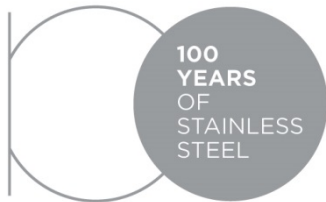


# Material didactico para docentes en Arquitectura o Ingenieria Civil

## Capítulo 4

### Qué son los aceros inoxidables?

# Videos



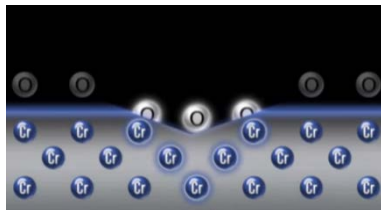
100 Años del acero Inoxidable

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



Aleados para una larga durabilidad

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

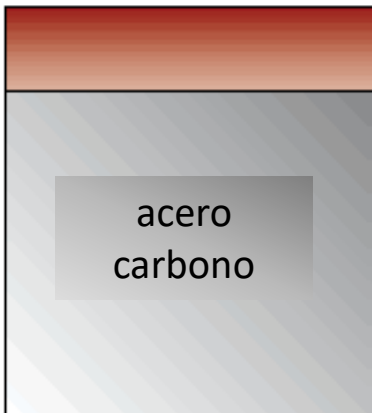


Autoreparación para una larga duración

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

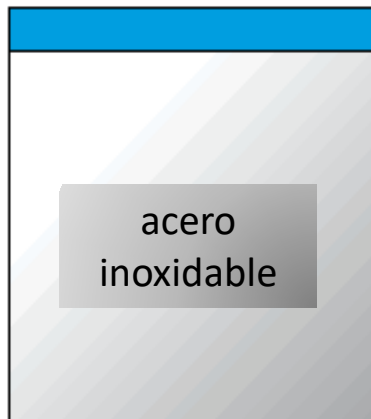
# Los aceros inoxidable son aleaciones férricas que contienen al menos un 10,5% de Cromo

Óxido superficial  
> 20 $\mu$ m espesor



< 11 % cromo

Capa pasiva superficial  
~ 2nm espesor

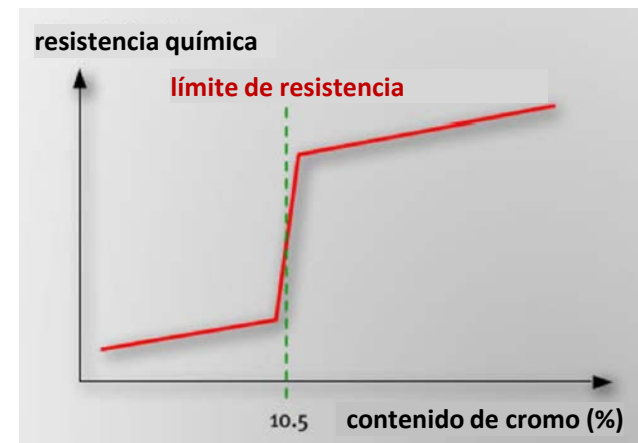


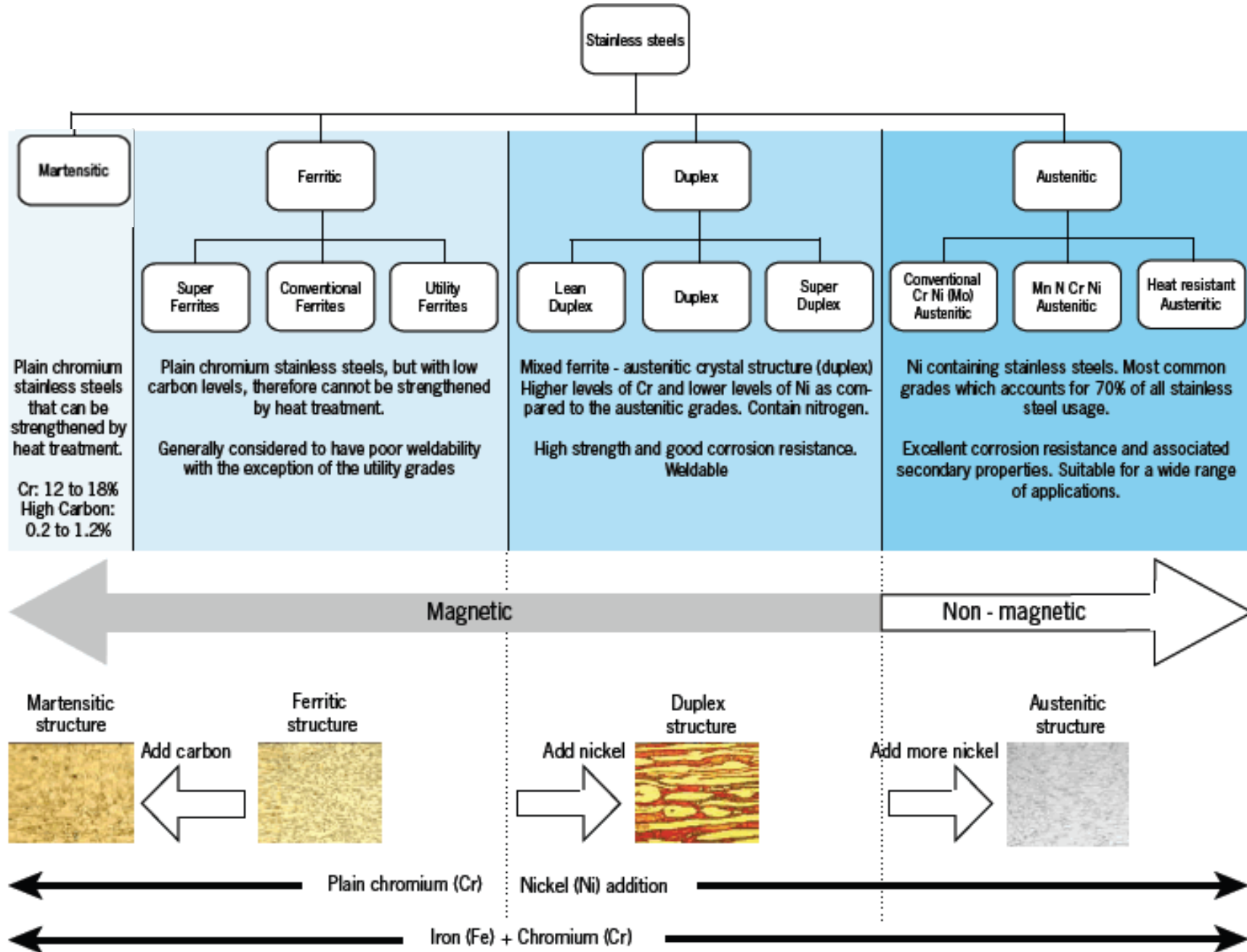
> 11 % cromo

**Resistencia a corrosión**

**La capa pasiva se forma en pocos minutos**

El incremento en Cromo aumenta la efectividad de la capa pasiva... Pero hay otros importantes factores que tienen influencia en la resistencia a corrosión (ver capítulo 5)





# Aceros Cr-Ni (Austeniticos)<sup>4</sup>

## Subgrupos:

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

## Propiedades intrínsecas:

- Muy buena resistencia a corrosión, aumenta en función del contenido en aleantes
- ... Pero pueden ser susceptibles de sufrir corrosión bajo tensiones (SCC) en ambientes con temperaturas elevadas y cloruros (piscinas por ejemplo)
- Alta ductilidad y resistencia al impacto a cualquier (incluyendo las muy bajas) temperatura
- La resistencia del material puede ser incrementada por deformación en frío
- Muy buena resistencia al fuego
- Muy buena capacidad para la deformación tanto en frío como caliente (ductilidad, elongación)
- Facilmente soldable (TIG, MIG)

Código de color:

▪ Resistencia a corrosión

▪ Propiedades mecánicas

▪ Fabricación

Los más conocidos y empleados en la actualidad

# Aceros Cr-Mn (Austeniticos al Manganeso)<sup>5</sup>

## Tipo Acero más común:

▪ Cr-Mn-Ni-N	EN 1.4372/AISI 201	Cr: 17	Mn: 7	Ni: 4	N:0.15	Fe: Balanceado
--------------	--------------------	--------	-------	-------	--------	-------------------

## Propiedades intrínsecas:

- Menor resistencia a corrosión
- ... Y mucho más susceptibles a la corrosión bajo tensiones (SCC) y a las picaduras, especialmente cuando los niveles de Ni y Cr son bajos
- Mayores resistencias
- Pobre comportamiento frente a la deformación en frío
- Pobre maquinabilidad
- Más difíciles de soldar
- Coste inferior a los austeniticos Cr-Ni ... pero superior a los ferriticos

Mayormente  
empleados en  
India y China

Código de  
color:

▪ Resistencia a  
corrosión

▪ Propiedades  
mecánicas

▪ Fabricación

# Aceros con Cr (Ferriticos)<sup>6</sup>

## Subgrupos:

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

## Propiedades intrínsecas:

- No afectado por la corrosión bajo tensiones (SCC)
- Buena ductilidad (aunque menor que la de los austeníticos)
- No son válidos para su empleo a bajas temperaturas
- Se puede incrementar algo la resistencia por deformación en frío (pero no por tratamiento térmico)
- Muy buenas propiedades para la deformación en frío. (menor efecto muelle, menor desgaste de herramientas, pero requiere una operativa diferente de la de los austeníticos)
- Los tipos estabilizados (con Nb y/o Ti ) son fácilmente soldables(TIG, MIG)

Ofrecen un óptimo funcionamiento/coste en múltiples aplicaciones y son cada vez más empleados

Código de color:

▪ Resistencia a corrosión

▪ Propiedades mecánicas

▪ Fabricación

# Aceros Cr (Martensíticos)<sup>7</sup>

## Subgrupos:

▪ C-Cr	EN1.4021/AISI 420	Cr: 13 C:0.2	Fe: Balanceado
▪ C-Cr-Ni	EN1.4057/AISI431	Cr: 16 Ni: 2 C: 0.2	Fe: Balanceado
▪ Endurecidos por precipitación	Typically EN1.4542/AISI630	Cr: 17 Ni: 4 Cu:4	Fe: Balanceado

## Propiedades intrínsecas:

- **Aceptable a buena resistencia a corrosión, dependiendo de la cantidad de aleantes.**
- **Alta resistencia** obtenida por tratamiento térmico (no por deformación en frío). Limitada elongación.
- **No recomendable para su uso a muy bajas temperaturas**
- **No recomendable para su conformado, generalmente procesados por mecanizado**
- **Pueden ser soldados (TIG, MIG), pero requieren generalmente de tratamiento posterior**

Son usados como aceros de ingeniería con resistencia a corrosión

Código de color:

▪ **Resistencia a corrosión**

▪ **Propiedades mecánicas**

▪ **Fabricación**



# Duplex (Austenitico-Ferritico)<sup>8</sup>

## Subgrupos:

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

## Propiedades intrínsecas:

- Excelente resistencia a corrosión, se incrementa en función del contenido de aleantes
- No afectado por la corrosión bajo tensiones (SCC)
- Alta resistencia, buena ductilidad
- Resistencia puede incrementarse mediante deformación en frío (pero no por tratamiento térmico)
- Buenas propiedades para conformado en frío y en caliente(ductilidad, elongación)
- Soldable (TIG, MIG)

Ofrecen la mejor combinación de resistencia a corrosión y propiedades mecánicas

Código de color:

▪ Resistencia a corrosión

▪ Propiedades mecánicas

▪ Fabricación

# Propiedades Físicas<sup>9, 10</sup>

Materiales	Modulo de Elasticidad Gpa	Coefficiente de Expansión Térmica $10^{-6} \text{K}^{-1}$	Conductividad Térmica $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$	Magnetismo	Densidad $\text{Kg/dm}^3$
Cr-Ni Austeniticos	210	18	15	No	7.8
Cr-Mn Austeniticos	210	17	15	No	7.8
Cr Ferriticos	220	11	23	Yes	7.7
Cr-Ni (Mo)-N Duplex	210	14	15	Intermediate	7.8
Cr-C Martensiticos	215	11	30	Yes	7.7
Acero al Carbono	210	12	18	Yes	7.8
Cobre	135	17	380	No	8.3
Aluminio	70	22	230	No	2.7
Vidrio	65	9	1,7	No	2.5
Hormigón	48	10	1	No	2.5

# Normativa de Aceros inoxidables

Principales entidades normativas:

ISO



EN



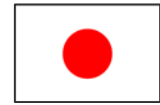
ASTM/AISI



UNS



JIS



Nota:

Muchos países referencian a las normas anteriores, que son ampliamente aceptadas.  
 Muchos de los aceros son muy similares en todas las normas.

Listado de normativa Americana: ref 11

Listado de normativa Europea: ref 12

Existen tablas de correspondencia entre ambas: refs 13 – 15

# Principales tipos de Acero inoxidable utilizados en Arquitectura y Construcción: EN 10088-4 (chapa/plate/fleje)<sup>16, 17</sup>

Tipo	ASTM UNS	C Wt%	Cr Wt%	Ni Wt%	Mo Wt%	Otros Wt%	Uso principal <sup>3,4</sup>
4003	S40977	0,02	11,5	0,5	-	-	Interiores (calidos o no)
4016	430	0,04	16,5	-	-	-	Revestimientos decorativos en interior
4509	S43932	0,02	18	-	-	Nb Ti	Tejados en zonas de interior y canalones de agua
4510	439	0,02	17	-	-	Ti	
4521	444	0,02	17,8	-	2,1	Ti	Mercado de tubería doméstica
4301	304	0,04	18,1	8,1	-	-	Interiores y exteriores de edificios en ambiente industrial normales alejadas de la 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	-	Aplicaciones permanentemente húmedas, localizaciones en ambiente costero, ambientes industriales contaminados o cerca de carreteras con sales de deshielo
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	Túneles de carretera y piscinas cubiertas
4547		0,01	20,0	18,0	6,1	N, Cu	
	S31254						

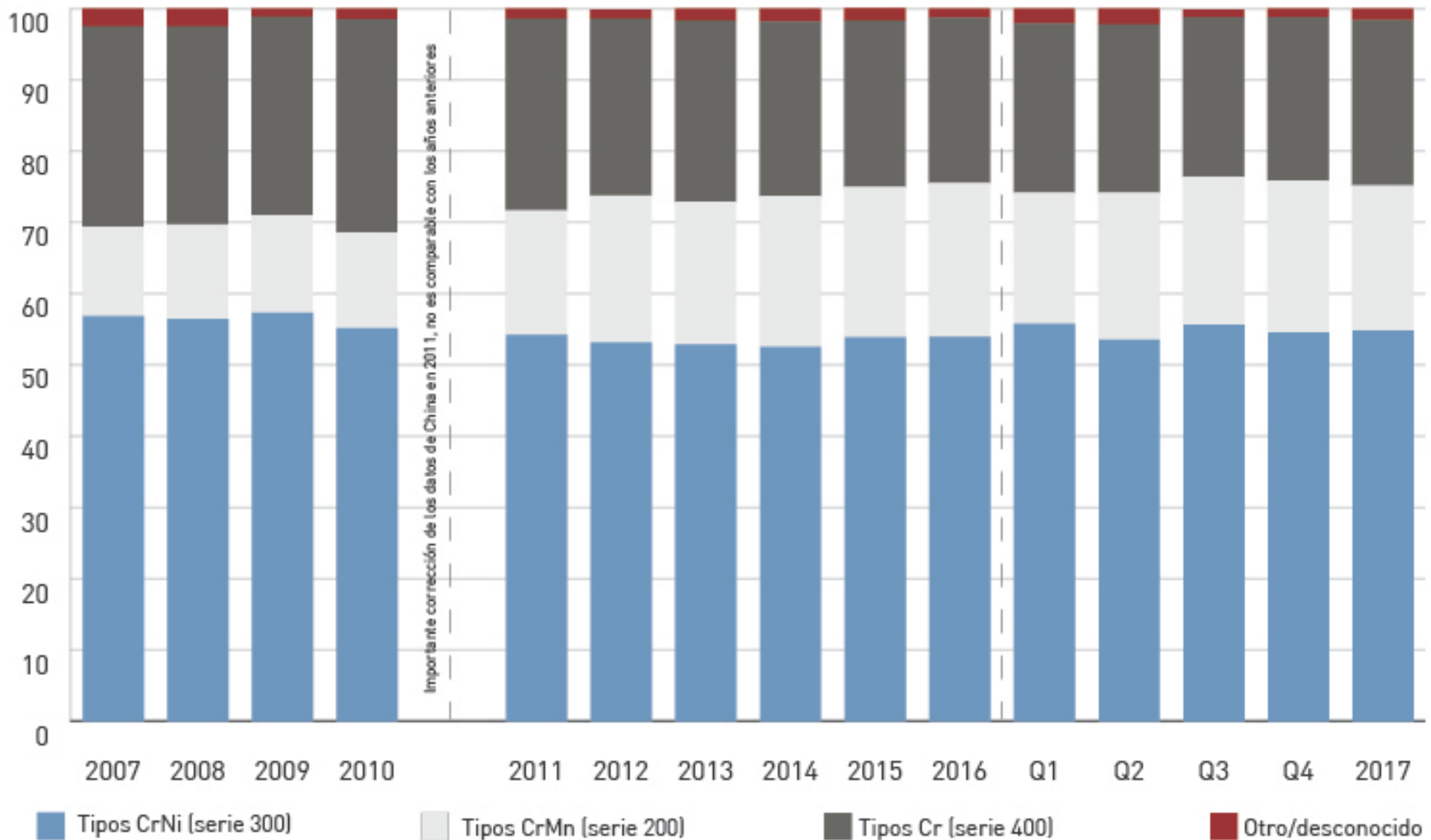
# Principales tipos de Acero inoxidable utilizados en Arquitectura y Construcción: EN 10088-5(barra/alambre/perfiles)<sup>18</sup>

Tipo	ASTM UNS	C Wt%	Cr Wt%	Ni Wt%	Mo Wt%	Otros Wt%	Uso principal <sup>6</sup>
4003	S40977	0,02	11,5	0,5	-	-	
4016	430	0,04	16,5	-	-	-	Ganchos para pizarra
4542	630	0,04	16,0	4,0		Cu,Nb	Barras de anclaje
4301	304	0,04	18,1	8,1	-	-	Corrugado Tornillería tipo 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	-	Interior y exterior de edificios en ambiente industrial normal, lejos de la costa, Corrugado
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	Tuneles de carreteras y piscinas cubiertas.
4547	S31254	0,01	20,0	18,0	6,1	N, Cu	
4362	S32304	0,02	22,5	3,6	0,3	N, Cu	Corrugado y componentes mecánicos
4462	S32205	0,02	21,5	4,6	2,8	N	Corrugado y componentes mecánicos



# Desglose de la producción mundial por familia<sup>19</sup>

NUEVA

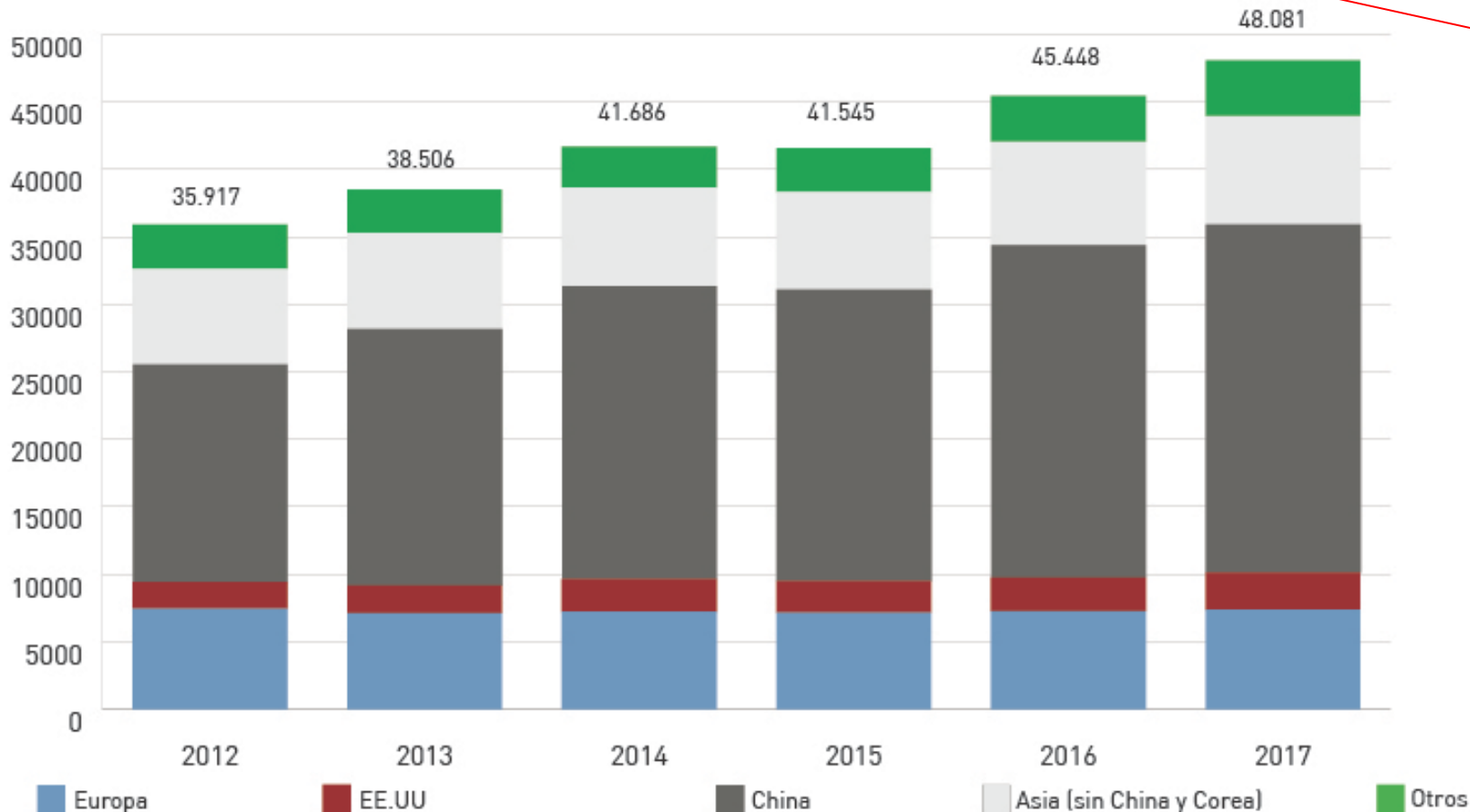


Altos valores del Ni favorecen el reemplazo de tipos CrNi por tipos como Cr-Mn o Cr  
Los tipos Duplex, irrelevantes hoy en día, se espera que crezcan enormemente en el futuro.

# Producción de acería de acero inoxidable (equivalente en desbaste/lingote) por zona x1.000 toneladas

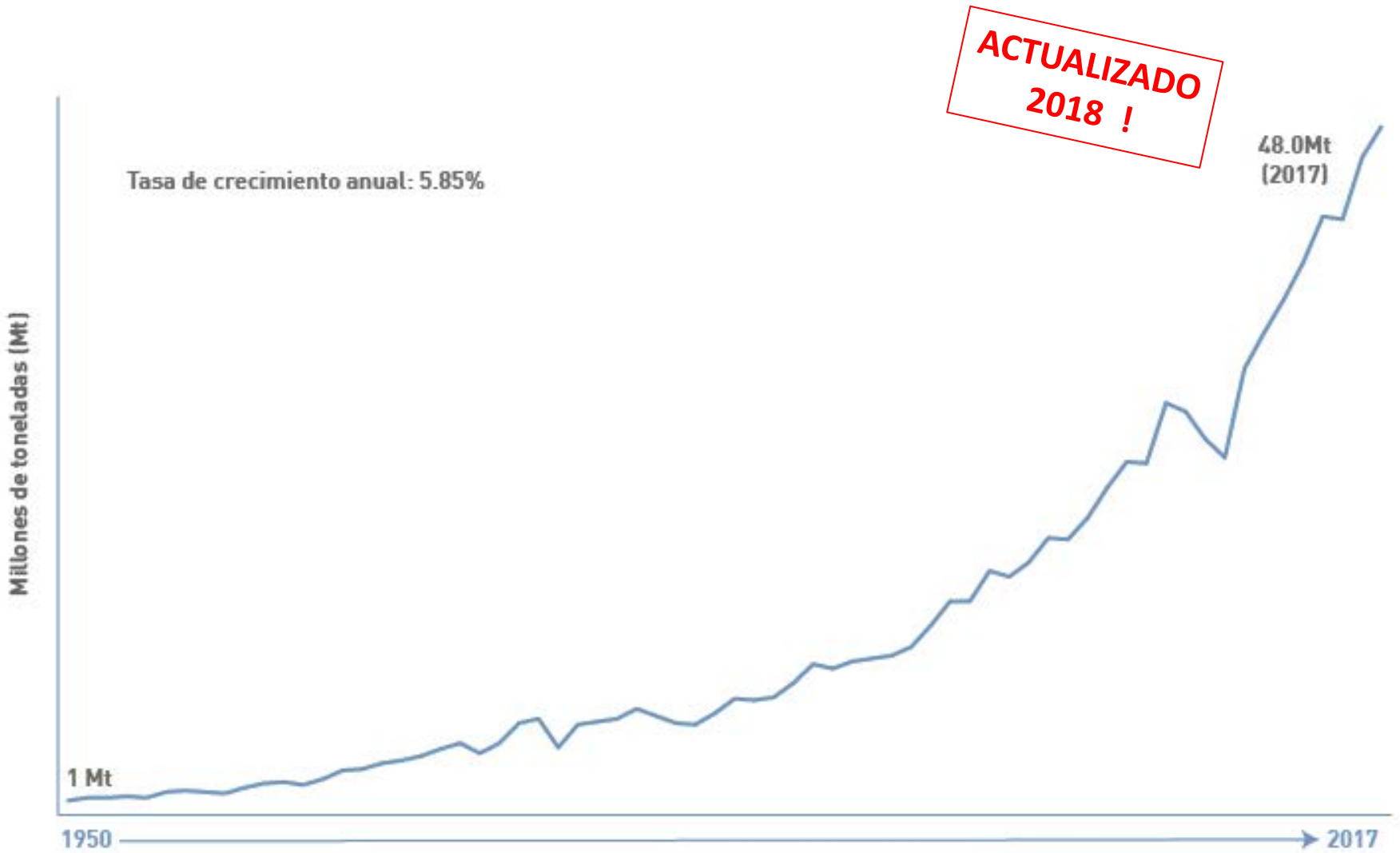
**ACTUALIZADO  
2018 !**

Producción de acería de acero inoxidable (equivalente en desbaste/lingote) por zona x1.000 toneladas  
Otros: Brasil, Rusia, Sudáfrica, Corea del Sur, Indonesia



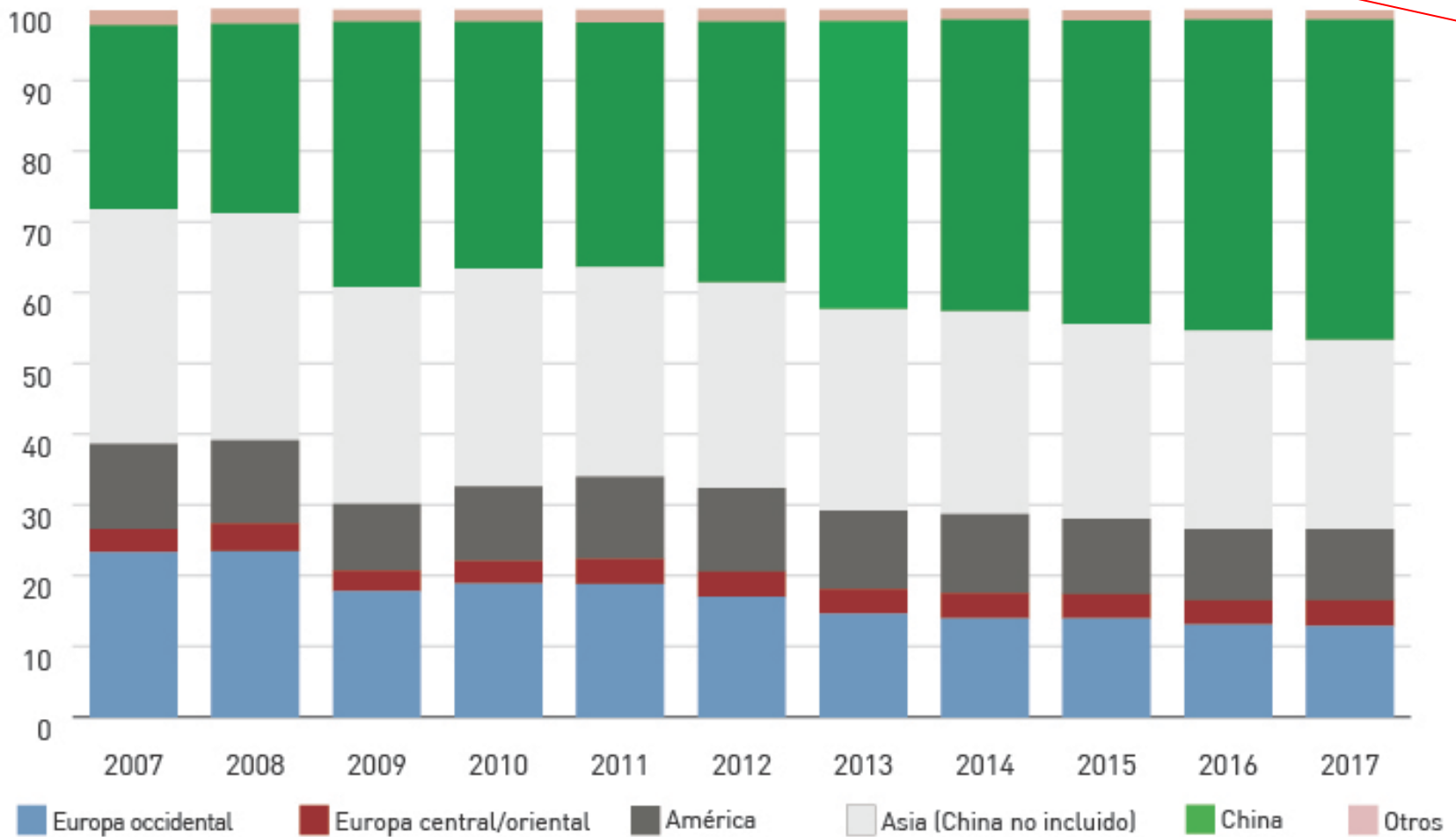


# Tasa de crecimiento anual de producción de acería de acero inoxidable<sup>22</sup> (millones de toneladas)



# Consumo aparente del acero inoxidable por zonas

**ACTUALIZADO  
2018 !**



# Referencias bibliográficas (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)

# Referencias bibliográficas (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%20Inox/EN10088-4%20EN.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)

Gracias