

Ingeniería de Materiales  
Facultad de Ingeniería - UNJU

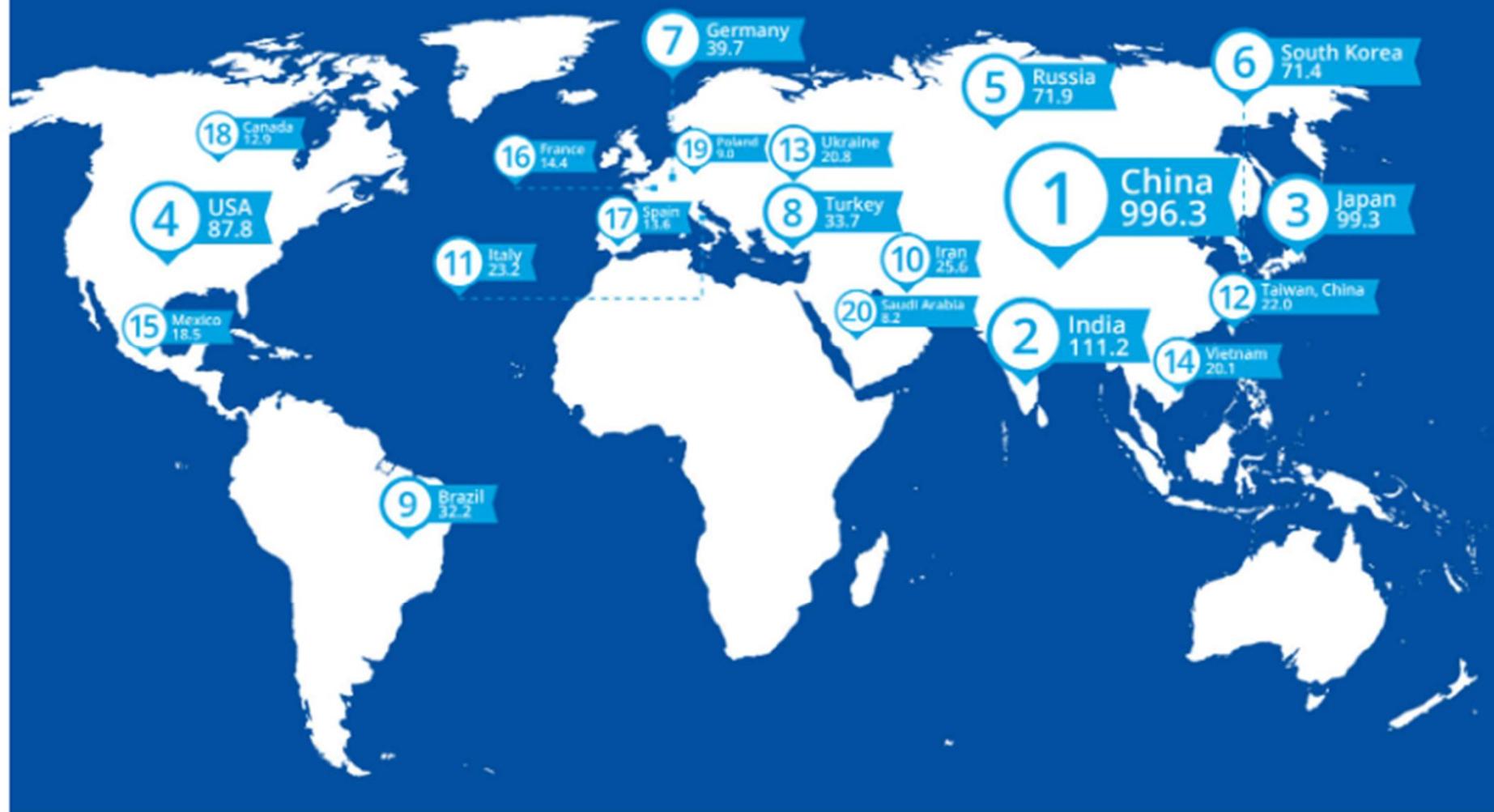
# ACEROS

# Acero

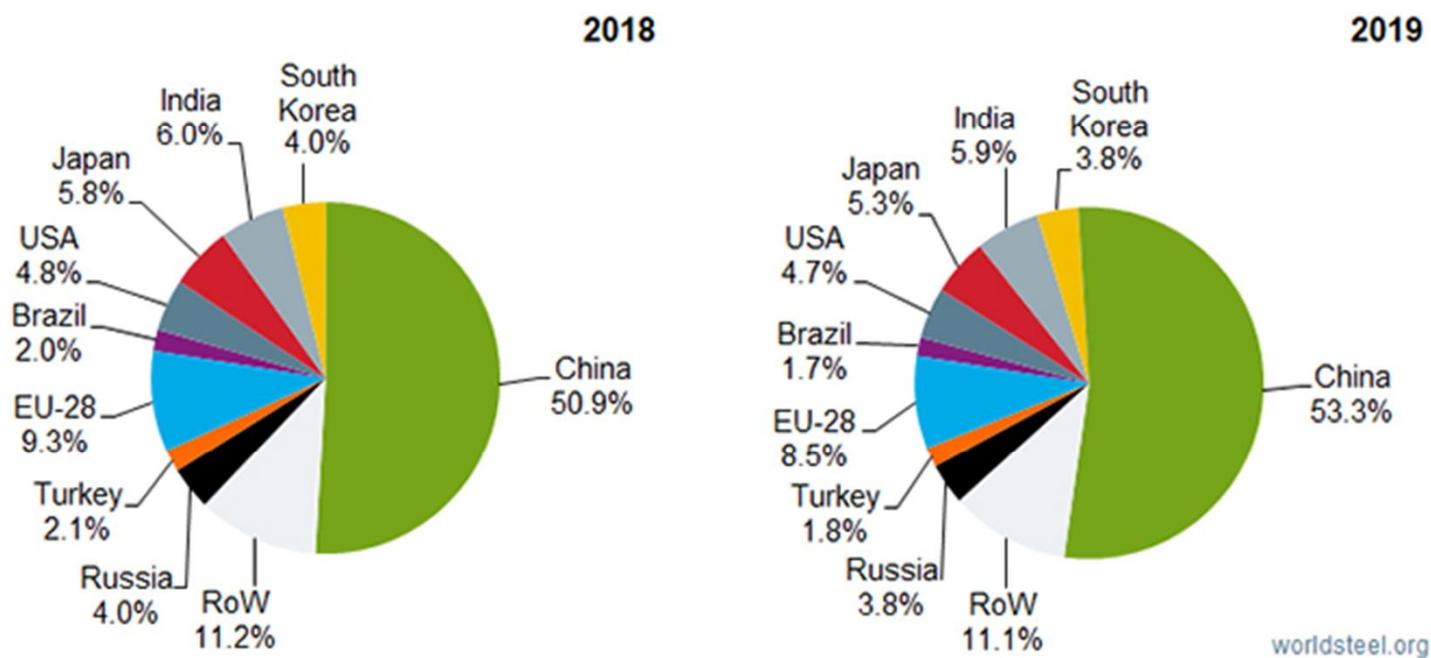
u *“Aceros, son aleaciones hierro-carbono, con tenores de carbono menores de 2 %, que contienen impurezas (P, S, Si) y eventualmente algunos elementos de aleación (Cr, Mo, N, Ni, W, Mn, V, Ti, Co, Nb, Al)”.*



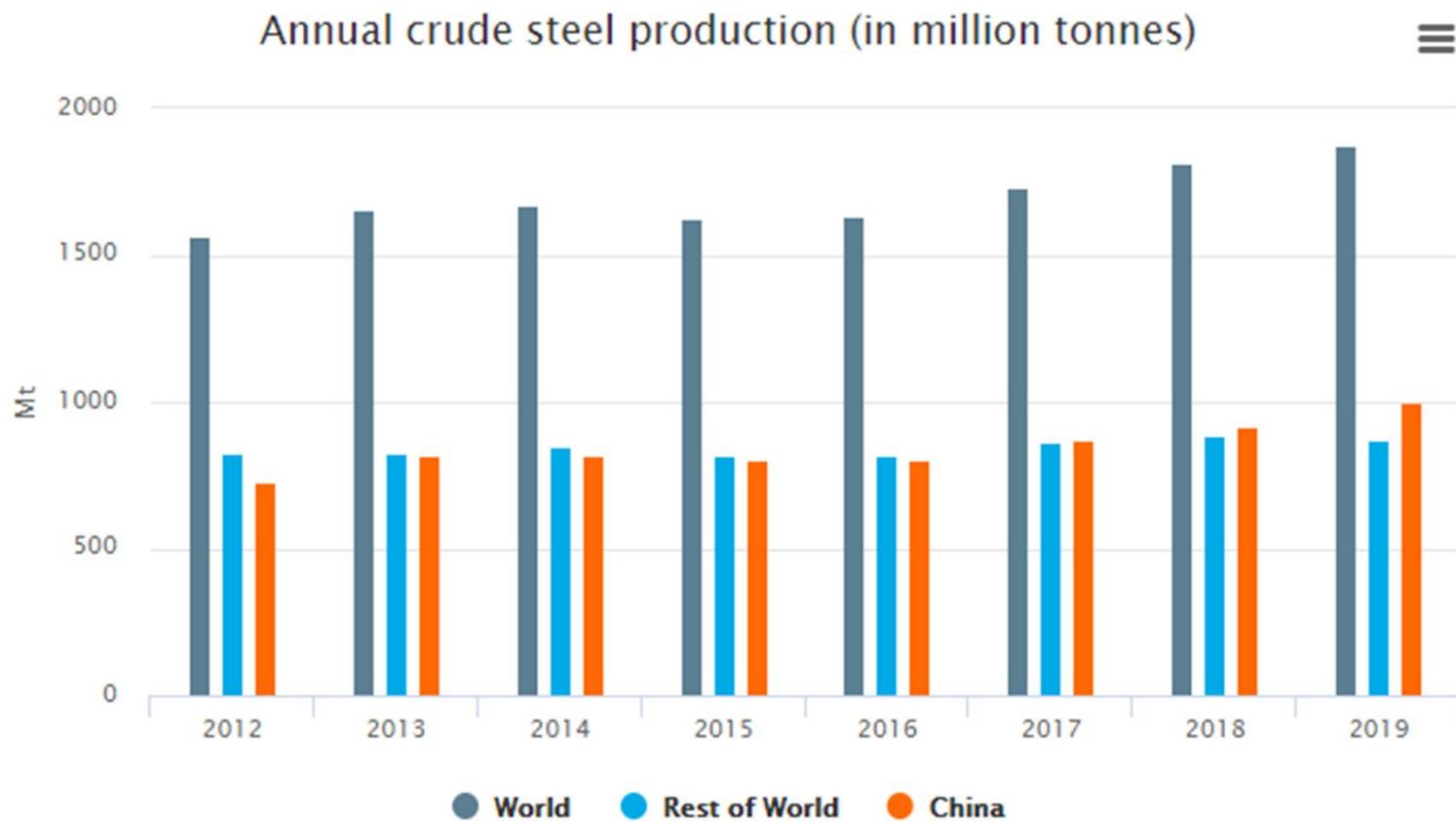
## Top 20 steel-producing countries 2019 (million tonnes)



## Share of world crude steel production 2018 & 2019

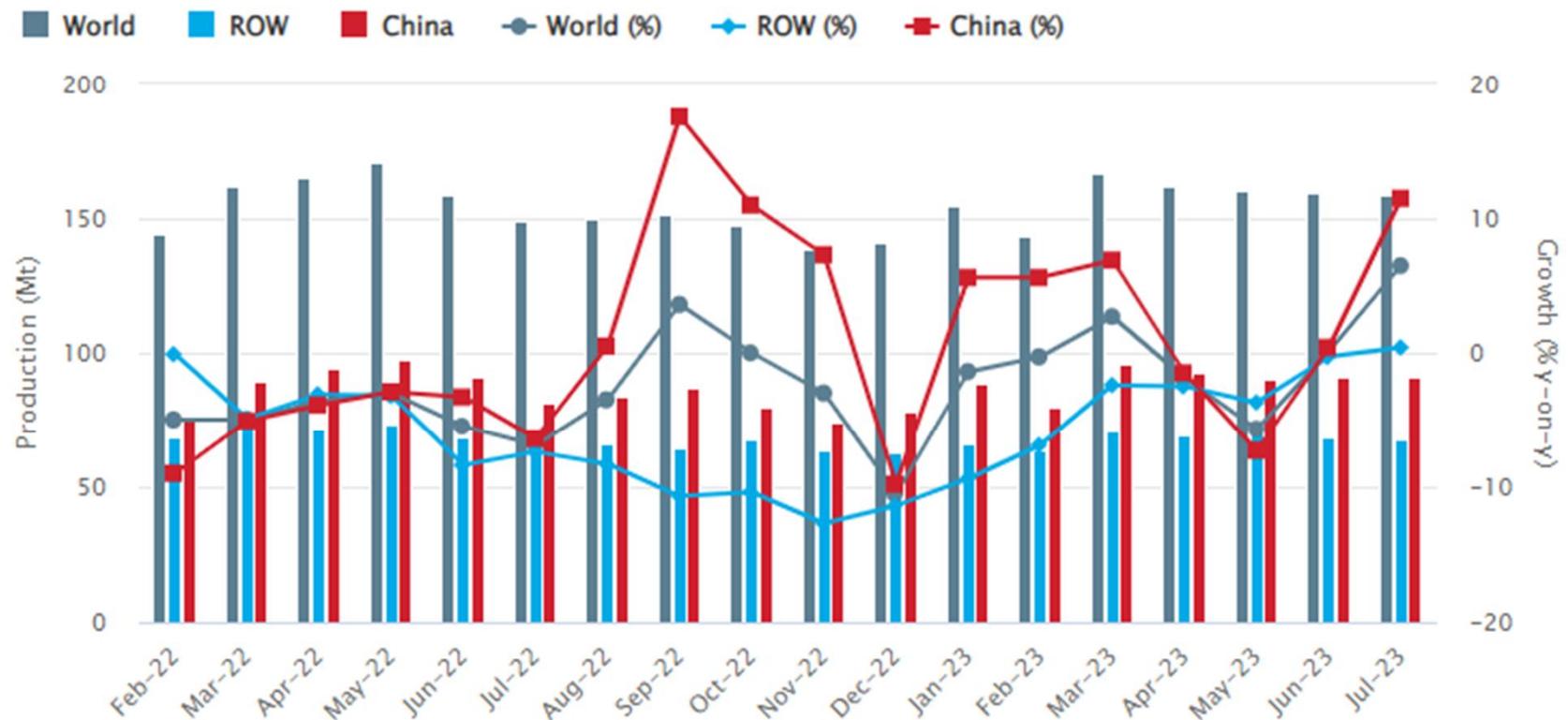


Global crude steel production reached 1,869.9 million tonnes (Mt) for the year 2019, up by 3.4% compared to 2018. Crude steel production contracted in all regions in 2019 except in Asia and the Middle East.



World crude steel production for the 63 countries reporting to the World Steel Association (worldsteel) was 158.5 million tonnes (Mt) in July 2023, a 6.6% increase compared to July 2022.

## Crude steel production





Se ha retirado el anuncio. [Detalles](#)

ambito.com • Economía • Acero

23 de febrero 2023 - 18:01

## Creció la producción de acero un 25% anual



Impulsada por la construcción, energía y maquinaria agrícola, enero mostró una suba de 0,6%. Se espera que la sequía impacte en la demanda de toda la cadena de valor industrial.

- La industria creció 6,5% en 2022 y es el segundo año consecutivo de alza, según la UIA
- Por la sequía, las exportaciones de maíz son las más bajas en cinco años



### Últimas noticias

Por la sequía, las exportaciones de maíz son las más bajas en cinco años

Monotributistas y alivio fiscal: todos los detalles del beneficio

Mendoza reactiva proyecto minero de potasio con inversión de u\$s1.000 millones

Milei se comparó con El Zorro:



Sponsored

Check Out Our Recommendations  
Curated Just for You

DiscoveryFeed

Outbrain

La producción de acero crudo fue de 442.400 toneladas en enero, 0,6% superior a diciembre de 2022 (439.600) y 25,1% mayor que en enero de 2022 (353.800 toneladas)

# Calidad del acero

- Composición Química
- Nivel de impurezas
- Grado de Limpieza
- Propiedades mecánicas
- Tamaño de grano
- Calidad de la microestructura

Referidos a productos semielaborados  
(terminados en acerías y plantas de  
laminación o forja)

## Otros factores

- Nivel de defectos superficiales
- Nivel de defectos internos
- Grado de decarburación
- Contenido de gases (por ejemplo en la actualidad se exige un valor de 1 ppm de hidrógeno en piezas forjadas de responsabilidad).
- Homogeneidad química.

# Composición Química

Análisis de colada y de comprobación. Sobre productos terminados se aplica el check análisis o análisis de comprobación.

Norma SAE (Society of Automotive Engineers), especifica la composición química de aceros destinados a elementos de máquinas de la industria automotriz.

Las normas ASTM, en general contienen a los aceros estructurales.

DIN (Deutsches Institut für Normung )

AISI (American Iron and Steel Institute)

ACI (American Casting Institute)

## Nivel de impurezas

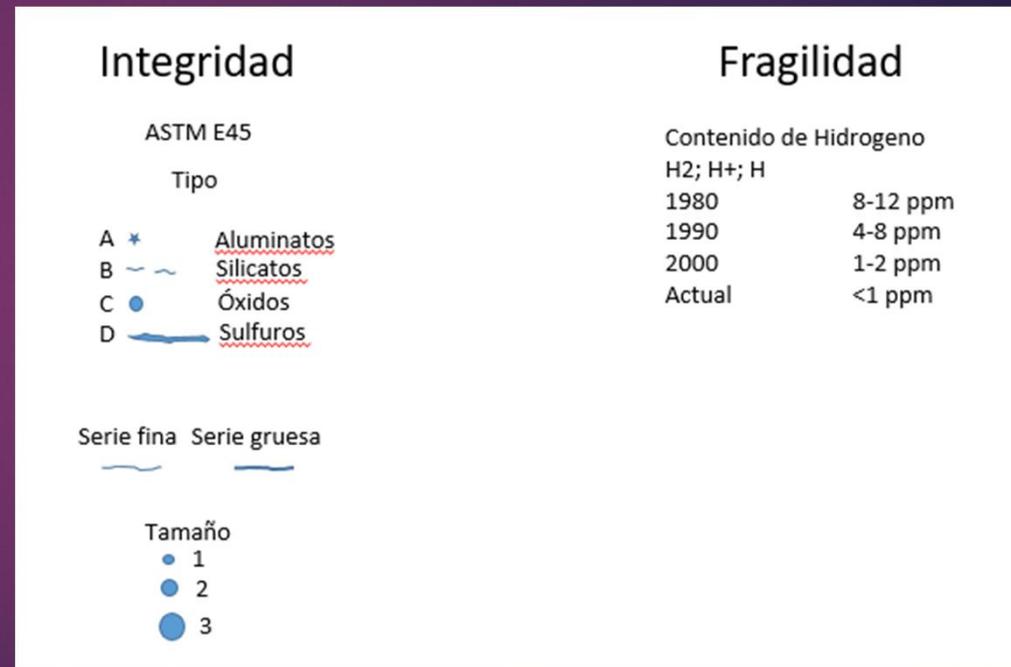
Las impurezas del acero son fósforo, azufre y silicio

P: se disuelve y endurece, disminuye la tenacidad. Forma fosfuro de hierro. Forma un compuesto ternario (steadita), frágil y de bajo punto de fusión.

S: forma sulfuro de hierro, con la austernita, un eutéctico de bajo punto de fusión.

Si: Menor a 0,25 -0,35 %. Forma silicatos

## Limpieza del acero



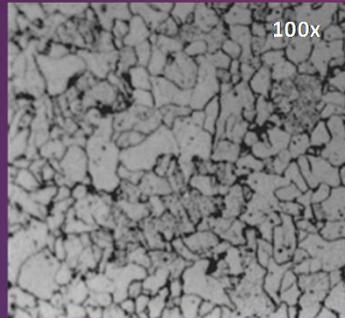
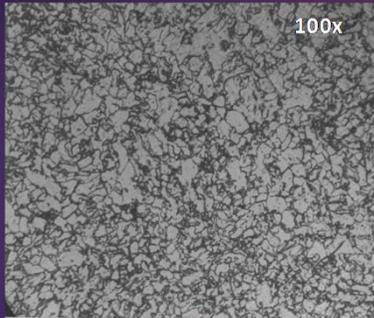
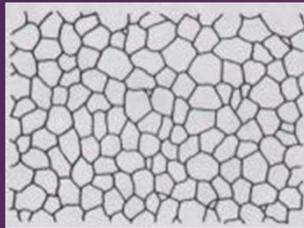
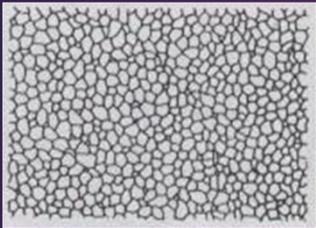
# Propiedades Mecánicas

Las normas ASTM. en general contienen requisitos de propiedades mecánicas, dependiendo del uso final del semielaborado o del producto terminado.

Otras normas de extenso uso en el campo industrial son BS (British Standard), DIN (Deutsches Institut für Normung), ISO ([International Organization for Standardization](#)).

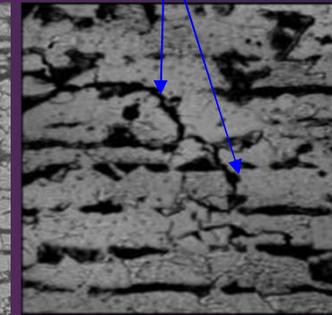
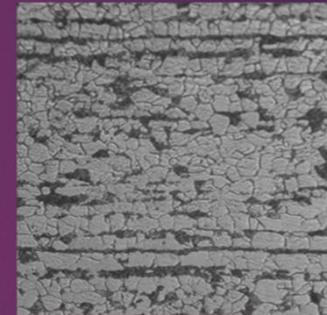
Ejemplo: la norma DIN 17100, da datos de especificación técnica de aceros estructurales, tanto en composición química como en propiedades mecánicas.

# Tamaño de grano



# Calidad en la microestructura

Microfisura



100x

200x

## ESPECIFICACION TÉCNICA

Propiedades mecánicas

Análisis químico

Nivel de inclusiones no metálicas ASTM E45

Tamaño de grano ASTM E112

Microestructura (sin bandas de carburos)

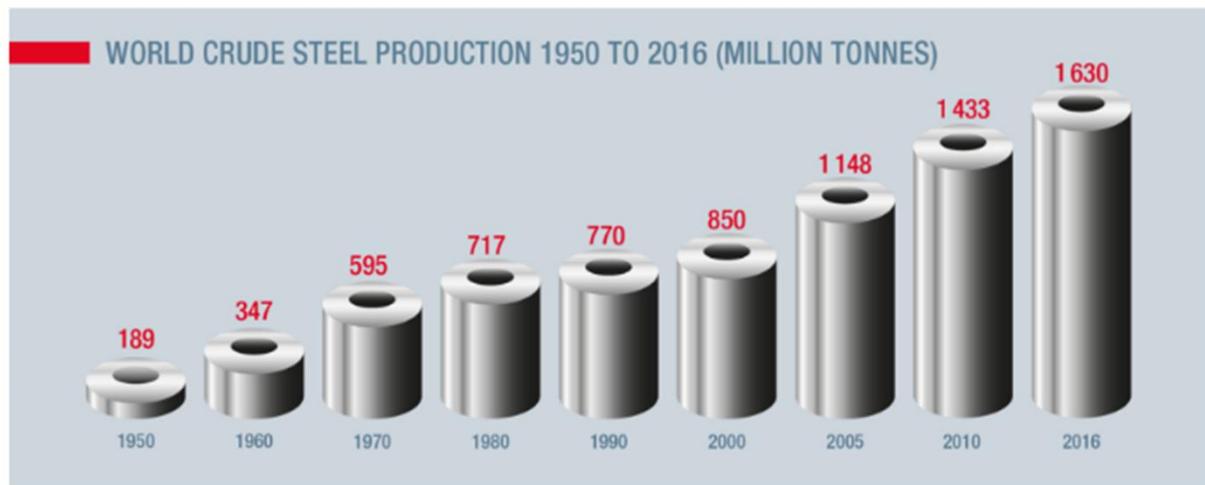
Otros

## ACEROS ESTRUCTURALES

Los aceros estructurales constituyen el grupo de aceros producido en mayor tonelaje en todo el mundo

### WORLD STEEL IN FIGURES 2017

STEEL AS A PRODUCT IS SO VERSATILE AND FUNDAMENTAL TO OUR LIVES THAT IT IS CONSIDERED ESSENTIAL TO ECONOMIC GROWTH.



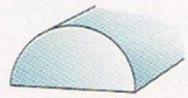
82 % estructurales  
8 % inoxidables  
6 % aceros construcción  
mecánica  
4 % aceros para herramientas

<https://www.worldsteel.org/media-centre/press-releases/2017/world-steel-in-figures-2017.html>

# PRESENTACIONES COMERCIALES DEL ACERO



PALASTROS: chapas laminadas que miden entre 1 x 2 y 3 x 3 m



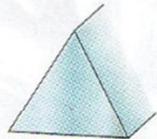
Media caña



Pletina



Cuadrada



Triangular



Hexagonal



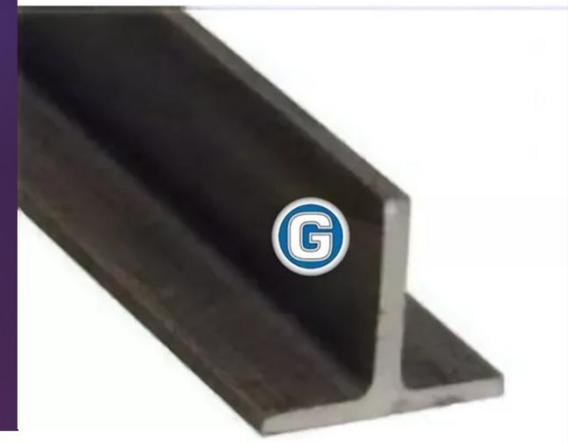
Redonda

### Barras.

- Son piezas mucho más largas que anchas, macizas y de secciones variables.
- Las barras más utilizadas tienen sección rectangular (pletinas), triangular, redonda, semicircular (media caña), cuadrada o hexagonal.
- Si la sección de la barra es redonda y su diámetro es inferior a 5 mm, teniendo una gran longitud, se denomina alambre.
- Cuando las pletinas tienen un espesor muy pequeño y gran longitud se denominan flejes.

# BARRAS

## DIFERENTES PERFILES ESTRUCTURALES



# PERFILES

- Son piezas huecas de secciones variables, cuya longitud puede oscilar entre 5 y 12 metros.
- Los perfiles más usuales son: angular, IPN (doble T), en T, tubular, cuadrado y rectangular.
- Existen otros perfiles, denominados especiales, que se emplean para otros usos, como ventanas, puertas de coches, estructuras de aviones, etc.

# ACEROS ESTRUCTURALES

# APLICACIONES

Obras de ingeniería civil (edificios, puentes, represas y estructuras de hormigón armado en general).

- Grandes estructuras marinas (cascos de barcos, estructuras offshore).
- Cañerías de conducción de gas y petróleo (pipelines).
- Recipientes a presión.
- Tanques de almacenamiento.
- Vehículos (bastidores y chasis de transporte pesado, maquinaria de minería y remoción de tierra).
- Tuberías.



# REQUERIMIENTOS GENERALES

- Alta tensión de fluencia ( $R_{p0,2}$ ). Esto tiende a reducir la cantidad de material lo que contribuye a reducir la cantidad de acero de las estructuras y facilita el transporte y montaje de la estructura.
- **Alta tenacidad** (es importante en prevención de fallas frágiles catastróficas).
- Buena soldabilidad (bajo Carbono y Carbono equivalente, disminución del contenido y longitud de las inclusiones alargadas para prevenir el desgarramiento laminar).
- Alta conformabilidad (por ej. en casos de necesidad de estampado profundo de piezas tales como capots y puertas de vehículos).
- Bajo costo (dado que es elevada la incidencia del costo del material en el costo total de las estructuras).

## Aceros estructurales

Ductilidad  
Tenacidad  
Resistencia al impacto  
Plasticidad  
Conformabilidad  
Soldabilidad



Fragilidad

Carbono Equivalente:  $CE = \%C + \frac{\%Mn}{6}$

Soldabilidad  $CE < 0,5\%$

# PRINCIPIOS DE DISEÑO

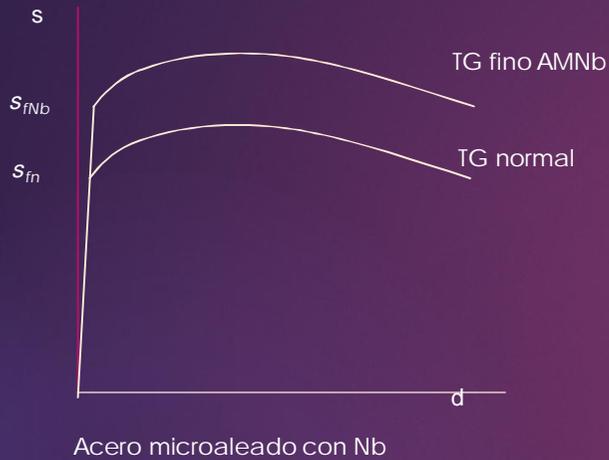
- Se requiere bajo carbono para lograr alta tenacidad, soldabilidad y conformabilidad
  - Se busca la obtención de resistencia mecánica mediante el mecanismo de endurecimiento por reducción de tamaño de grano, de manera de no afectar la tenacidad ni la soldabilidad
  - Se trata de minimizar la cantidad de aleantes y evitar la aplicación de tratamientos térmicos para lograr las propiedades
- 
- BAJO PORCENTAJE DE CARBONO ( en general, menor a 0,25 %)
  - MICROESTRUCTURA: FERRÍTICA PELÍTICA, CON PREDOMINANCIA DE FERRITA

# Mecanismos de endurecimiento

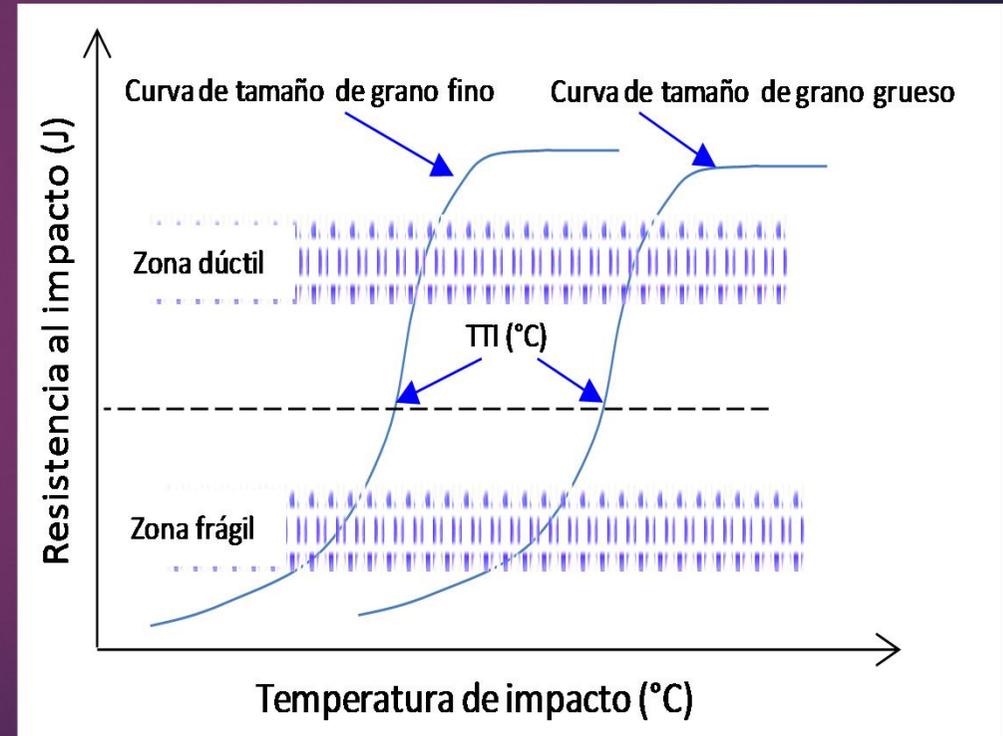
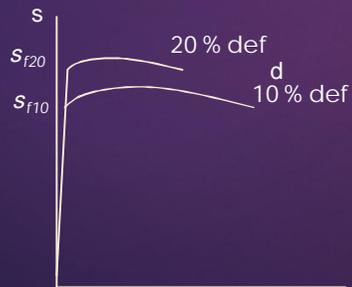
Ecuación de Hall y Petch

$$\sigma_y = \sigma_0 + K \cdot D^{-1/2}$$

La tensión de fluencia  $s_y$  es inversamente proporcional al tamaño de grano  $D$ , sin pérdida de ductilidad



Endurecimiento por deformación en frío



# CLASIFICACIÓN

Desde el punto de vista tecnológico

- **Aceros al C:** La microestructura es de tipo ferrítico-perlítica. se usan en estado laminado y son los de menor resistencia mecánica. La tensión de fluencia no supera los 270 MPa. El ejemplo más común es el de los aceros que responden a la norma ASTM A-36.
- **Aceros al C-Mn:** misma estructura y estado que los del grupo anterior solo que el mayor porcentaje de Mn hace que se pueda lograr una mayor resistencia. Tensiones de fluencia mínimas entre 275 y 350 MPa.
- **Aceros microaleados (HSLA):** son aceros al C-Mn a los que se adiciona pequeñas cantidades de elementos formadores de carburos, nitruros o carbonitruros (Nb, V, Ti), con el objeto de refinar el tamaño de grano de la estructura y para lograr endurecimiento por precipitación. Existen algunos (como los aceros de ferrita acicular) en los que se agrega además algunos otros aleantes que modifican las curvas de transformación. Se usan en estado normalizado o de laminado controlado. Las tensiones de fluencia van desde 350 hasta 690 MPa.

# Aceros estructurales

ASTM N°	MICRONES
0	508
1	254
2	179,6
3	127
4	89,8
5	63,5
6	44,9
7	31,8
8	22,5
9	15,9
10	11,2
11	7,9
12	5,6
13	4
14	2,8

Aceros  
Microaleado con  
Nb

Aceros C – Mn Tamaño  
de grano normal  
ASTM A36

# Aceros estructurales

## Propiedades mecánicas

Resistencia mecánica (Tensión de fluencia, alargamiento, resistencia máxima): Ensayo de tracción

Resistencia al impacto: Ensayo de impacto

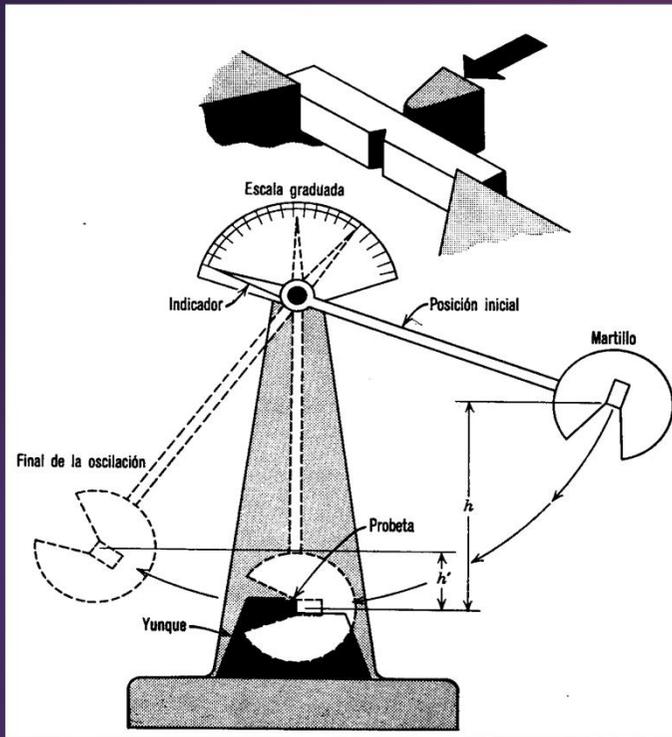
Dureza: Ensayo de dureza

## Conformabilidad

Ensayo de acopado

## Tenacidad a la fractura

Ensayo de fractura  $MPa\sqrt{m}$  (estabilidad de las fisuras)



Esquema del ensayo de impacto

