

Presentazione di supporto per i  
docenti di Architettura e Ingegneria  
civile

## Capitolo 04

**Cosa sono gli acciai inossidabili?**

# Video



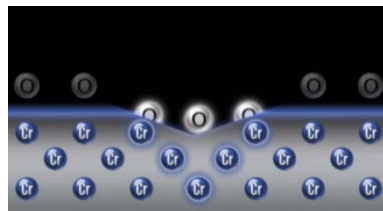
L'acciaio inossidabile compie 100 anni

<http://worldstainless.org/publications/videos>



Legato per un valore che dura nel tempo

<http://worldstainless.org/publications/videos>

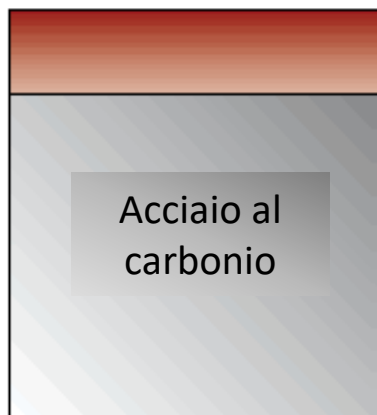


Autoriparante, per un valore che dura nel tempo

<http://worldstainless.org/publications/videos>

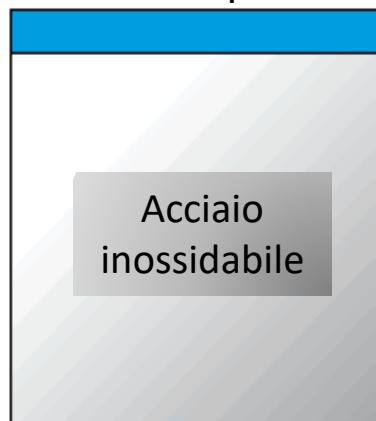
# Gli acciai inossidabili sono leghe a base di ferro contenenti almeno il 10,5% di cromo

Ossido superficiale (ruggine) > 20µm di spessore



< 10,5 % cromo

Pellicola passiva superficiale ~ 2nm di spessore

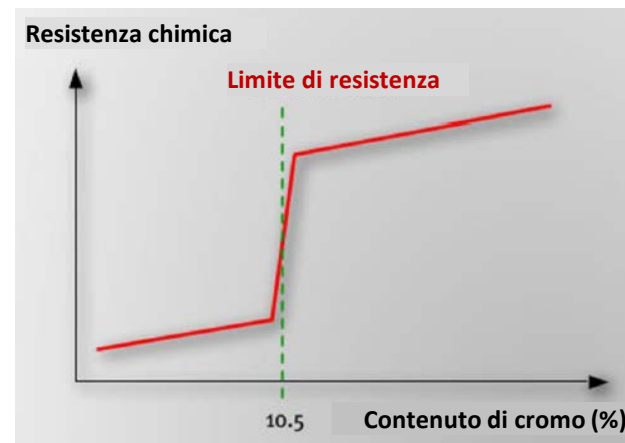


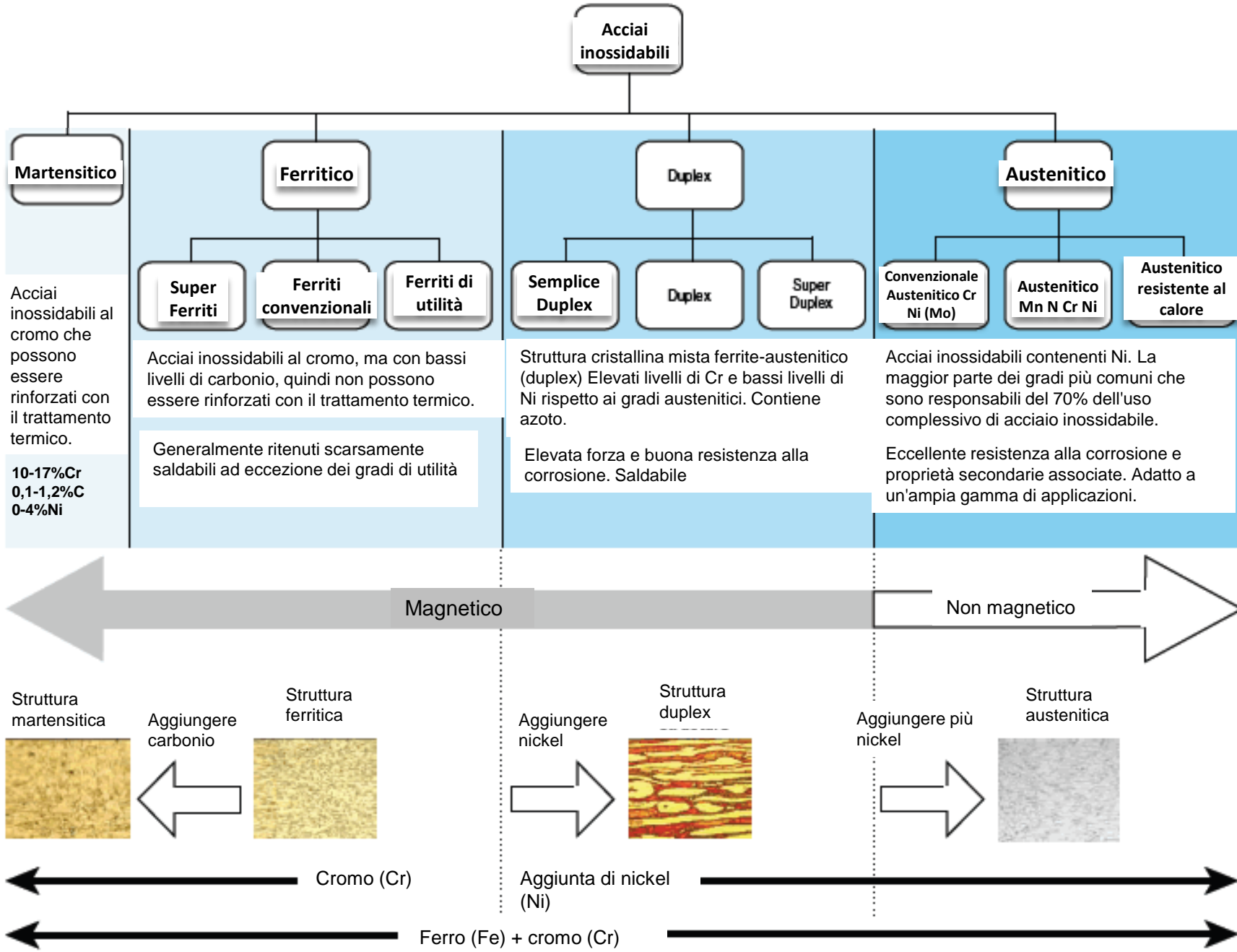
> 10,5 % cromo

➔ **la resistenza alla corrosione**

**La pellicola passiva si forma in pochi minuti**

L'aumento del contenuto di Cr intensifica l'efficacia della pellicola passiva... ma ci sono altri fattori importanti che influenzano la resistenza alla corrosione (vedere capitolo 5)





# Gradi Cr-Ni (austenitici)<sup>4</sup>

## Sottogruppi:

▪ Cr-Ni	Normalmente EN 1.4301/AISI 304	Cr: 18	Ni: 9	Fe: equilibrio
▪ Cr-Ni-Mo	Normalmente EN 1.4401/AISI 316	Cr: 18	Ni 10 Mo: 2.5	Fe: equilibrio

## Proprietà comuni:

- ottima resistenza alla corrosione, direttamente proporzionale al contenuto in lega
- ... ma possono essere soggetti a rottura da tensocorrosione (stress-corrosion cracking, SCC) in ambiente con cloro (ad es. piscine)
- Elevata duttilità e resistenza all'urto a qualsiasi temperatura (comprese quelle molto basse)
- La resistenza può essere incrementata con la lavorazione a freddo (ma non con il trattamento a caldo)
- Ottima resistenza al fuoco
- Ottime proprietà di sagomatura a caldo e a freddo (duttilità, allungamento)
- Facile da saldare (TIG, MIG)

I più conosciuti e i più utilizzati ancora oggi

Codice colore:

▪ Resistenza alla corrosione

▪ Caratteristiche meccaniche

▪ Fabbricazione

# Gradi Cr-Mn (austenitici con manganese)<sup>5</sup>

## Grado tipico:

- |              |                                   |        |       |       |        |                |
|--------------|-----------------------------------|--------|-------|-------|--------|----------------|
| ▪ Cr-Mn-Ni-N | Normalmente EN<br>1.4372/AISI 201 | Cr: 17 | Mn: 7 | Ni: 4 | N:0.15 | Fe: equilibrio |
|--------------|-----------------------------------|--------|-------|-------|--------|----------------|

## Proprietà comuni:

- minore resistenza alla corrosione
- ... ma di gran lunga più soggetto a SCC e a pitting (puntinatura), in particolare con bassi livelli di Ni e Cr
- Resistenza maggiore
- Scarse proprietà di sagomatura a freddo a causa dell'elevato indurimento da lavorazione
- Scarsa lavorabilità alla macchina
- Più difficili da saldare
- Costano meno degli austenitici Cr-Ni ... ma più dei ferritici Cr

Utilizzati  
prevalentemente  
in India e Cina

Codice  
colore:

▪ Resistenza alla  
corrosione

▪ Caratteristiche  
meccaniche

▪ Fabbricazione

# Gradi Cr (ferritici)<sup>6</sup>

## Sottogruppi:

▪ Cr	Normalmente EN 1.4016/AISI 430	Cr: 17	Fe: equilibrio
▪ Cr-Mo	Normalmente EN1.4521/AISI 444	Cr: 18 Mo: 2 Ti+Ni: 0.4	Fe: equilibrio

## Proprietà comuni:

- insensibili alla rottura da tensocorrosione
- Buona duttilità (minore, comunque, rispetto ai gradi austenitici)
- Non adatti per l'uso a temperature molto basse
- La resistenza può essere alquanto incrementata con la lavorazione a freddo (ma non con il trattamento a caldo)
- Ottime proprietà di sagomatura a caldo: (meno ritorno elastico, minore usura degli utensili ma il minore allungamento richiede un processo di imbutitura profondamente diverso rispetto agli austenitici)
- I gradi stabilizzati (ossia con Nb e/o Ti) sono facili da saldare (TIG, MIG)

Offrono un ottimo rapporto costo/prestazioni per molte applicazioni e sono sempre più utilizzati

Codice colore:

▪ Resistenza alla corrosione

▪ Caratteristiche meccaniche

▪ Fabbricazione

# Gradi Cr (martensitici)<sup>7</sup>

## Sottogruppi:

▪ C-Cr	Normalmente EN1.4021/AISI 420	Cr: 13	C:0.2	Fe: equilibrio
▪ C-Cr-Ni	Normalmente EN1.4057/AISI431	Cr: 16	Ni: 2 C: 0.2	Fe: equilibrio
▪ Indurenti per precipitazione	Normalmente EN1.4542/AISI630	Cr: 17	Ni: 4 Cu:4	Fe: equilibrio

## Proprietà comuni:

- **Discreta-buona resistenza alla corrosione, direttamente proporzionale al contenuto in lega**
- **Resistenza elevata** ottenuta col trattamento a caldo (non con la lavorazione a freddo). Allungamento limitato.
- **Non adatti per l'uso a temperature molto basse**
- **Non adatti per la sagomatura, spesso processati con la lavorazione meccanica**
- **Possono essere saldati (TIG, MIG), ma di solito richiedono un trattamento a caldo post-saldatura**

Sono utilizzati come acciai per costruzioni meccaniche con resistenza alla corrosione

Codice colore:

▪ **Resistenza alla corrosione**

▪ **Caratteristiche meccaniche**

▪ **Fabbricazione**



# Duplex (austenitici-ferritici)<sup>8</sup>

## Sottogruppi:

▪ Cr-Ni	Normalmente EN1.4362	Cr: 23 Ni: 4	Fe: equilibrio
▪ Cr-Ni-Mo	Normalmente EN1.4462	Cr: 22 Ni: 5 Mo: 3	Fe: equilibrio

## Proprietà comuni:

- eccellente resistenza alla corrosione, direttamente proporzionale al contenuto in lega
- Insensibili alla rottura da tensocorrosione
- Elevata resistenza, buona duttilità
- La resistenza può essere incrementata con la lavorazione a freddo (ma non con il trattamento a caldo)
- Ottime proprietà di sagomatura a caldo e a freddo (duttilità, allungamento)
- Saldabili (TIG, MIG)

Offrono la miglior  
combinazione di  
proprietà meccaniche  
e di resistenza alla  
corrosione

Codice  
colore:

▪ Resistenza alla  
corrosione

▪ Caratteristiche  
meccaniche

▪ Fabbricazione

# Proprietà fisiche<sup>9, 10</sup>

Materiali	Modulo di elasticità Gpa	Coefficiente di dilatazione termica $10^{-6} \text{K}^{-1}$	Conducibilità termica $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$	Ferromagnetismo	Densità $\text{Kg/dm}^3$
Austenitici Cr-Ni	210	18	15	No	7.8
Austenitici Cr-Mn	210	17	15	No	7.8
Ferritici Cr	220	11	23	Sì	7.7
Cr-Ni (Mo)-N duplex	210	14	15	Intermedio	7.8
Martensitici Cr-C	215	11	30	Sì	7.7
Acciaio al carbonio	210	12	18	Sì	7.8
Rame	135	17	380	No	8.3
Alluminio	70	22	230	No	2.7
Vetro	65	9	1,7	No	2.5
Calcestruzzo	48	10	1	No	2.5

# Norme sugli acciai inossidabili

## Principali norme mondiali:

ISO



EN



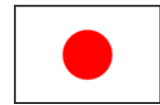
ASTM/AISI



UNS



JIS



### Note:

La maggior parte dei paesi fa riferimento alle norme sopra indicate, che sono ampiamente accettate.

Molti dei gradi sono simili in tutte le norme sopra indicate.

Elenco delle norme americane:           rif. 11

Elenco delle norme europee:           rif. 12

Sono disponibili le tabelle di corrispondenza: rif. 13 - 15

# Principali gradi in architettura, edilizia e costruzione: EN 10088-4 (per lamiere/nastri)<sup>16, 17</sup>

Grado	ASTM UNS	C Wt%	Cr Wt%	Ni Wt%	Mo Wt%	Altro Wt%	Uso tipico <sup>3,4</sup>
4003	S40977	0,02	11,5	0,5	-	-	ambienti interni riscaldati e non riscaldati
4016	430	0,04	16,5	-	-	-	rivestimenti decorativi per interni
4509	S43932	0,02	18	-	-	Nb Ti	Copertura interna del tetto e prodotti per acqua piovana - spesso rivestiti con stagno per patina
4510	439	0,02	17	-	-	Ti	
4521	444	0,02	17,8	-	2,1	Ti	mercato nazionale delle tubazioni
4301	304	0,04	18,1	8,1	-	-	Costruzione di interni ed esterni in atmosfere industriali normali lontane dalla costa
4307	304L	0,02	18,1	8,1	-	-	
4306	304L	0,02	18,2	10,1	-	-	
4401	316	0,04	17,2	10,1	2,1	-	Applicazioni umide in modo permanente, località in atmosfera costiera, ambienti industriali inquinati o vicino alle strade dove i sali antighiaccio possono costituire un problema
4404	316L	0,02	17,2	10,1	2,1	-	
4571	316Ti	0,04	16,8	10,9	2,1	Ti	
4529	N08926	0,01	20,5	24,8	6,5	N, Cu	gallerie stradali e piscine coperte
4547		0,01	20,0	18,0	6,1	N, Cu	
	S31254						

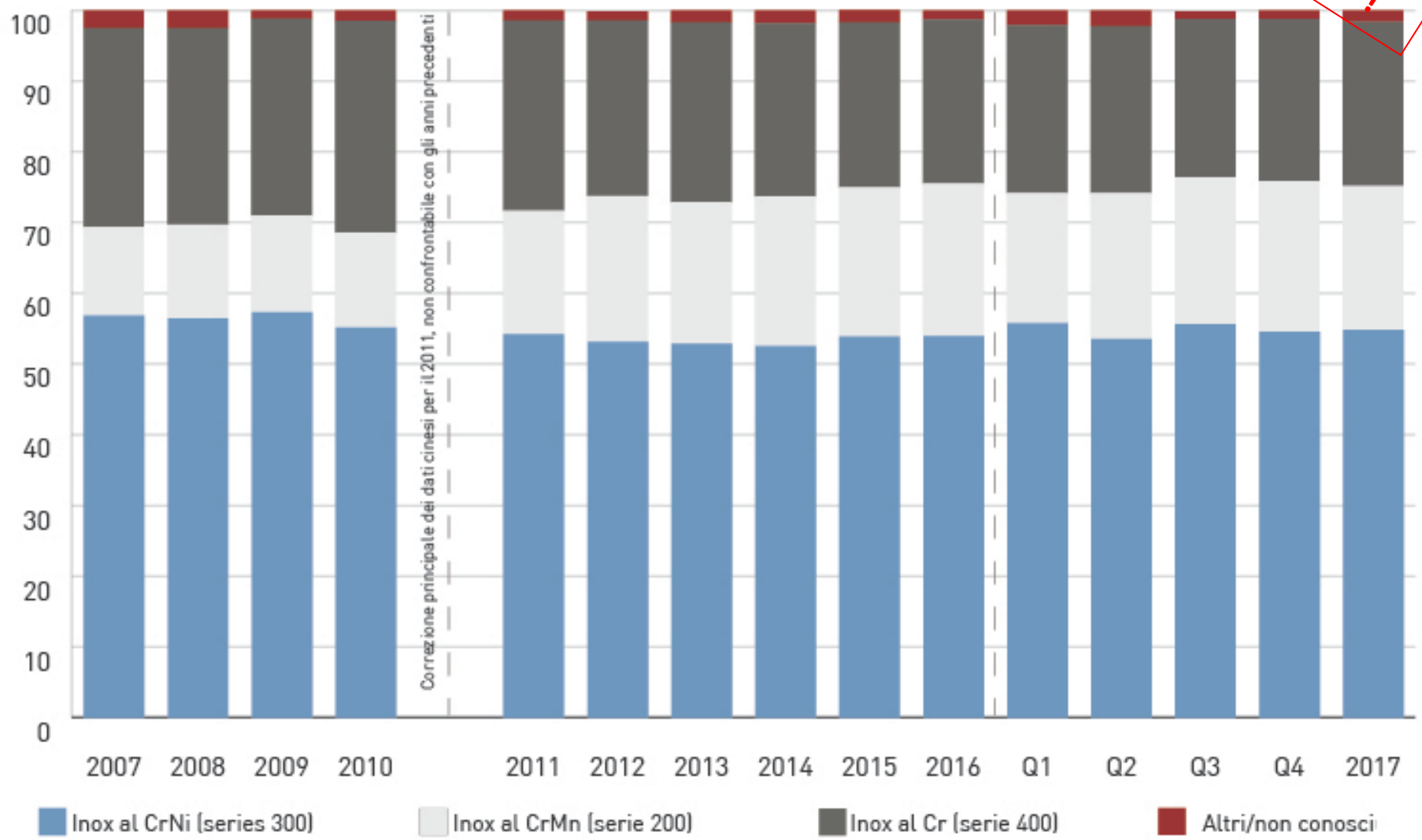
# Principali gradi in architettura, edilizia e costruzione: EN 10088-5(per barre/fili/profilati)<sup>18</sup>

Grado	ASTM UNS	C Wt%	Cr Wt%	Ni Wt%	Mo Wt%	Altro Wt%	Uso tipico <sup>6</sup>
4003	S40977	0,02	11,5	0,5	-	-	
4016	430	0,04	16,5	-	-	-	Ganci per tegole
4542	630	0,04	16,0	4,0		Cu,Nb	Barre di ancoraggio
4301	304	0,04	18,1	8,1	-	-	Armatura Dispositivi di fissaggio A2
4307	304L	0,02	18,1	8,1	-	-	
4311	304N	0,02	18,1	8,6	-	N	
4567	304Cu	0,02	17,1	8,6	-	Cu	
4401	316	0,05	16,6	10,1	2,1	-	Costruzione di interni ed esterni in atmosfera industriali normali lontane dalla costa, Armatura
4404	316L	0,02	16,6	10,1	2,1	-	
4429	« 316LN »	0,02	16,6	11,1	2,6	N	
4529	« 926 »	0,01	20,5	24,8	6,5	N, Cu	Gallerie stradali e piscine coperte
4547	S31254	0,01	20,0	18,0	6,1	N, Cu	
4362	S32304	0,02	22,5	3,6	0,3	N, Cu	Armatura e componenti meccanici
4462	S32205	0,02	21,5	4,6	2,8	N	Armatura e componenti meccanici



# Dettaglio della produzione mondiale per famiglia<sup>19</sup>

AGGIORNATO  
AL 2018 !

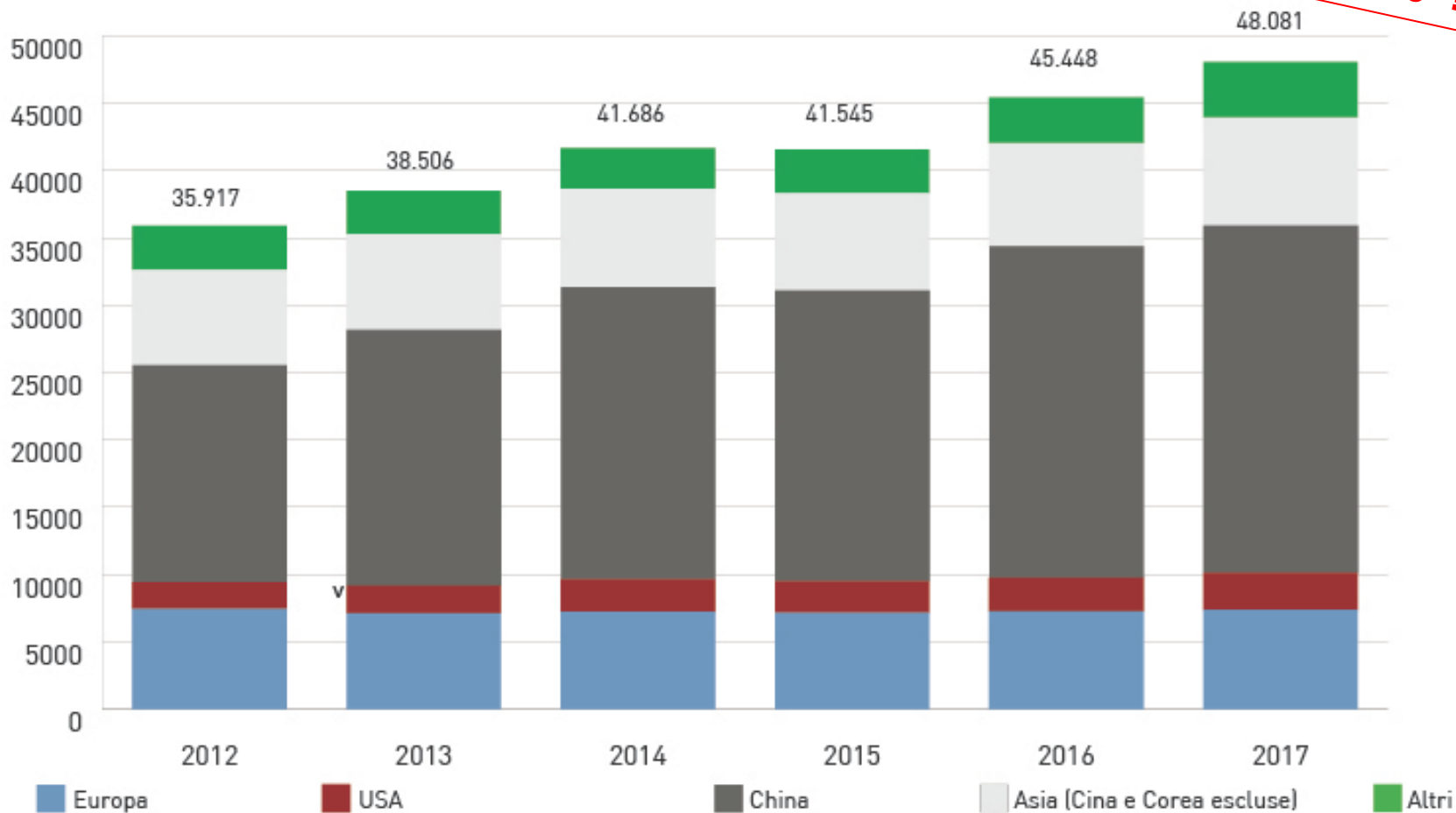


I prezzi elevati Ni favoriscono la sostituzione dei gradi popolari CrNi con i gradi Cr-Mn o Cr  
I gradi duplex sono marginali oggi, ci si aspetta una crescita in futuro

# Produzione di acciaio inossidabile da acciaieria (slebi/lingotti) per regione in migliaia di tonnellate.

Produzione di acciaio inossidabile da acciaieria (slebi/lingotti) per regione in migliaia di tonnellate.  
Altri: Brasile, Russia, Sudafrica, Corea del Sud, Indonesia

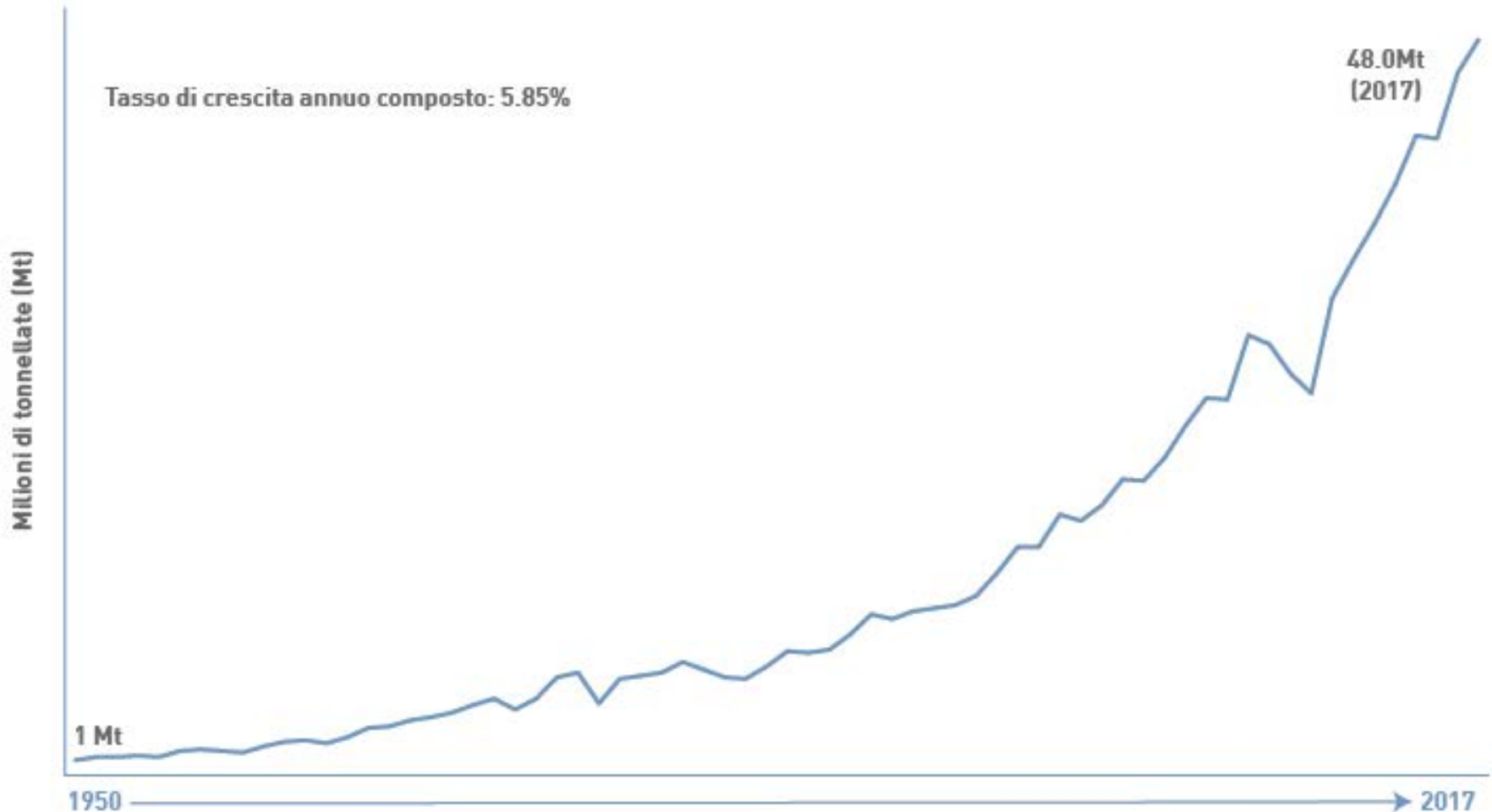
**UPDATED  
2018 !**



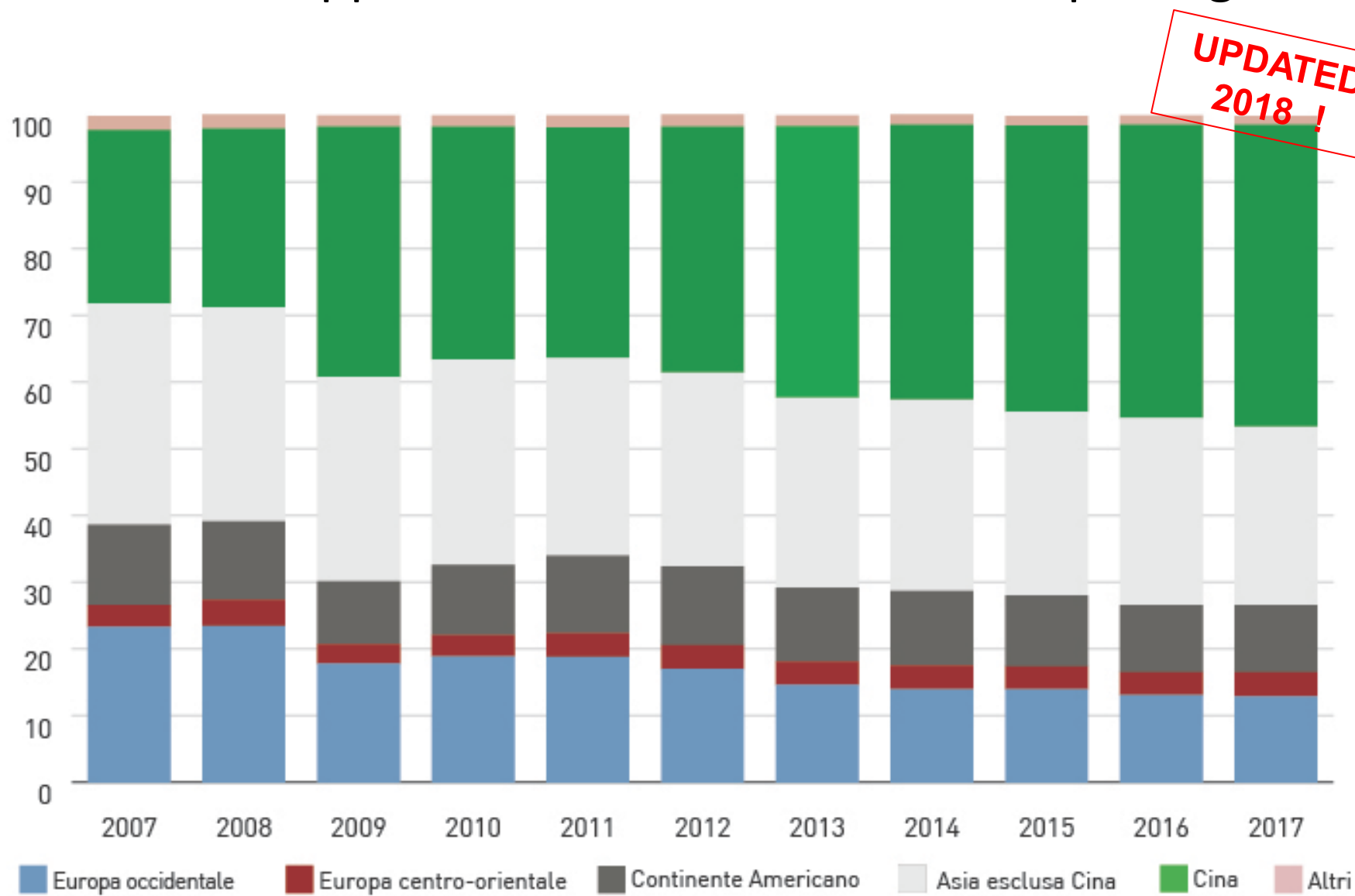


# Tasso di crescita annuo composto della produzione di acciaio inossidabile da acciaieria (Milioni di tonnellate)

**UPDATED  
2018 !**



# Consumo apparente di acciaio inossidabile per regione



# Riferimenti (1/2)

1. <http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/TheStainlessSteelFamily.pdf>
2. <http://www.outokumpu.com/en/stainless-steel/about-stainless-steel/stainless-steel-types/pages/default.aspx>
3. D. Peckner Handbook of Stainless Steels Hardcover – June, 1977 ISBN-13: 978-0070491472 ISBN-10: 007049147X
4. [http://www.imoa.info/download\\_files/stainless-steel/Austenitics.pdf](http://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/Austenitics.pdf)
5. New « 200 series steels »: An opportunity or a threat to the image of stainless steel?  
[http://worldstainless.org/publications/brochures\\_and\\_posters](http://worldstainless.org/publications/brochures_and_posters)
6. The ferritic solution [http://worldstainless.org/publications/brochures\\_and\\_posters](http://worldstainless.org/publications/brochures_and_posters)
7. Martensitic stainless steels [http://worldstainless.org/publications/brochures\\_and\\_posters](http://worldstainless.org/publications/brochures_and_posters)
8. Duplex stainless steels: <https://www.imoa.info/molybdenum-uses/molybdenum-grade-stainless-steels/architecture/structural-duplex-stainless.php?d=1>
9. [https://www.nickelinstitute.org/~Media/Files/TechnicalLiterature/CapabilitiesandLimitationsofArchitecturalMetalsandMetalsforCorrosionResistancel\\_14057a\\_.pdf](https://www.nickelinstitute.org/~Media/Files/TechnicalLiterature/CapabilitiesandLimitationsofArchitecturalMetalsandMetalsforCorrosionResistancel_14057a_.pdf)
10. [http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro\\_Inox/Tables\\_TechnicalProperties\\_EN.pdf](http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro_Inox/Tables_TechnicalProperties_EN.pdf)
11. [http://www.imoa.info/download\\_files/stainless-steel/2014-8-Specification-and-Guideline-list.pdf](http://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/2014-8-Specification-and-Guideline-list.pdf)
12. <http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=370&featured=1>
13. [http://www.worldstainless.org/what\\_is\\_stainless\\_steel/standards](http://www.worldstainless.org/what_is_stainless_steel/standards)

# Riferimenti (2/2)

14. Chemical composition of stainless steel flat products for general purposes to EN 10088-2:  
<http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=44>
15. Chemical composition of stainless steel long products for general purposes to EN 10088-3:  
<http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=46>
16. EN 10088-4:2009 Stainless steels. Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosion resisting steels for construction purposes [www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro\\_Inox/EN10088-4\\_EN.pdf](http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro_Inox/EN10088-4_EN.pdf)
17. Stainless steel flat products for building – the grades in EN 10088-4 explained:  
<http://www.worldstainless.org/news/show/1881>
18. EN 10088-5: 2009 Stainless steels. Technical delivery conditions for bars, rods, wire, sections and bright products of corrosion resisting steels for construction purposes.
19. ISSF publication « Stainless steel in Figures »:  
[http://www.worldstainless.org/statistics/publications\\_and\\_papers](http://www.worldstainless.org/statistics/publications_and_papers)

Grazie!