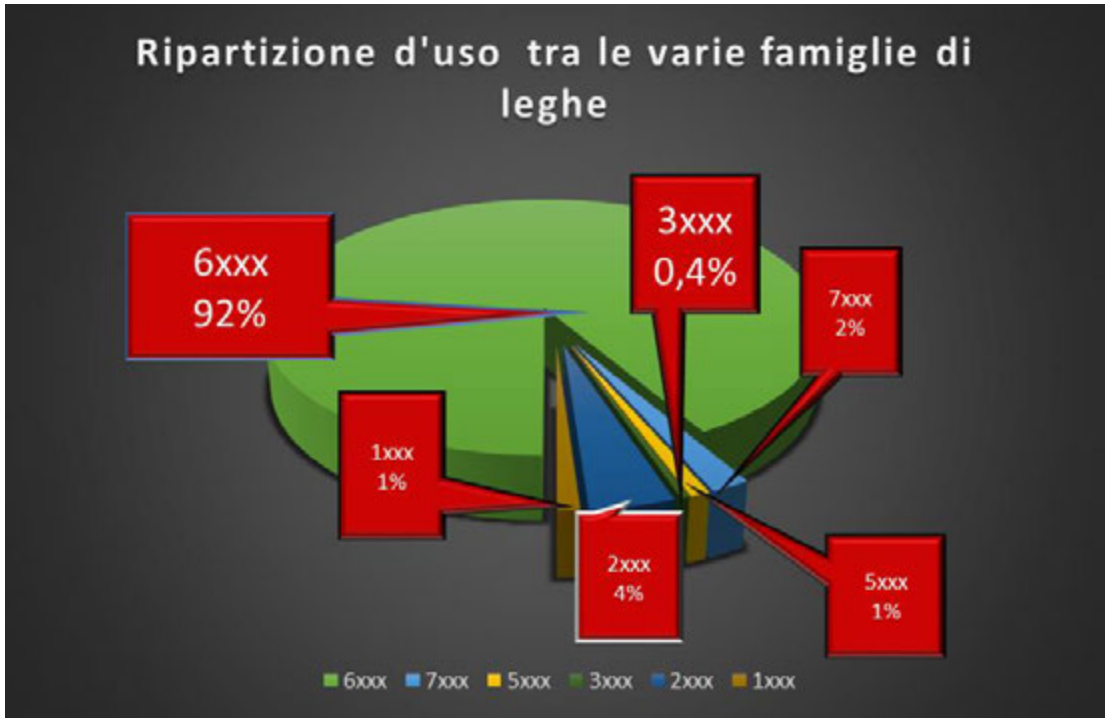
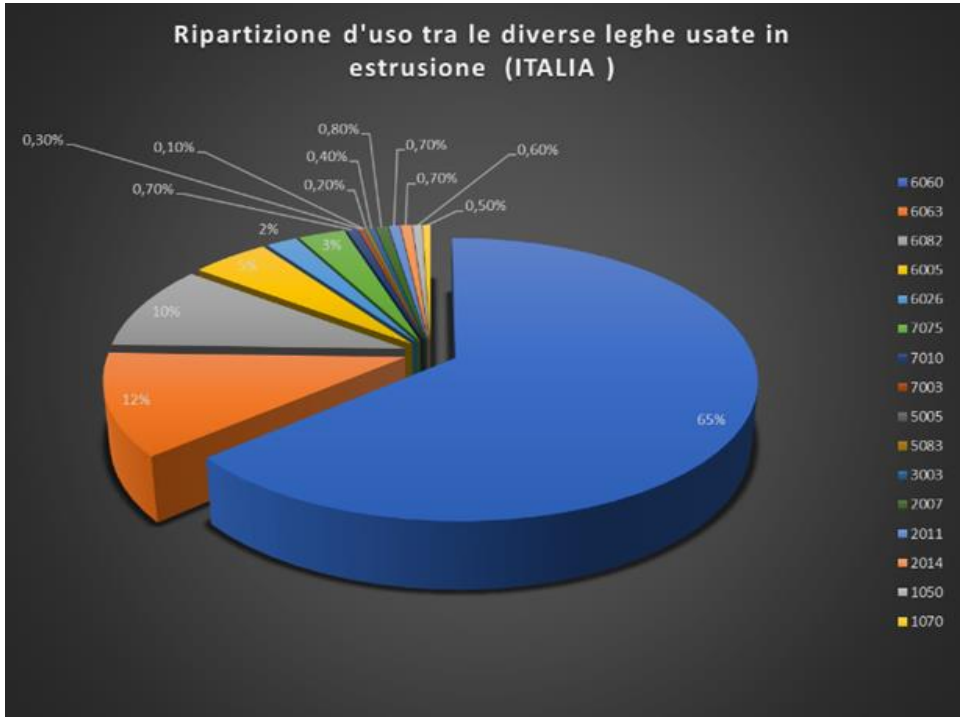
NUOVE LEGHE DI ALLUMINIO PER ESTRUSIONE

Giuseppe Giordano – Rivista A&L

COMPOSIZIONI DI LEGHE DI ALLUMINIO REGISTRATE DA ALUMINUM ASSOCIATION NEL 1954 E NEL 2017

ESTRUSIONE IN ITALIA : RIPARTIZIONE D'USO TRA LE VARIE LEGHE



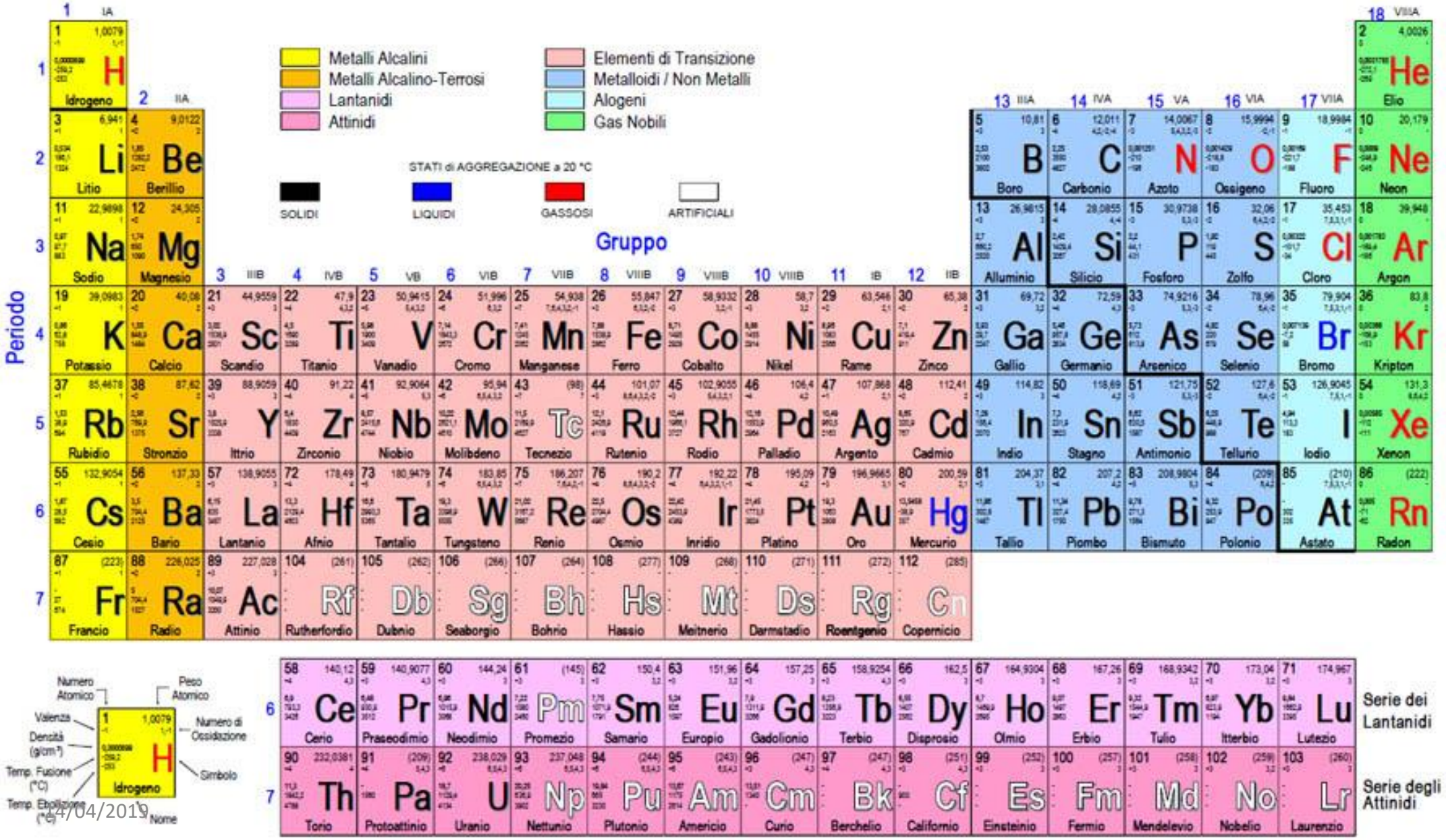


Fonte= archivio rivista A&L

PERCHE' RICERCARE NUOVE LEGHE ?

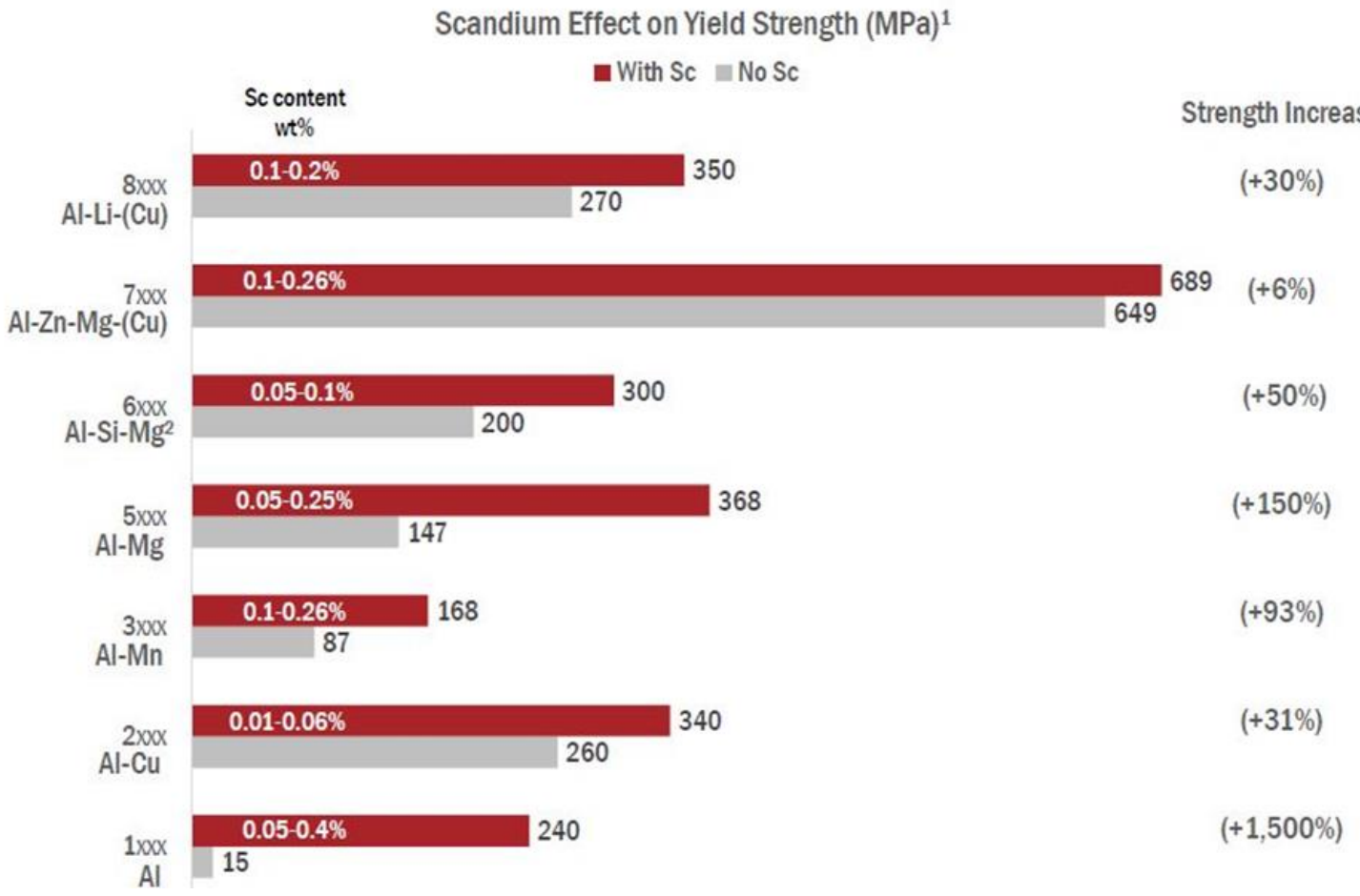
ALCUNE MOTIVAZIONI DELLA RICERCA
PER AVERE SEMILAVORATI CON MIGLIORATE CARATTERISTICHE TENSILI
PER AVERE UNA MAGGIORE RESISTENZA A FATICA DEI PRODOTTI DERIVATI
PER AVERE SPESSORI DI PARETE MINORI NEGLI ESTRUSI CAVI
PER AVERE UNA PIÙ ELEVATA VELOCITÀ DI ESTRUSIONE
PER AVERE UNA SUPERFICIE DI QUALITÀ SUPERIORE
PER AVERE UN'OTTIMIZZAZIONE DEI PROCESSI DI INDURIMENTO
PERCHÉ UN PRODOTTO TAYLOR MADE HA UN MAGGIOR VALORE AGGIUNTO

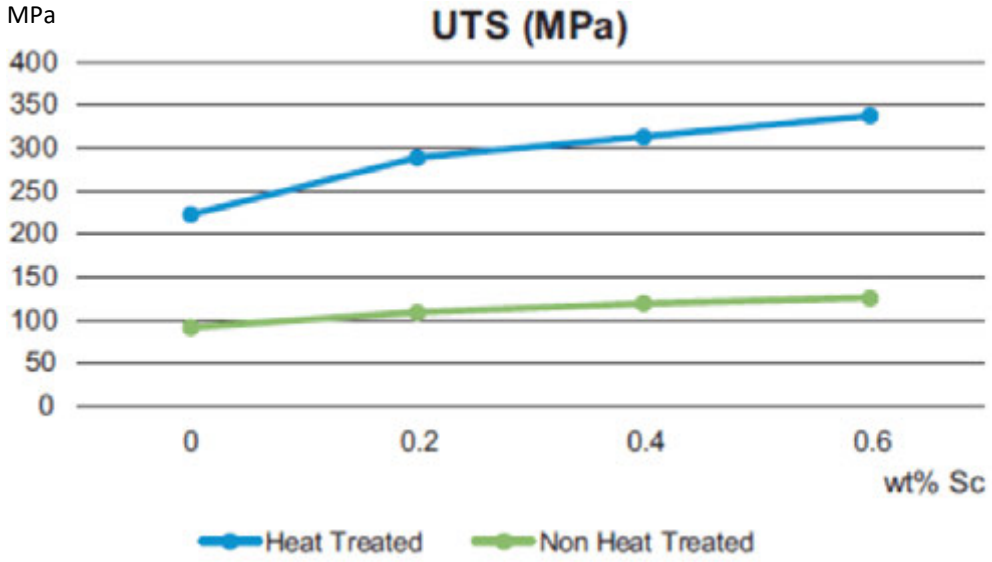
2019 = 150° anniversario Tavola Periodica di Mendeleev



«ROAD MAP» DI UNA NUOVA LEGA DI ALLUMINIO

LEGHE ALLUMINIO - SCANDIO



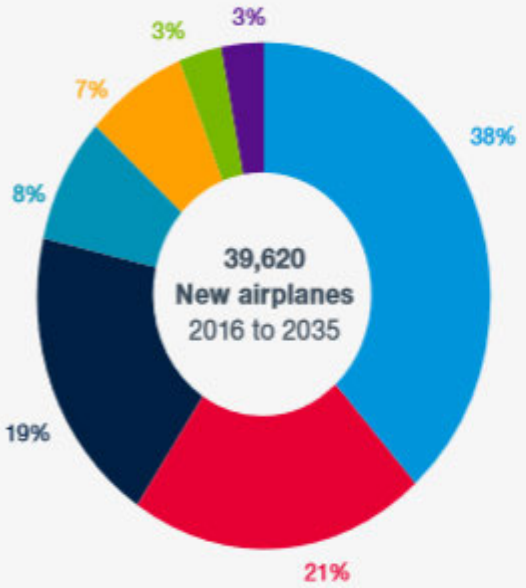


All figures source = G.Djukanovic in Aluminium Insider 2018

LEGHE AL-LI DI NUOVA GENERAZIONE

Il settore delle costruzioni aeronautiche per usi civili ha di fronte a sé circa due decenni di crescita con fatturato stimato di circa

6.000 Miliardi US$



Region	New airplanes
Asia	15,130
North America	8,330
Europe	7,570
Middle East	3,310
Latin America	2,960
Africa	1,150
CIS	1,170
Total	39,620

Nel 2016 sono state utilizzate oltre 300.000 ton di leghe d'alluminio per la costruzione di circa 1400 velivoli. Senza considerare possibili aumenti della quota di alluminio per aereo, il fabbisogno di leghe previsto nei prossimi due decenni per l'aeronautica civile è pari a circa

9.000.000 ton

LEGHE Al-Li TRADIZIONALI : AA 8090

Chemical Composition (weight %)

	Al	Li	Cu	Mg	Fe	Zn	Si	Ti	Cr	Mn	Zr	Other
min	93.00	2.20	1.00	0.60							0.040	≤0.050
max	96.20	2.70	1.60	1.30	≤0.30	≤0.25	≤0.20	≤0.10	≤0.10	≤0.10	0.16	≤0.15

Mechanical Properties

Tensile strength	450 MPa
Yield strength	370 MPa
Elongation at break	7%
Elastic modulus	77 GPa
Shear strength	270 MPa

LEGHE Al-Li DI NUOVA GENERAZIONE

AA2099 by ARCONIC

CHEMICAL COMPOSITION LIMITS (WT.%)

Cu	2.4 - 3.0
Li	1.6 - 2.0
Zn	0.4 - 1.0
Mg	0.10 - 0.50
Mn	0.10 - 0.50
Zr	0.05 - 0.12
Ti	0.10 max
Fe	0.07 max
Si	0.05 max
Be	0.0001 max
Others, Each	0.05 max
Others, Total	0.15 max
Al	Remainder

MECHANICAL PROPERTIES
2099-T83/T8E67
Typical Values

Alloy/Temper		2099-T83		2099-T8E67
Thickness		0.50–0.999"	1.00–2.5"	1.00–2.5"
Tensile Strength, ksi (Mpa)	L LT	81 (560) 76 (525)	83 (595) 75 (520)	77 (530) 74 (510)
Yield Strength, ksi (Mpa)	L LT	76 (525) 70 (485)	78 (505) 68 (470)	70 (485) 62 (430)
Compressive Yield Strength, ksi (Mpa)	L LT	75 (520) 75 (520)	78 (540) 70 (485)	69 (475) 64 (440)
Elongation, %	L	9	9	10
Toughness K_{IC} ksi $\sqrt{in}$ (Mpa $\sqrt{m}$)	L-T T-L	– –	27 (30) 25 (27)	60 (66) 50 (55)
EXCO Rating		P/EA	P/EA	P/EA
SCC (LT direction) Min ksi (Mpa) in ASTM G47		–	48 (330)	36 (250)
Tension Modulus, Msi (Gpa)		11.3 (78)		
Density, lbs./in³ (g/cm³)		0.095 (2.63)		

Source : Arconic TDS

LEGHE Al-Li DI NUOVA GENERAZIONE
AA 2050

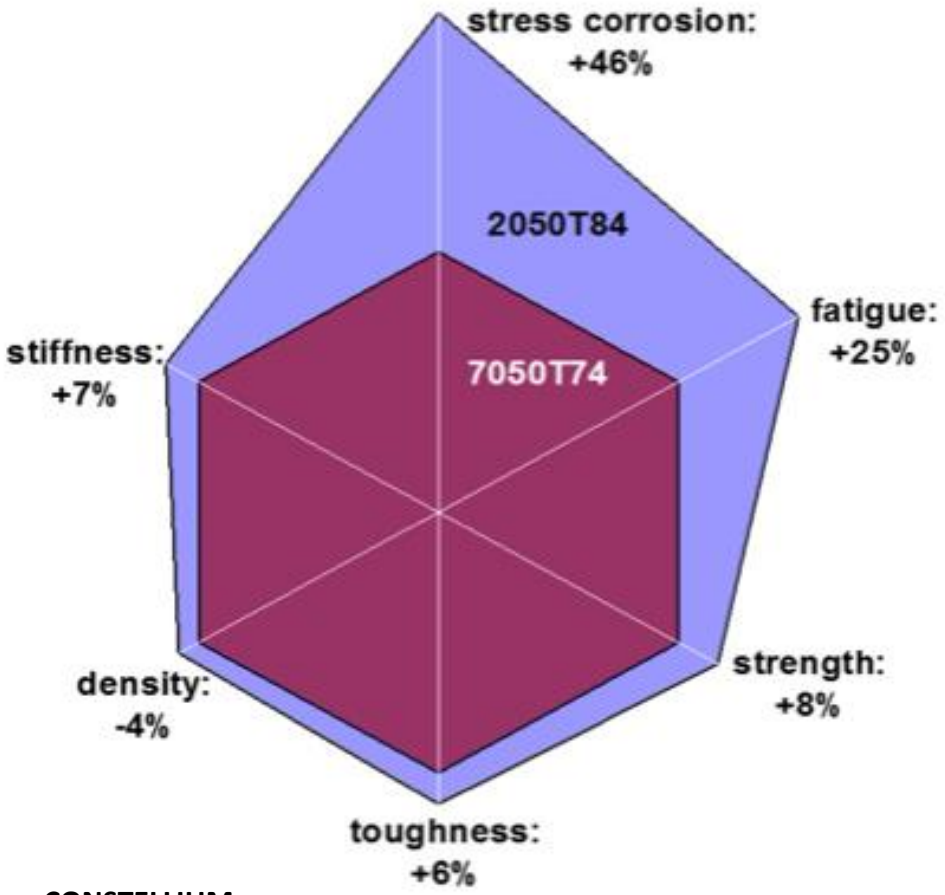
Wt.%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Li	Ag	Zr
Min			3.2	0.20	0.20		0.7	0.20	0.06
Max	0.08	0.10	3.9	0.50	0.6	0.25	1.3	0.7	0.14

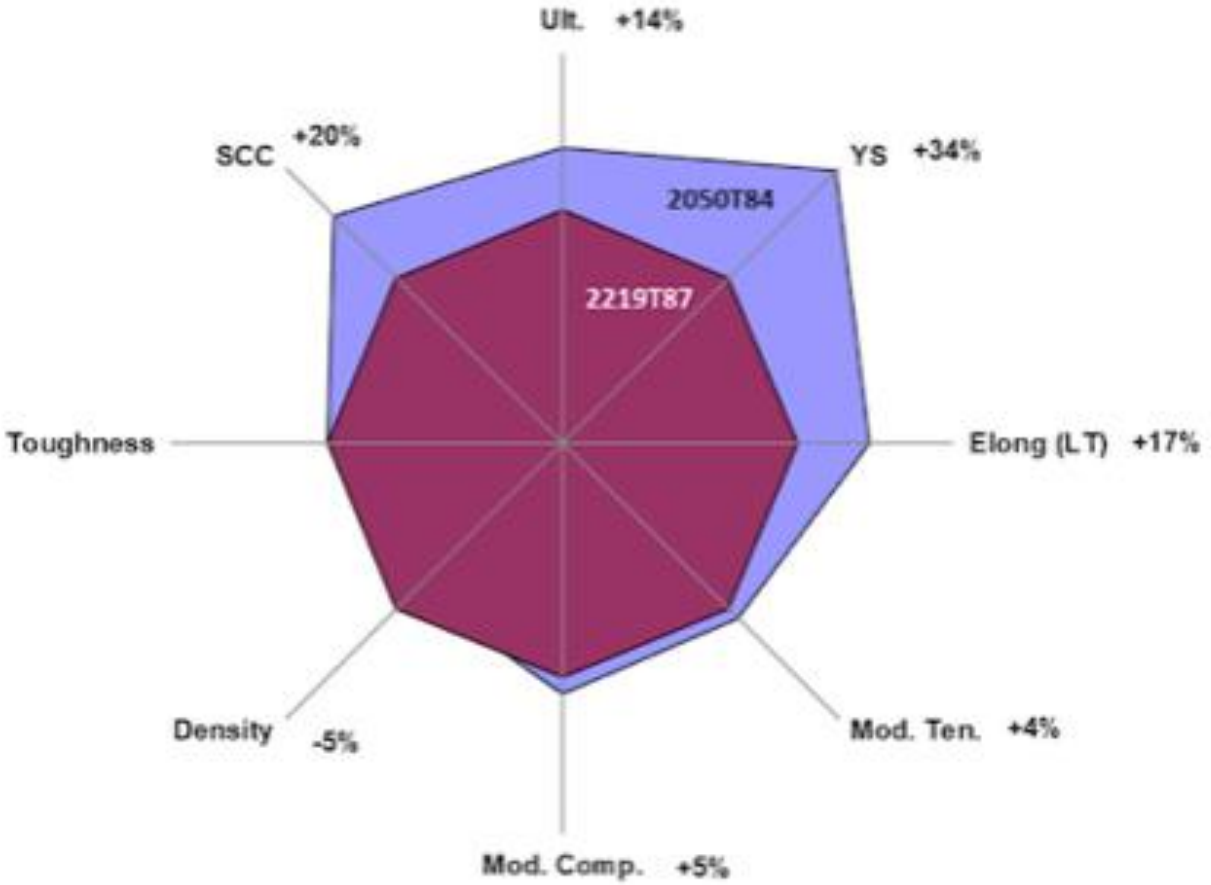
La composizione chimica della lega viene definita per avere una precipitazione indurente controllata, in modo da ottimizzare la resistenza meccanica, la resistenza alla corrosione ed alla tensocorrosione, la tenacità alla frattura

Source : Alcan Aerospace now Constellium

Leghe Al-Li di nuova generazione

AIRWARE by CONSTELLIUM





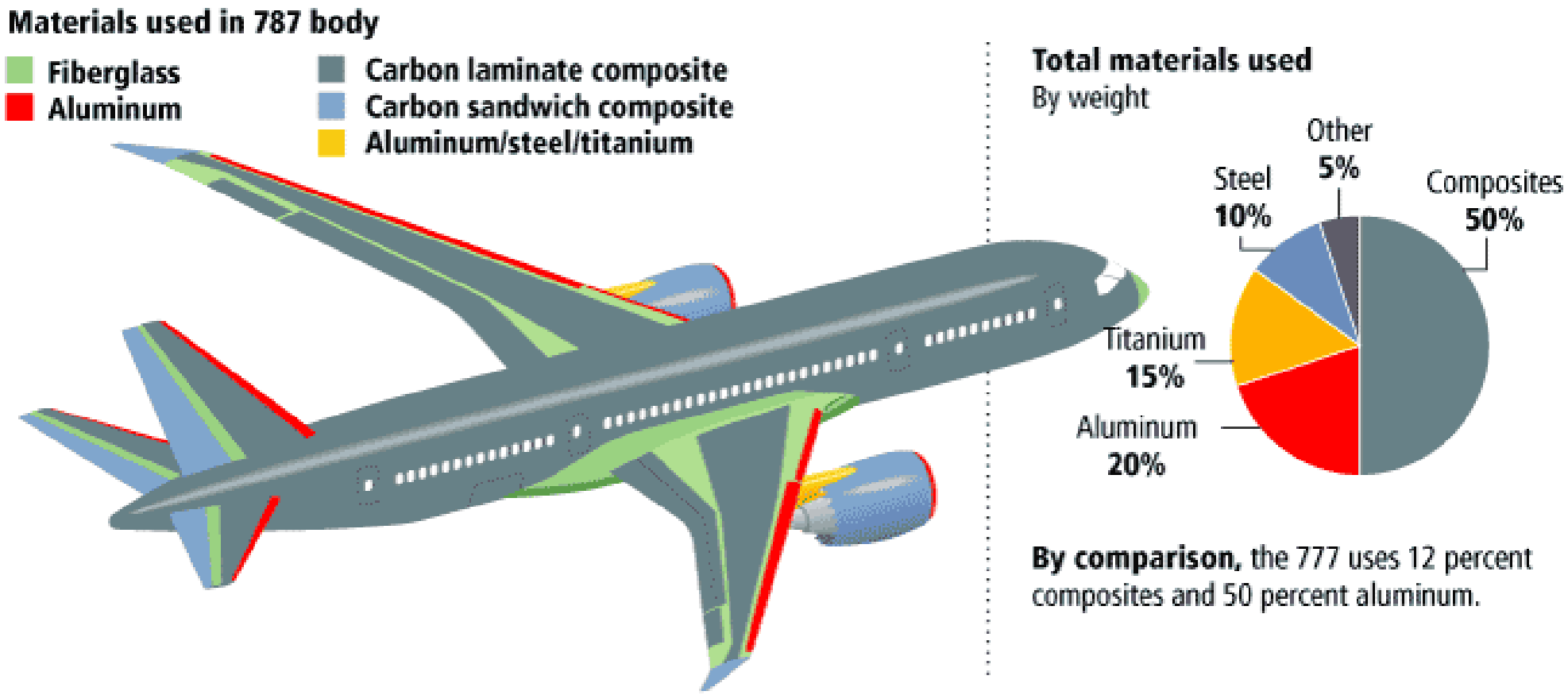
Source=CONSTELLIUM

LEGHE Al-Li DI NUOVA GENERAZIONE

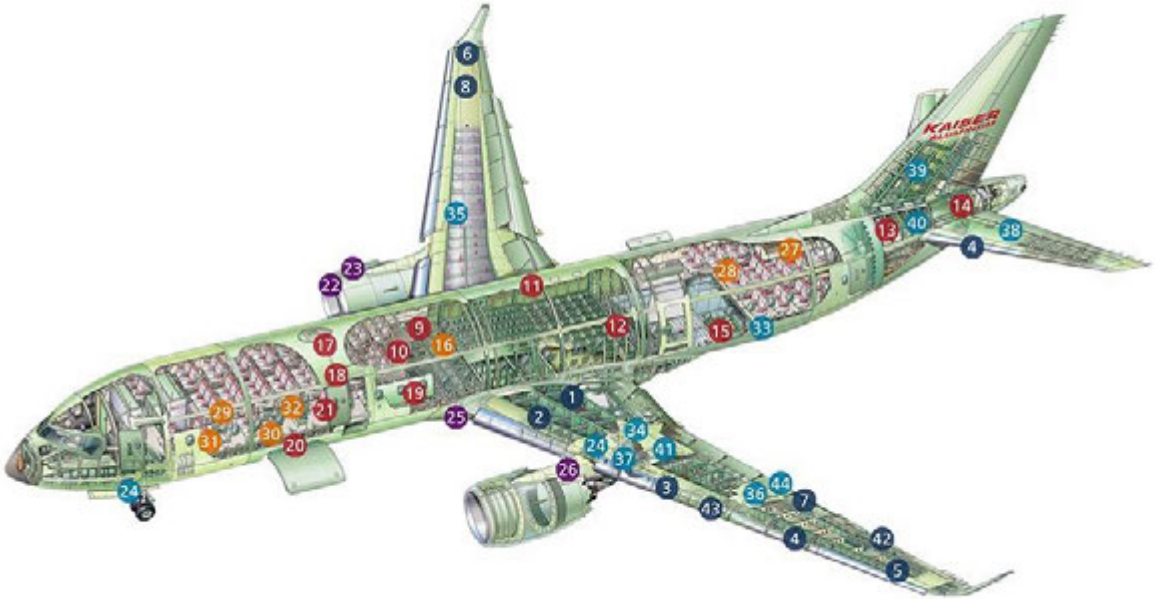
LO SVILUPPO NELL'USO DI LEGHE Al-Li NEGLI AEREI DI PROSSIMA FABBRICAZIONE E' LEGATO ANCHE ALLA DIFFERENZA DI COSTO TRA UN PARTICOLARE RICAVATO DA METALLO PER LAVORAZIONE MECCANICA E LO STESSO PARTICOLARTE RICAVATO DA COMPOSITI. IN ALCUNI CASI I COMPOSITI TERMOINDURENTI COSTANO CIRCA 15 VOLTE PIU' DEL METALLO ED I COMPOSITI TERMOPLASTICI ARRVANO A COSTARE 75 VOLTE IL COSTO DELLA LAVORAZIONE DAL PIENO DEL METALLO

LEGHE Al-Li DI NUOVA GENERAZIONE

BOEING 787



Source BOEING



Fuselage Structure

9 Floor Beams
10 Seat Tracks
11 Fuselage Stringer
12 Fuselage Frames
13 Bulkheads
14 Tailcone Components
15 Cargo Floor Beams
17 Fuselage Skins
18 Rivet Fastener Stock
19 Window Attach Structure
20 Cargo Door Hinge
21 Door Components

Tail And Systems

24 Landing Gear Components
33 Air Ducts
34 Hydraulic Tubing
35 Fuel Lines
36 Actuator Components
37 Brake Components
38 Torque Tubes
39 Vertical Tail Ribs and Spars
40 Horizontal Tail Fittings
41 Hydraulic Manifolds
44 Hydraulic Connectors

Interior Components

16 Fuselage Brackets
27 Baggage Bin Structure
28 Seat Legs
29 Seat Backs
30 Seat Beams
31 Seat Baggage Bars
32 Seat Pans

Engine and Fairing

22 Engine Inlet Lip Skins
23 Engine Cowl Skins
25 Wing to Body Fairing Components
26 Engine Support Structure

Wing Structure

1 Wing Ribs
2 Wing Spars
3 Leading Edge Ribs
4 Leading Edge Skins
5 Wing Stringers
6 Wing Attach Structure
7 Trailing Edge Ribs
8 Wing Skins
42 Wing Trailing Edge Components
43 Wing Leading Edge Components

Source: Kaiser Aluminium

BOEING 787 Dreamliner

Leggero. Forse troppo?

Proprio così: l'imprevisto fenomeno di fessurazione che riguarda solo alcuni componenti dell'aereo (in particolare dei giunti che hanno la funzione di tenere il rivestimento delle ali attaccato alle centine, che sono le "vertebre" della struttura) - non interessa i Dreamliner 787 già consegnati e operativi, dunque non c'è nessun pericolo per la sicurezza. Come si spiega allora questa anomalia sui "nuovi"? Secondo alcune fonti, il problema nascerebbe dalla decisione di modificare il progetto con lo scopo di ridurre ulteriormente il peso complessivo dell'aereo (che è già un record di "leggerezza" per la categoria)

SOURCE : Focus 2016

LEGHE DA TAGLIO RAPIDO «ECOFRIEND»

AA 6026 LF / Eural

Chemical composition	
Si	0,60 ÷ 1,40
Fe	≤ 0,70
Cu	0,20 ÷ 0,50
Mn	0,20 ÷ 1,00
Mg	0,60 ÷ 1,20
Cr	≤ 0,30
Ni	
Zn	≤ 0,30
Ti	≤ 0,20
Sn	≤ 0,05
Pb	≤ 0,05* (traces)
Bi	0,50 ÷ 1,50
Others	Each 0,05 Total 0,15
Al	Remainder

*6026 is registered with Pb ≤ 0,40

1. Lega idonea alle lavorazioni ad alta velocità sui torni automatici
2. Buona resistenza alla corrosione
3. Caratteristiche meccaniche medio alte,
4. Buona attitudine all'ossidazione anodica decorativa
5. Buona attitudine all'ossidazione dura per uso industriale
6. La lega Eural 6026 non contiene né piombo né stagno

SOURCE : www.Eural.com

LEGHE DA TAGLIO RAPIDO «ECOFRIEND»

Chemical composition

Si	0,10 ÷ 1,20
Fe	≤ 0,70
Cu	2,20 ÷ 2,70
Mn	0,40 ÷ 1,00
Mg	0,20 ÷ 0,60
Cr	≤ 0,15
Ni	≤ 0,15
Zn	≤ 0,50
Ti	≤ 0,10
Bi	0,05 ÷ 0,80
Others	Each 0,05 Total 0,15
Al	Remainder

EURAL 2033 Lead Free

According to RoHS II, ELV, REACH directives

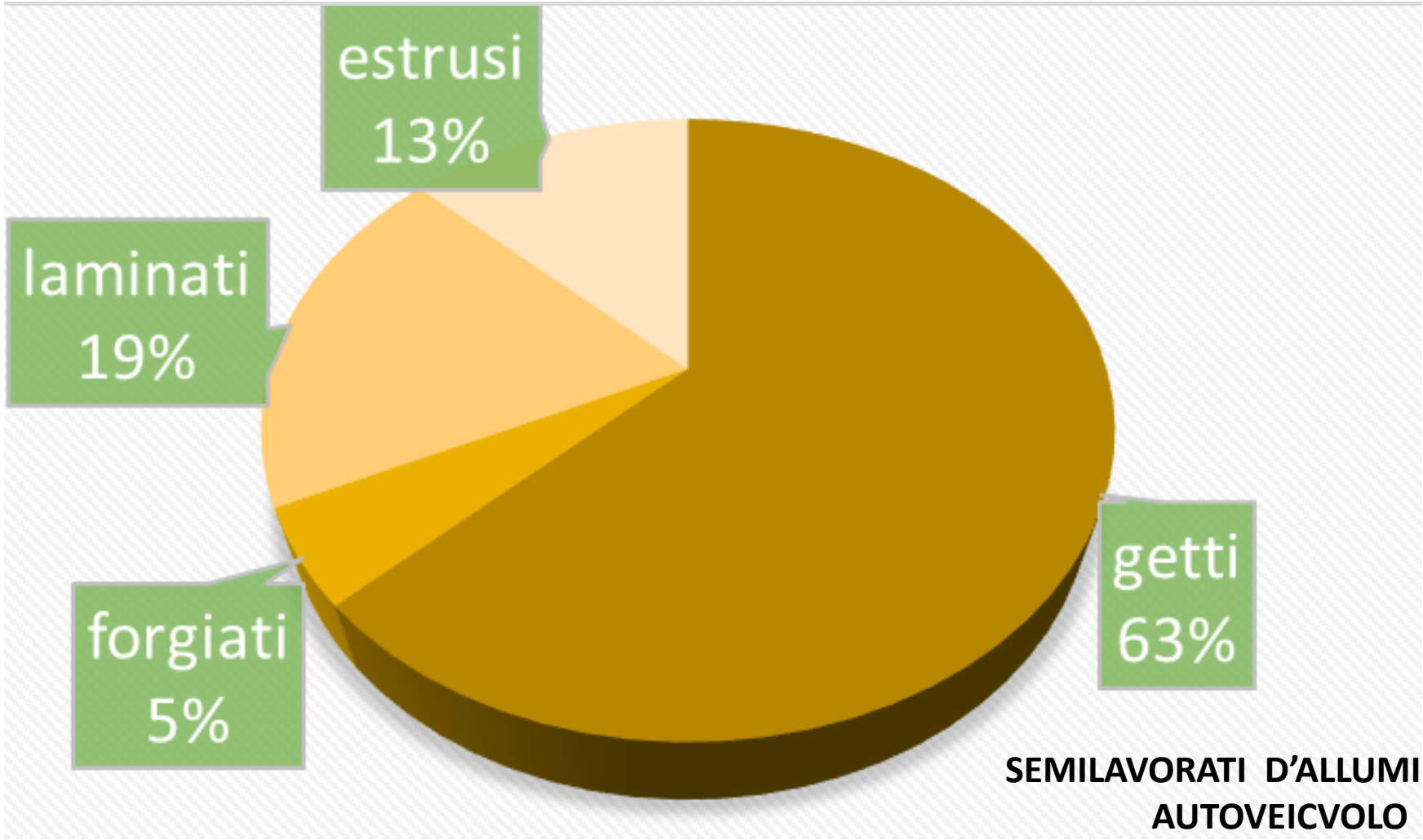
Physical properties

Density	Kg/dm^3	2,77
Modulus of elasticity	MPa	70.000
Coefficient of thermal expansion	$x10^{-6}/°C$	22,9
Thermal conductivity at 20°C	W/mk	T3: 151 T8: 173
Electrical resistivity at 20°C	$\Omega mm^2/m$	T3: 0,046 T8: 0, 046

Mechanical properties

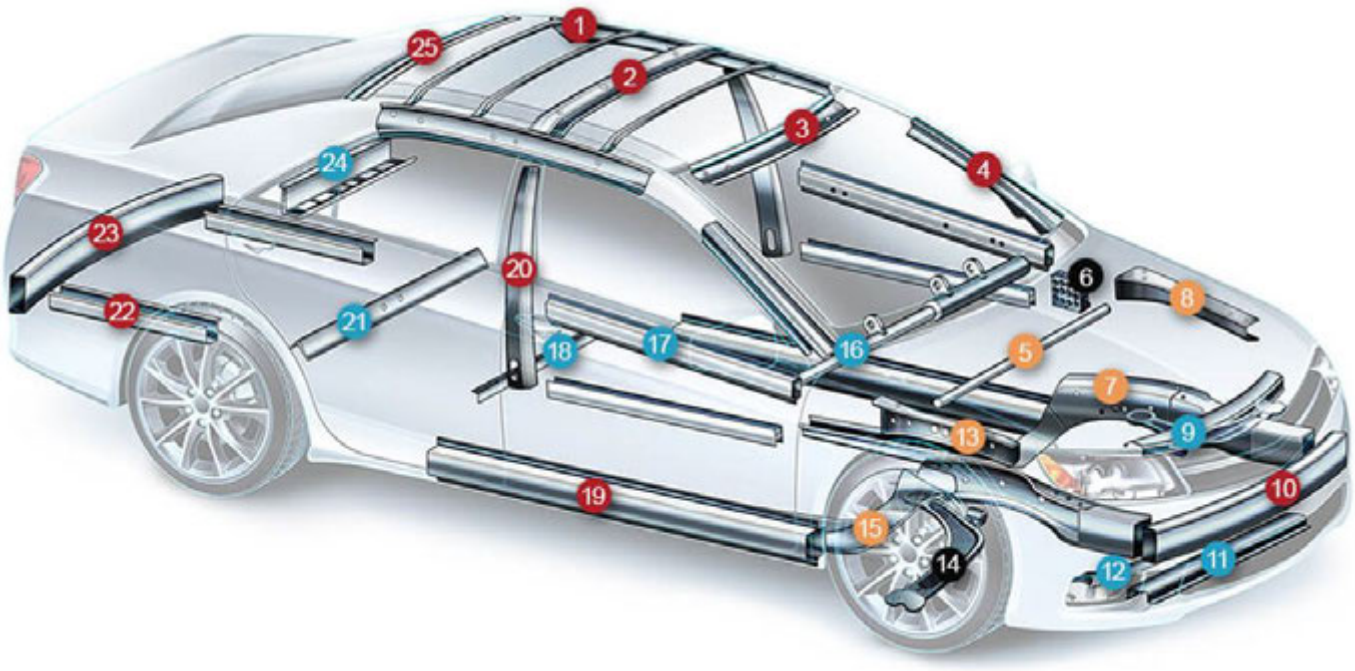
	Temper	Diam. mm	Rm (MPa)	Rp 0,2 (MPa)	A%	HBW
Extruded	T6	≤ 80	370	250	8	100
	T6	80 ≤ 250	340	220	8	100
Drawn	T3	≤ 80	370	240	7	100
	T3	30 ≤ 80	340	220	7	100
	T351	≤ 80	370	240	5	100
	T8	≤ 80	370	270	8	100

LEGHE DI ALLUMINIO PER APPLICAZIONI STRUTTURALI AUTOMOTIVE



SEMILAVORATI D'ALLUMINIO PER AUTOVEICVOLO (EUROPA 2017)

LEGHE DI ALLUMINIO PER APPLICAZIONI STRUTTURALI AUTOMOTIVE



Estrusi d'alluminio su una berlina Nordamericana

High Strength, Safety Critical

1 Roof Rails
2 Roof Cross Members
3 Front Header
4 A-Pillar
10 Front Bumper
19 Rocker Reinforcement
20 B-Pillar
22 Rear Frame Rail
23 Rear Bumper
25 Rear Header

High Strength, Structural

9 Upper Radiator Support
11 Radiator Support
12 Subframe
16 IP Beam
17 Side Door Intrusion Beam
18 Floor Cross Member
21 Floorpan Cross Member
24 Side Panel Cross Member

High Strength, Crush Quality

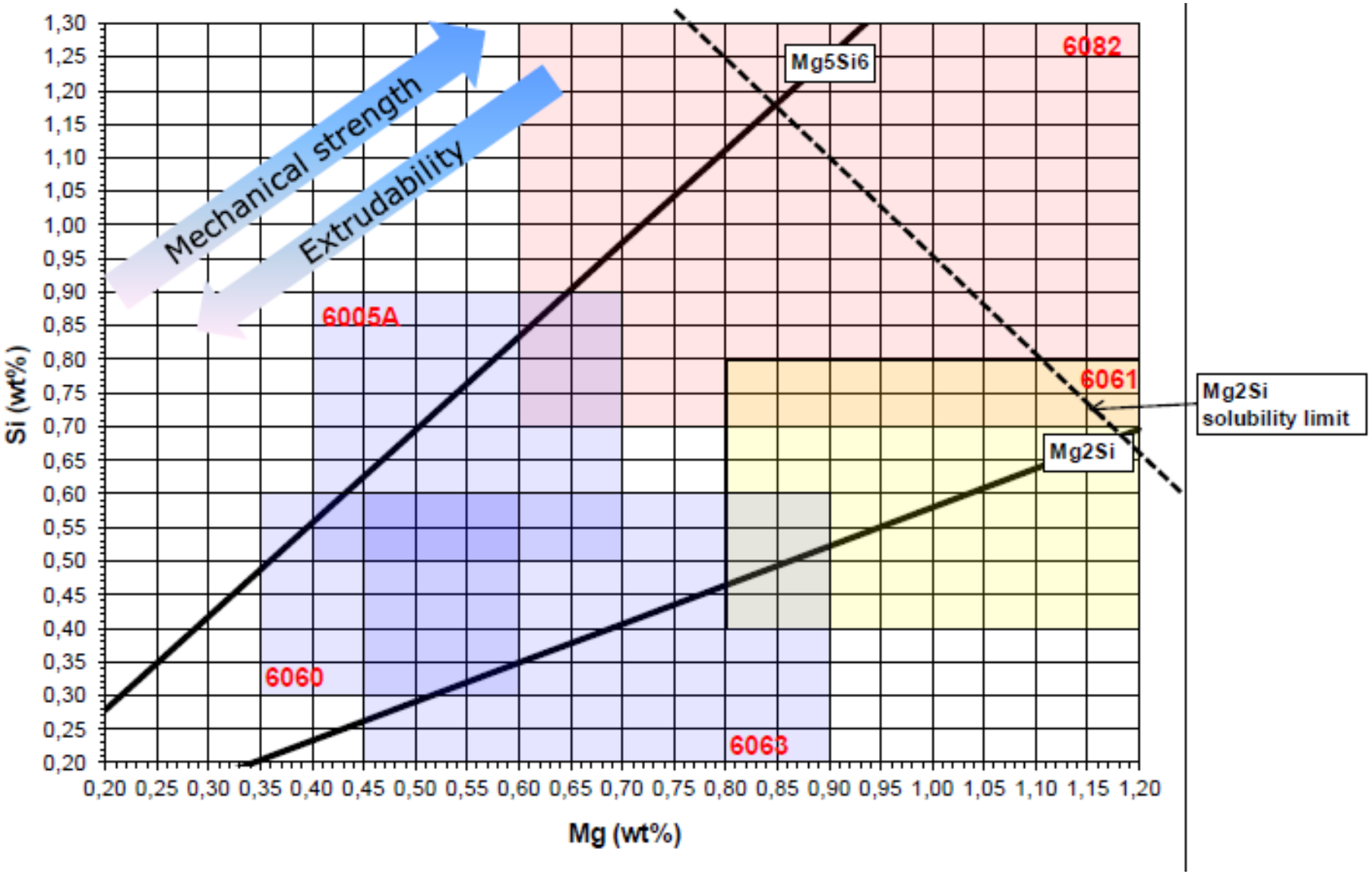
5 Strut Tower Brace
7 Front Frame Rail
8 Upper Rail
13 Upper Rail
15 Rail Support

Other

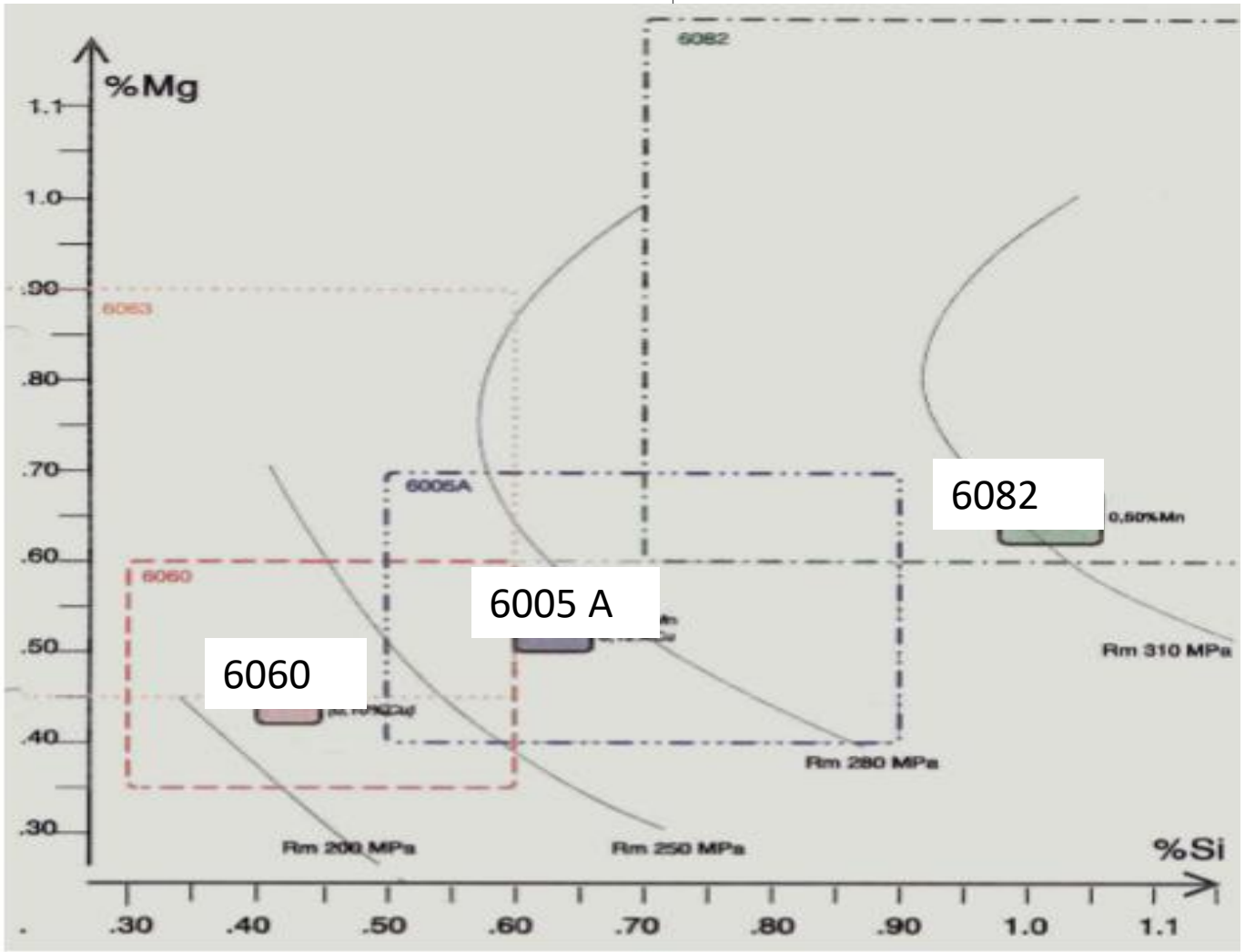
6 ABS Block
14 Control Arm

Source: Kaiser Aluminium

LEGHE DI ALLUMINIOPER APPLICAZIONI STRUTTURALI AUTOMOTIVE



LEGHE DI ALLUMINIO PER APPLICAZIONI STRUTTURALI AUTOMOTIVE



LEGHE DI ALLUMINIO PER APPLICAZIONI STRUTTURALI AUTOMOTIVE

HS400

Chemical Composition in weight-% [1]

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Pb	Bi	Sn	Others	
											Each	Total
0.70-1.50	max 0.80	0.20-0.70	0.20-0.90	0.60-1.20	max 0.25	max 0.30	max 0.15				0.05	0.15

[1] *The internal Hydro standard use tighter composition limits to guarantee consistent mechanical properties*

ENAW6082

Chemical composition according to EN573-3 (weight%, remainder Al)

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	remarks	others	
									each	total
0.7 – 1.3	max. 0.50	max. 0.10	0.40 – 1.0	0.6 – 1.2	max 0.25	max 0.20	max 0.10		max 0.05	max 0.15

Source:HydroTDS ; EN 573/3

LEGHE DI ALLUMINIO PER APPLICAZIONI STRUTTURALI AUTOMOTIVE

Mechanical Properties [2]

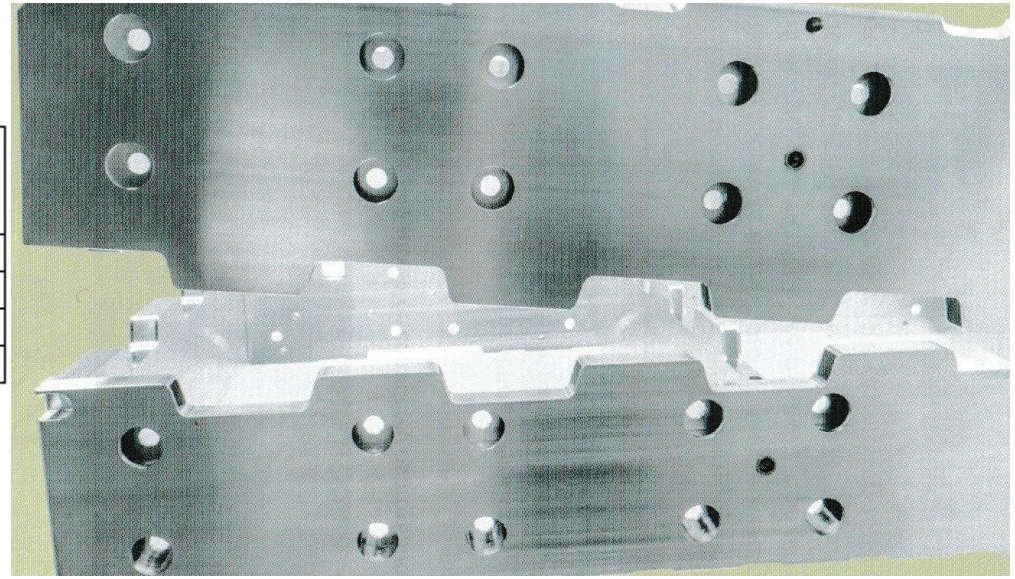
Temper	Wall thickness t [mm]	Rp0.2 [MPa]	Rm [MPa]	A [%]	A50mm [%]	HBW [c] Typical value	Vickers [c] Typical value
T6 [a,b]	all	370	400	8	6	119	125

ENAW 6082

Mechanical properties according to EN755-2

Temper*	Wallthickness e***	Yield stress $Rp_{0.2}$ [MPa]	Tensile strength Rm [MPa]	Elongation A [%]	Elongation A_{50mm} [%]	Hardness** HB
T4	e ≤ 25	110	205	14	12	65
T5	e ≤ 5	230	270	8	6	80
T6	e ≤ 5	250	290	8	6	95
	5 < e ≤ 25	260	310	10	8	95

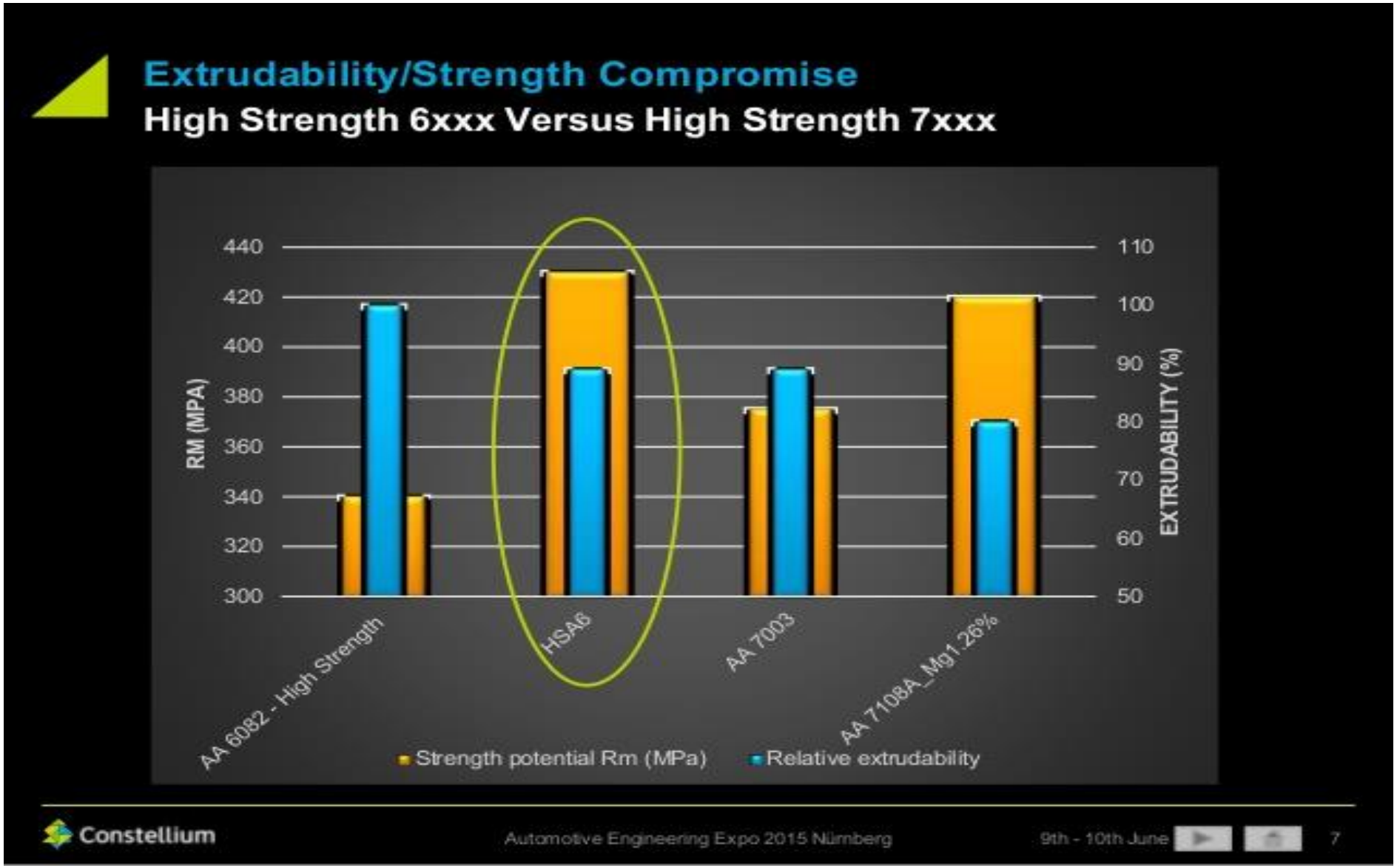
*Temper designation according to EN515: T4-Naturally aged to a stable condition, T5-cooled from an elevated temperature forming operation and artificially aged, T6-Solution heat treated, quenched and artificially aged (T6 properties can be achieved by press quenching)
** Hardness values are for indication only
***For different wall thicknesses within one profile, the lowest specified properties shall be considered as valid for the whole profile cross section



Componenti strutturali per autoveicoli ricavati da estrusi in lega Hydro HS400

Source:HydroTDS ; EN 573/3

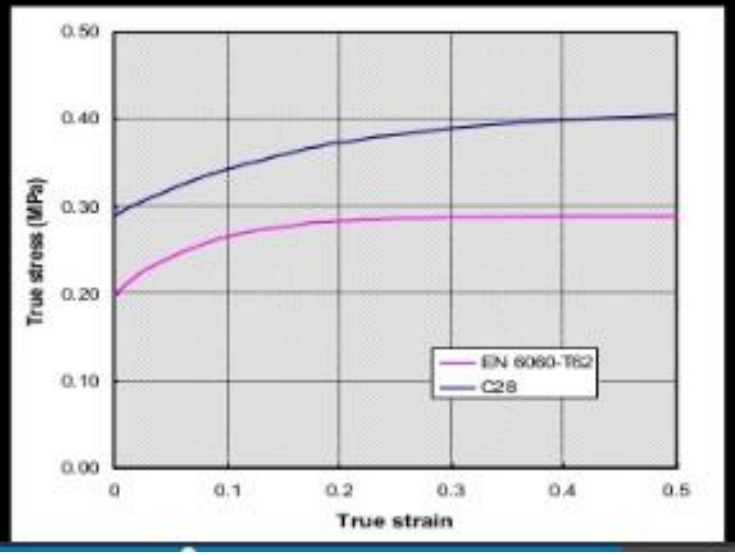
LEGHE DI ALLUMINIO PER APPLICAZIONI STRUTTURALI AUTOMOTIVE



Source:Constelium

LEGHE DI ALLUMINIO PER APPLICAZIONI STRUTTURALI AUTOMOTIVE

- YS ≥280MPa vs. 200MPa for 6060
- Potential for weight savings on crush boxes up to **20%**, depending on designs.
- Higher strength of Heat Affected Zone of welded assemblies
- Excellent ductility

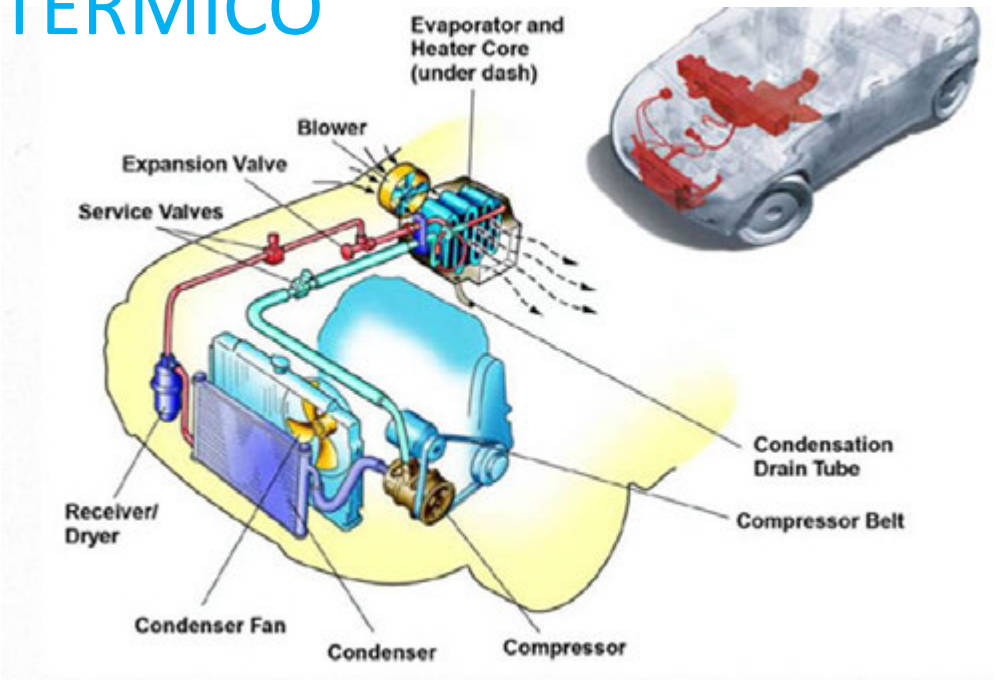


Microstructurally Engineered 6xxx with YS > 280MPa

C28 solution: from a 1 fold only to a fully crushable performance with high resistance

Source:Constellium

PROFILI MPE(Multi Port Extrusions) «MICRO CHANNEL» PER SCAMBIO TERMICO



Peso ridotto
Eccellente conducibilità
Ottima resistenza alla corrosione
Elevata resistenza alla pressione
Alto valore a fine vita

PROFILI MPE(Multi Port Estrusions) «MICRO CHANNEL» PER SCAMBIO TERMICO : LEGHE UTILIZZABILI

Alloy grades	Si (wt%)	Fe (wt%)	Cu (wt%)	Mn (wt%)	Mg (wt%)	Cr (wt%)	Zn (wt%)	V (wt%)	Ti (wt%)
1050	≤0.25	≤0.40	≤0.05	≤0.05	≤0.05	-	≤0.05	-	≤0.03
1100	≤0.95 Si+Fe		0.05~0.20	≤0.05	-	-	≤0.10	-	≤0.05
1197	≤0.15	≤0.20	0.40~0.55	0.10~0.30	≤0.03	-	≤0.05	-	≤0.05
3102	≤0.40	≤0.70	≤0.10	0.05~0.40	-	-	≤0.30	-	≤0.05
3F03	≤0.15	≤0.20	≤0.05	0.90~1.10	≤0.03	-	≤0.05	-	≤0.05
Mechanical properties									
Alloy grades	Temper	Tensile strength (MPa)	Yield strength (MPa)	Elongation (%)					
1050	H112	≥65	≥20	≥25					
1100/1197/3102	H112	≥75	≥25	≥25					
3F03	H112	≥80	≥30	≥20					

Source: AILANG Corporation