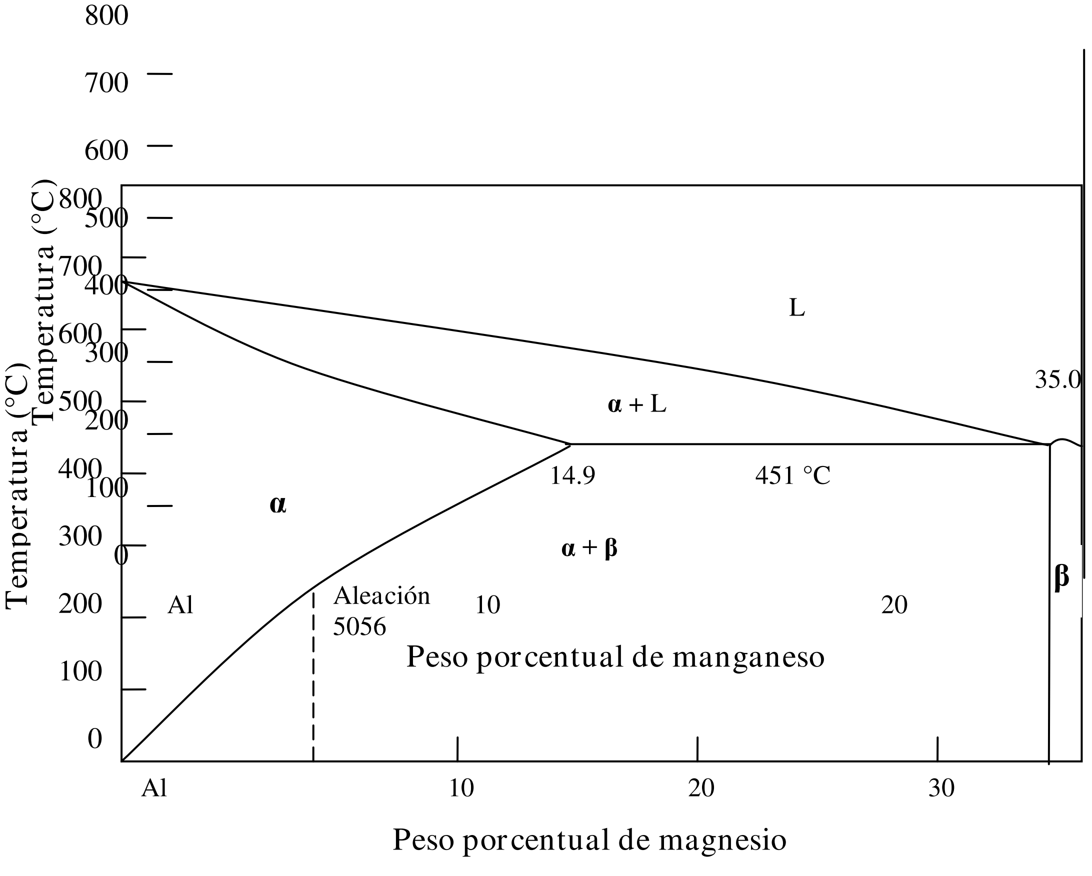

δ + γ
2912
2552
2192
1832
1472
1112
752
392
32
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
Temperatura
Líquido
Líquido + Austenita
Ferrita
+
Austenita
Austerita + Cementita
+ Fe3C
+ Fe3C
Ferrita
+
Perlita
Cementita
+
Perlita
Cementita
+
Perlita
+
Ferrita
0.83 % C
1.7 % C
4.3% C
0
1
2
3
4
5
pH

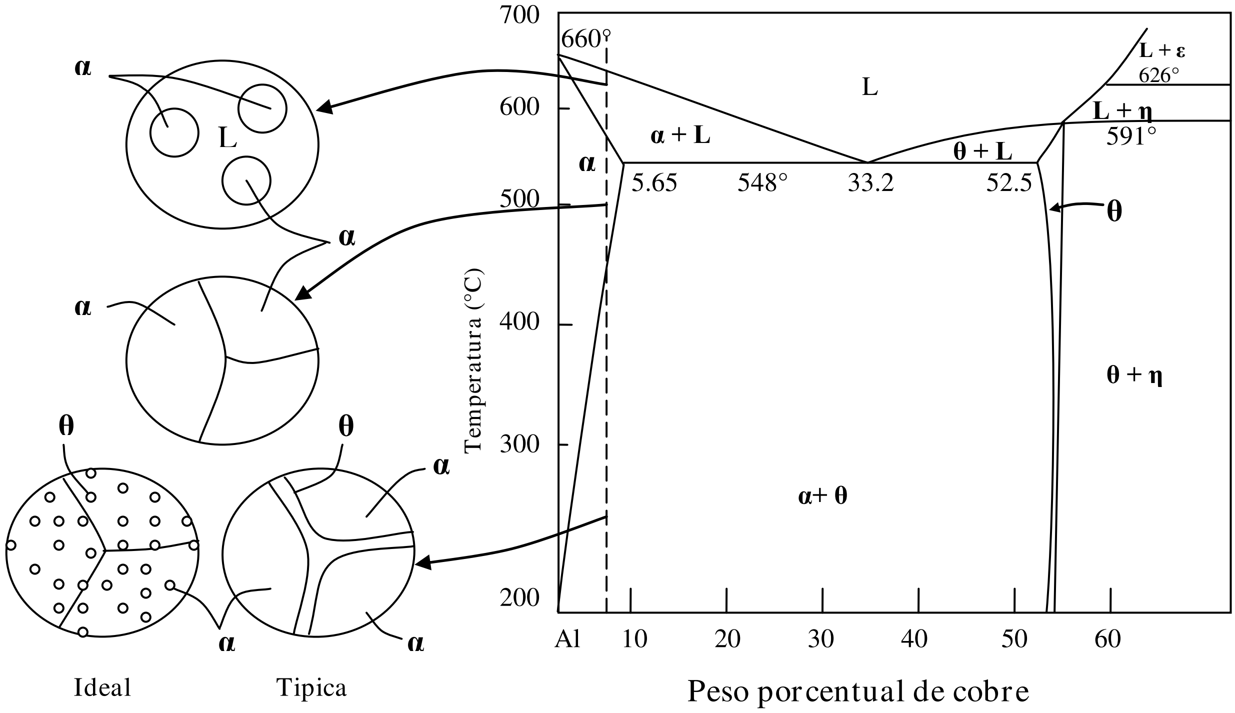


Tipo de Acero	Numerales
Acero carbónico	1xxx
Carbono claro	10xx
Libre	11xx
Libre	X13xx
Alto manejo acero	T13xx
Acero niquelado	2xxx
0.50% níquel	20xx
1.50% níquel	21xx
3.50% níquel	23xx
5.00% níquel	25xx
Acero niquelado y cromado	3xxx
1.25% níquel, 0.60% cromado	31xx
1.75% níquel, 1.00% cromado	32xx
3.50% níquel, 1.50% cromado	33xx
3.00% níquel, 0.80% cromado	34xx
Corrosión y acero resistente al calor	30xxx
Acero molibdeno	4xxx
Cromado	41xx
Níquel cromo	43xx
Níquel	46xx y 48xx
Acero cromado	5xxx
Bajo cromo	51xx
Medio cromo	52xxx
Corrosión y resistente al calor	51xxx
Cromado vanadium acero	6xxx
Acero	7xxx y 7xxxx

Acero silicón manganesio	9xxx







Tipo AISI	Fuerza de Producción	Fuerza de tensión	Observaciones	Usos
301 1.7% Cr 7% Ni	40.000 a 140.000	110.000 a 185.000	Aplicaciones en alta y baja fuerza	Correas, alambre
302 18% Cr 8% Ni	37.000 a 150.000	90.000 a 180.000	Propositos generales	Tuercas, pernos, correas de aparejo, aparejos de pesca
303 18% Cr 8% Ni	35.000 a 145.000	90.000 a 180.000	Bueno donde la mecanica lo requiera	Tornillos, pernos, tuercas,
304 18.5% Cr 8.5% Ni	35.000 a 150.000	85.000 a 180.000	Propositos generales, buena soldadura, buena resistencia a la corrosion	Pasamanos, correas de aparejos, aplicaciones estructurales donde se reuiere soldadura
305	37.000 a	85.000 a	Buena	Correas,

18% Cr 11.5% Ni	95.000	150.000	resistencia a la corrosion	tuercas
316 17% Cr 12% Ni 2.5% Mo	35.000 a 125.000	85.000 a 150.000	Excelente resistencia a la corrosion, especialmente bajo el mar	Ejes de propulsión, pernos, tuercas, correas
317 19% Cr 14% Ni 3.5% Mo	40.000 a 95.000	90.000 a 120.000	Excelente resistencia a la corrosion	Ejes de propulsión.
321 18.5% Cr 10% Ni 4% Mo	35.000 a 125.000	87.000 a 150.000		
347 18.5% Cr 10% Ni	35.000 a 125.000	92.000 a 150.000		
201	55.000 a 140.000	115.000 a 185.000		
202	55.000 a 75.000	105.000 a 125.000		
17.4 PH	110.000 a 185.000	150.000 a 200.000		
17.7 PH	40.000 a 250.000	130.000 a 265.000		
17.10 PH	38.000 a 98.000	89.000 a 144.000		
AM-355	55.000 a 210.000	160.000 a 230.000		

Material	Desiganacion de Grado de Endurecimiento	Resistencia a la Tension (Psi)	Esfuerzo de Fluencia (Psi)	Elongacion (%)	Mecanismo de Endurecimiento
Cobre puro, recocido		30,300	4,800	60	
Cobre comercialmente puro, recocido para engrosar el tamaño de grano	O5050	32,000	10,000	55	
Cobre comercialmente puro, recocido para afinar el tamaño del grano	O5025	34,000	11,000	55	Tamaño de grano
Cobre comercialmente puro trabajado en frio	H10	57,000	53,000	4	Endurecimiento por deformación
Cu – 35% Zn recocido	OS050	47,000	15,000	62	Solucion solida
Cu – 30% Ni tal como se fabrica	M20	55,000	20,000	45	
Cu – 10% Sn recocido	O5035	66,000	28,000	68	
Cu – 35% Zn trabajado en frio3	H10	98,000	63,000	3	Solucion solida + endurecimiento por deformación
Cu – 30% Ni trabajado en frio	H80	84,000	79,000	3	
Cu – 2% Be endurecido por envejecimiento	TF00	190,000	175,000	4	Endurecimiento por envejecimiento
Cu – Al templado y revenido	TQ50	110,000	60,000	5	Reaccion martensítica
Manganeso bronce fundido	F	71,000	28,000	30	Reaccion eutectoide

Designaciones de grado de endurecimiento para aleaciones de cobre

Hxx – trabaja en frio (xx indica el grado de trabajo en frio)

		Reduccion porcentual en espesor o diamoetro
H01	¼ dura	10.9
H02	½ dura	20.7
H03	¾ dura	29.4
H04	Dura	37.1
H06	Extradura	50.1
H08	De resorte duro	60.5
H10	De resorte extra	68.6
H12	De resorte especial	75.1
H14	De superresorte	80.3

Mxx – tal como se manufactura. (xx se refiere al tippo de proceso de fabricación)
Oxx – recocida. (xx designa el metodo de recocido)
OSxxx – recocida para producir un tamaño particular de grano (xxx se refiere al diámetro del grano en 10-3 mm. Por tanto, OS025 señalaria un diámetro de grano de 0.025mm)
TB00 – tratada por solucion
TF00 – endurecida por envejecimiento
TQxx – templada y revenida (xx da detalles del tratamiento termico)

Serie	Tipo de Aleacion	Usos
1000	99.00% aluminio puro (no tratable al calor)	Baja resistencia
2000	Aluminio – cobre (tratable al calor)	Aviación y construccion pesada
3000	Aluminio – manganeso (no tratable al calor)	Uso general
4000	Aluminio – silicio (no tratable al calor)	Principalmente cables
5000	Aluminio – magnesio (con adicion de manganeso en algunas aleaciones) (no tratable al calor)	Aluminio marino (buena resistencia a la corrosion) Aplicaciones estructurales
6000	Aluminio – magnesio – silicio (tratable al calor)	Aluminio marino (bueno para extrusiones)
7000	Aluminio – zinc (en su mayoria tratables al calor y unas pocas no tratables al calor)	Donde se requiere alta resistencia (aviación y vehiculos espaciales9
8000	Aluminio – barilio, niquel, estaño, titanio	Proposito especiales
9000	Series inusuales	

Aleaciones de tipo marino populares					
Aleacion	Tratamiento	Resistencia a la fluencia	Resistencia al corte	Formas disponibles	Usos
5050	H34	24,000	18,000	Laminas, planchas, tubos	Cascos pequeños
	H38	29,000	20,000		
5052	H34	31,000	21,000	Laminas, planchas,varillas, tubos, barras, remaches	Casetas, cascos pequeños
	H38	37,000	24,000		
5056	H18	59,000	34,000	Laminas, varillas, remaches	Remaches
	H38	50,000	32,000		
5083	H112	23,000	25,000	Laminas, plasnchas, perfiles estirados, forjados	Cascos, cubiertas, mamparas cuadernas maestras
	H321	33,000	28,000		
	H343	41,000	30,000		
5086	H112	19,000	23,000	Laminas, plasnchas, perfiles estirados, forjados	Cascos soldados, cubiertas, mamparas cuadernas
	H32	30,000			
	H34	37,000	28,000		
5454	H112	18,000	23,000	Laminas, plasnchas, perfiles estirados, forjados	Cascos pequeños, pasamanos
	H34	35,000	26,000		
	H311	26,000	23,000		
5456	H24	41,000	31,000	Laminas, plasnchas, perfiles estirados, forjados	Cascos soldados
6061	T4	21,000	24,000	Laminas, plasnchas, perfiles estirados, forjados	Cascos, cubiertas, mastiles, plumas, remaches
	T6	40,000	30,000		
	T8	52,000	32,000		
6063	T4	13,000	16,000	Tubos s/c perfiles estirados	Pasamanos, mastiles pequeños, plumas
	T5	21,000	17,000		
	T6	31,000	22,000		
6066	T4	30,000	29,000	Tubos s/c perfiles estirados	Mastiles, plumas
	T6	52,000	34,000		
6070	T6	52,000	34,000	Tubos s/c perfiles estirados	Mastiles, plumas
6351	T4	27,000	22,000	Tubos s/c perfiles estirados	Cascos cubiertas, cuadernas, mastiles
	T6	43,000	29,000		

7001	T6	91,000		Tubos s/c perfiles estirados	Mastiles
7075	T6	73,000	48,000	Varias formas de perfiles	Proposito general, alta resistencia

Propiedades del cobre y sus aleaciones			
Nombre comun	Esfuerzo tenencia (psi)	Resistencia a la Tension (Psi)	Propiedades
Bronce – aluminio (8% aluminio)	32.0000 a 65.000	70.000 a 105.000	Excelente corrosion,
Bronce – aluminio (5% aluminio)	22.000 a 65.000	55.000 a 92.000	
Bronce – fosforo (8% tin)	24.000 a 72.000	55.000 a 93.000	
Bronce – fosforo (5% tin)	20.000 a 75.000	49.000 a 81.000	
Alumnio – silicon Bronce (7% aluminio, 2% silicio)	Aprox. 42.000	84.000	
	22.000 a 58.000	57.000 a 94.000	
	15.000 a 55.000	40.000 a 70.000	
	10.000 a 58.000	37.000 a 67.000	
	18.000 a 70.000	48.000 a 90.000	

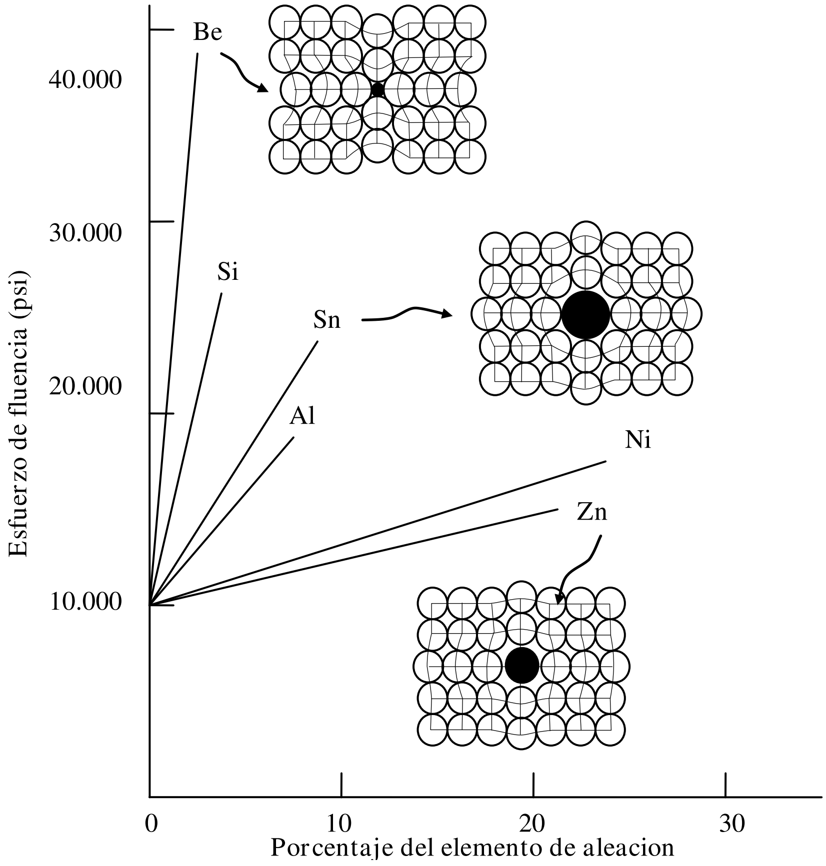


Fig. Efecto de varios elementos de aleación en el esfuerzo de fluencia del cbre. Los atomos de niquel y de zinc son aproximadamente del mismo tamaño que los atomos de cobre, pero los atomos de berilio y de estaño tienen tamaños muy diferentes a los atomos de cobre. Incrementando tanto la diferencia de tamaño atomico como el elememnto de aleación se incrementa el endurecimiento por solucion solida.

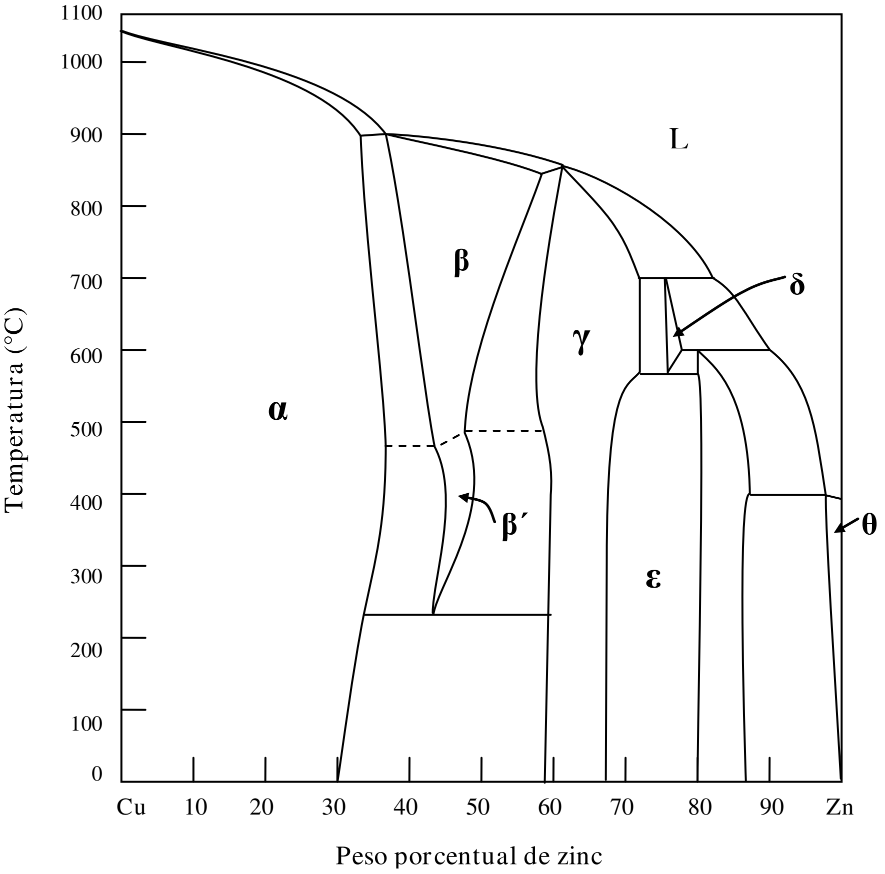


Fig. Diagrama binarios de fases para cobre - zinc

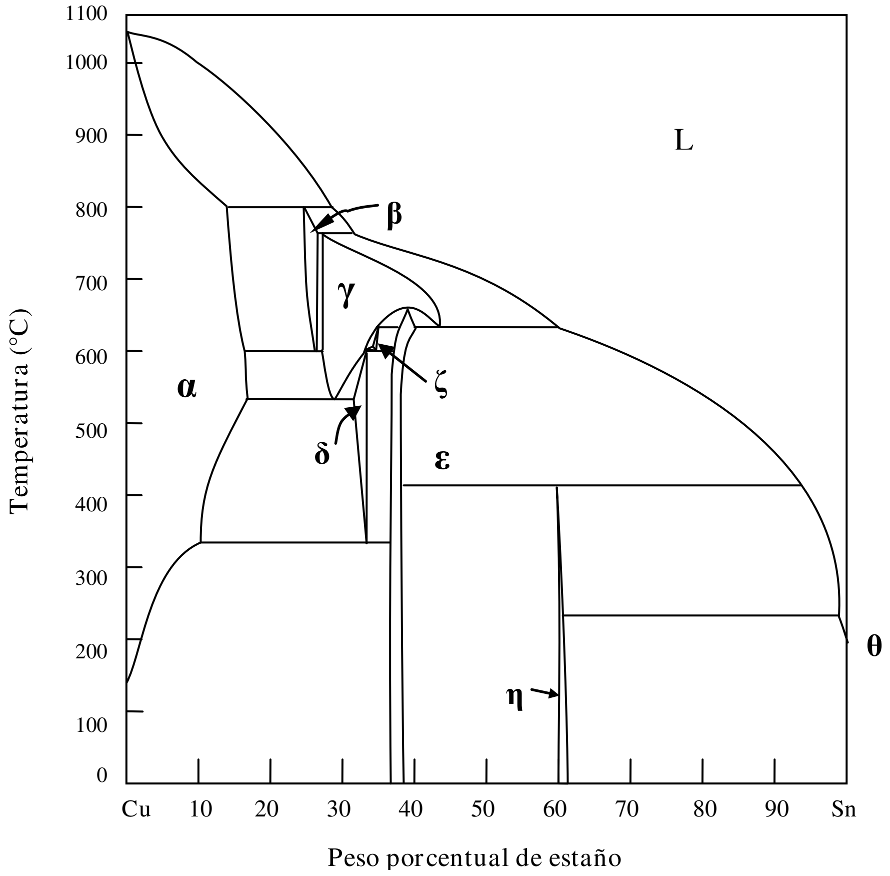


Fig. Diagrama binarios de fases para cobre – estaño

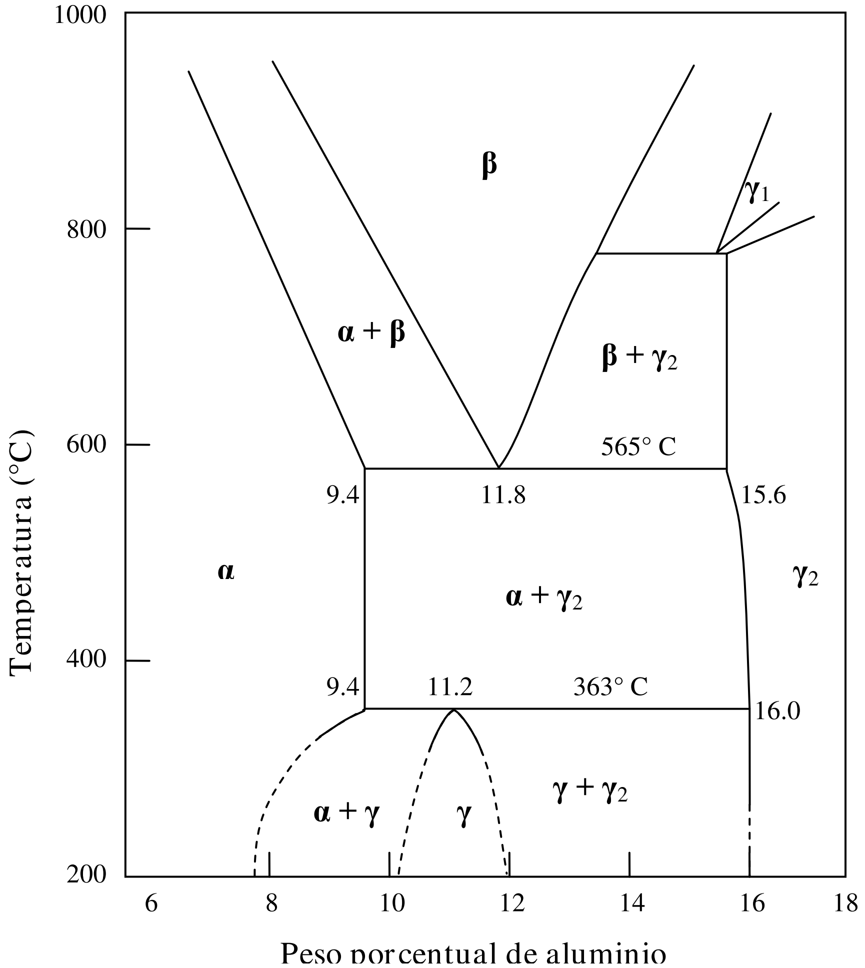


Fig. Porcion eutectoide del diagrama de fases cobre - aluminio

Material	Resistencia a la tension (psi)	Esfuerzo de fluencia (psi)	Elongacion (%)	Aplicaciones
Ni puro (99.9% Ni)				Resistencia a la
Recocido	50.000	16.000	45	corrosión
Trabajado en frio	95.000	90.000	4	Válvulas, bombas
Monel 400	78.000	39.000	37	cambiadores de
(Ni–31.5% Cu)				calor
Superaleciones de Ni				
Hastelloy B–2	130.000	60.000	61	Resistencia a la
(Ni–28% Mo)				corrosión
MAR–M246	140.000	125.000	5	Motores de
(Ni–10% Co–9% Cr–10% W+Ti, Al, Ta)				reacción
DS–Ni	71.000	48.000	14	Turbinas de gas
(Ni–2% ThO_2)				
Superaleciones de Fe–Ni				
Incoloy 800	89.000	41.000	37	Cambiadores de
(Ni–46% Fe–21% Cr)				calor
Superaleciones de Co				Motores de
Haynes 25	135.000	65.000	60	reacción
(50% Co–20% Cr–15% W-10% Ni)				Resistencia al
Estelita 6B	177.000	103.000	4	desgaste por
(60% Co–30% Cr–4.5% W)				abrasión.

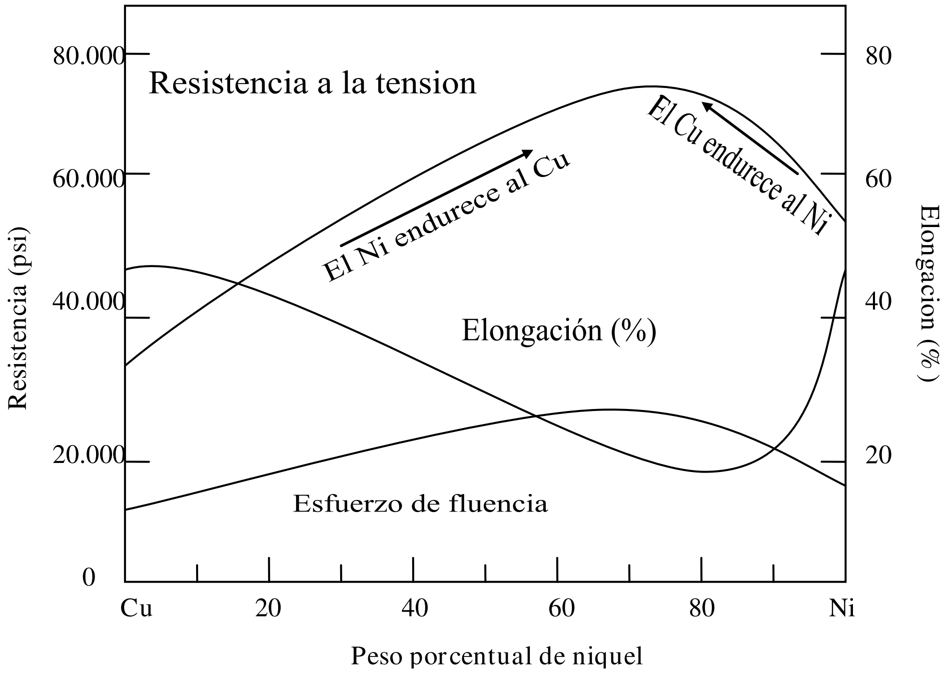


Fig. Propiedades mecanicas de las aleaciones cobre-niquel. El cobre es endurecido con un 60% de Ni y el niquel con un 40% de Cu

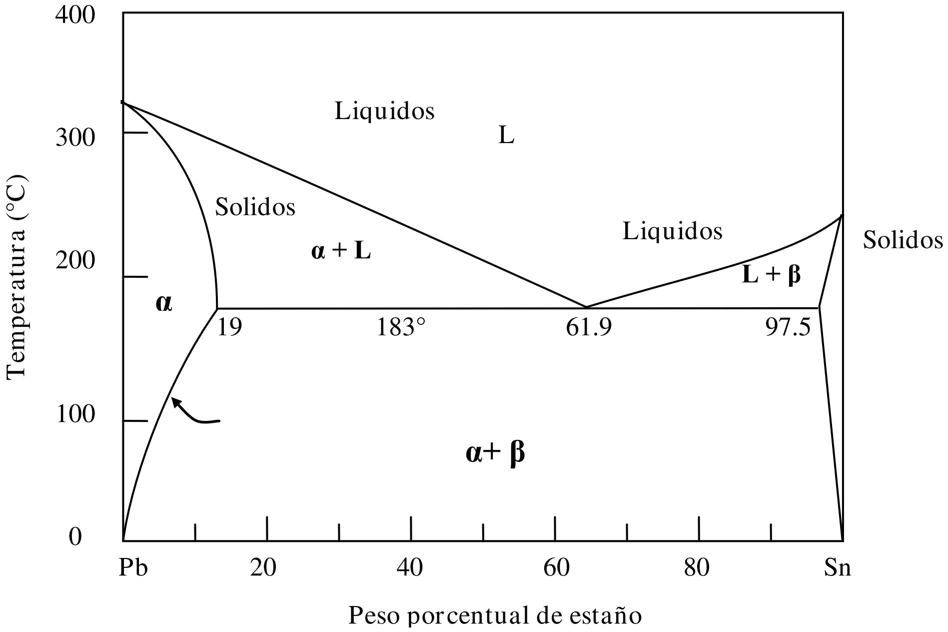
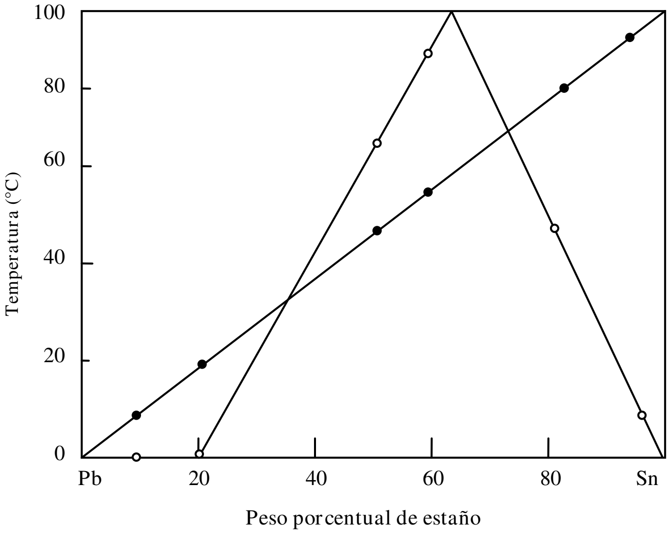
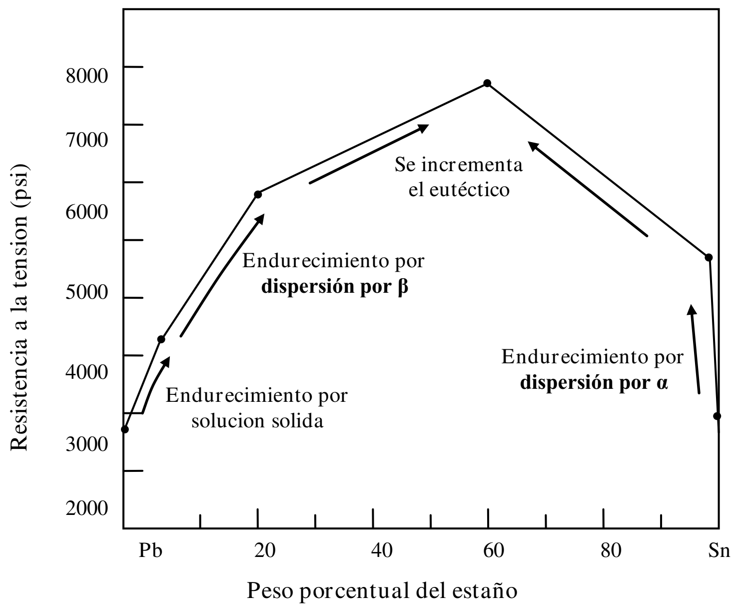


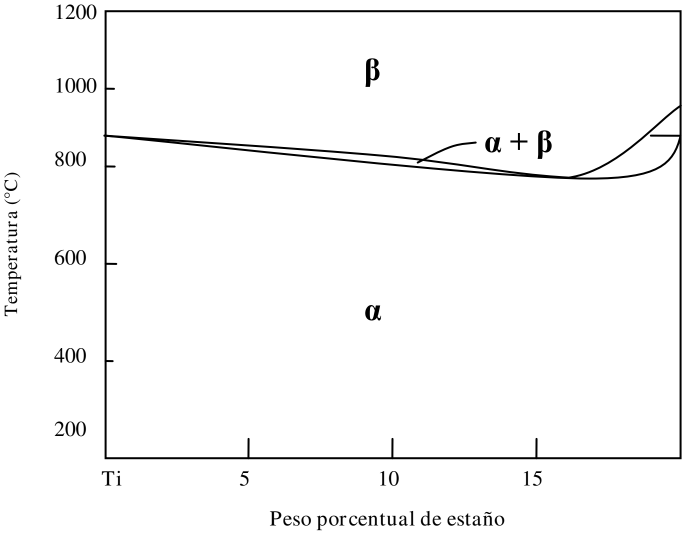
Fig. Diagrama de fases en equilibrio plomo-estaño

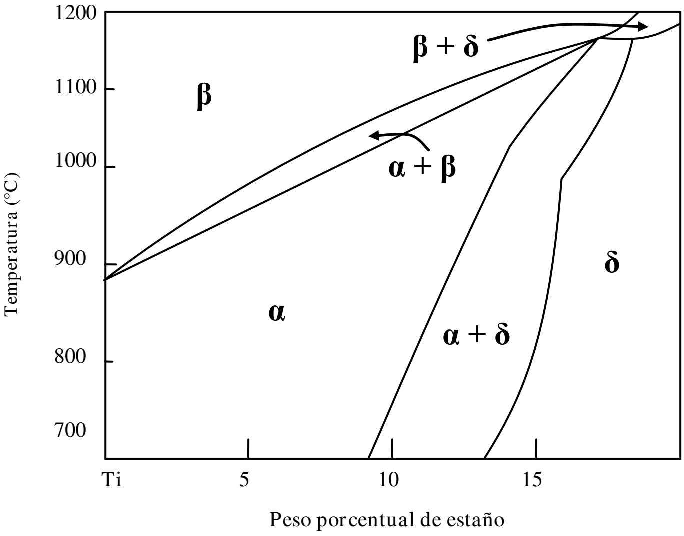


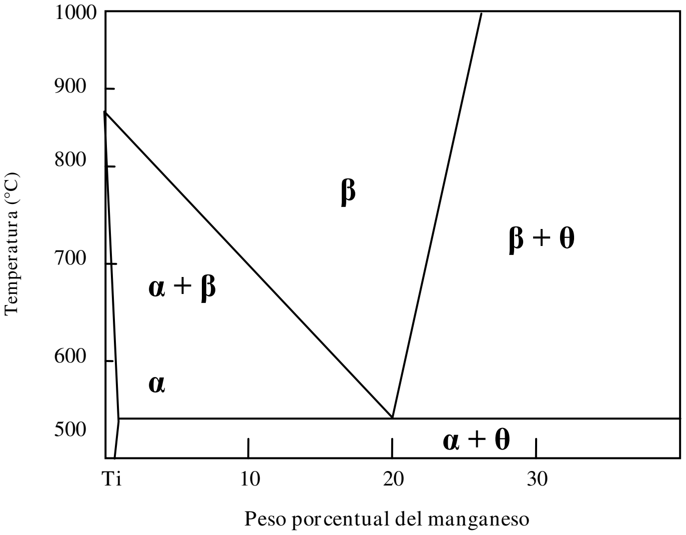


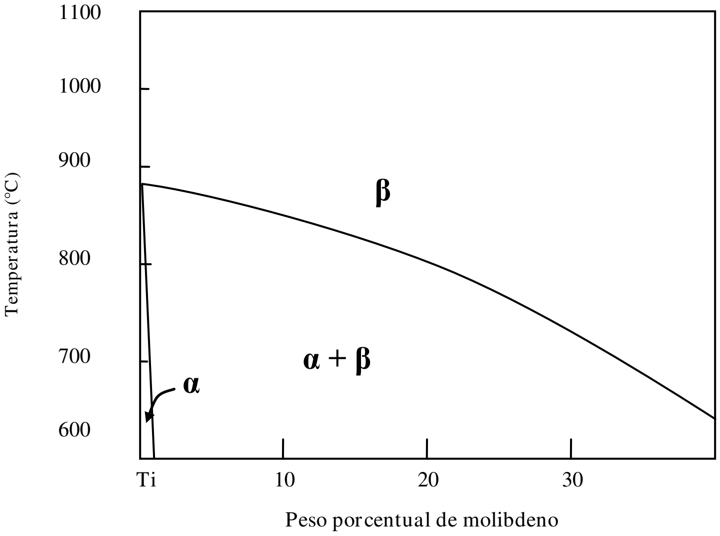
Aleaciones de Titanio		
Tipo	Esfuerzo tenencia	Formas disponibles
Ti – 4Al – 4Mn	133.000	Formas varias
Ti – 5Al – 2.5Sn	90.000 a 120.0000	Formas varias (extrusion)
Ti – 6Al – 4V	100.000 a 130.000	Varillas,
Ti – 7Al – 4Mo	116.000 a 135.000	Laminas,
Ti – 8Mn	110.000 a 140.000	
Ti – Titanium Sn – Tin	Al – Aluminio V – Vanadio	Mn – Manganeso Mo – Molibdeno

Propiedades de algunas aleaciones de Titanio			
Material	Resistencia a la tension (psi)	Esfuerzo de fluencia (psi)	Elongacion (%)
Titanio comercialmente puro 99.5% Ti 99.0% Ti	35.000 80.000	25.000 70.000	24 15
Aleaciones Ti alfa 5% Al-2.5% Sn	125.000	113.000	15
Aleaciones Ti beta 13% V-11% Cr-3% Al	187.000	176.000	5
Aleaciones Ti casi alfa 8% Al-1% Mo-1% V 6% Al-4% Zr-2% Sn-2% Mo	140.000 146.000	120.000 144.000	14 3
Aleaciones Ti alfa beta 8% Mn 6% Al-4% V	140.000 150.000	125.000 140.000	15 8


1200
1000
800
600
400
200
Temperatura (°C)
β
α + β
α
Ti
5
10
15
Peso porcentual de estaño


1200
1100
1000
900
800
700
Temperatura (°C)
β + δ
β
α + β
δ
α
α + δ
Ti
5
10
15
Peso porcentual de estaño


1000
900
800
700
600
500
Temperatura (°C)
β
β + θ
α + β
α
α + θ
Ti
10
20
30
Peso porcentual del manganeso


1100
1000
900
800
700
600
Temperatura (°C)
β
α + β
α
Ti
10
20
30
Peso porcentual de molibdeno