

**Steel
beyond
limits**

ETG[®] 88/100



**Swiss
Steel**
Group



**El acero
de alta
resistencia
que mejor
se mecaniza
del mundo**

Steel beyond limits



No es sólo acero – es una forma de pensar.

Desarrollar para crear mejor. Creer en las posibilidades de la ingeniería. Piezas más pequeñas. La arista más precisa. Mayor resiliencia

ETG® 88/100 no es sólo un producto de primera calidad: es una forma de pensar. Un símbolo de fuerza, creatividad y potencial. Durante más de 30 años, los aceros de alta resistencia han definido nuestro coraje como empresa de innovadores, visionarios y buscadores de límites, dispuestos a ir más allá.

¿Por qué elegir ETG® 88/100?

Los aceros ETG® 88/100 combinan dos características a menudo contrarias: resistencia mecánica y maquinabilidad. ETG® puede sustituir a una gran variedad de aceros convencionales, mejorando en calidad, seguridad y fiabilidad en piezas de precisión, así como optimizar tiempos de producción y coste por unidad.

Alta resistencia

La alta resistencia de los aceros ETG® los sitúa en la gama de aceros templados y revenidos (bonificados). La forma de producirlos garantiza unas propiedades mecánicas constantes en estado de suministro para toda la sección transversal de la barra y gama dimensional.

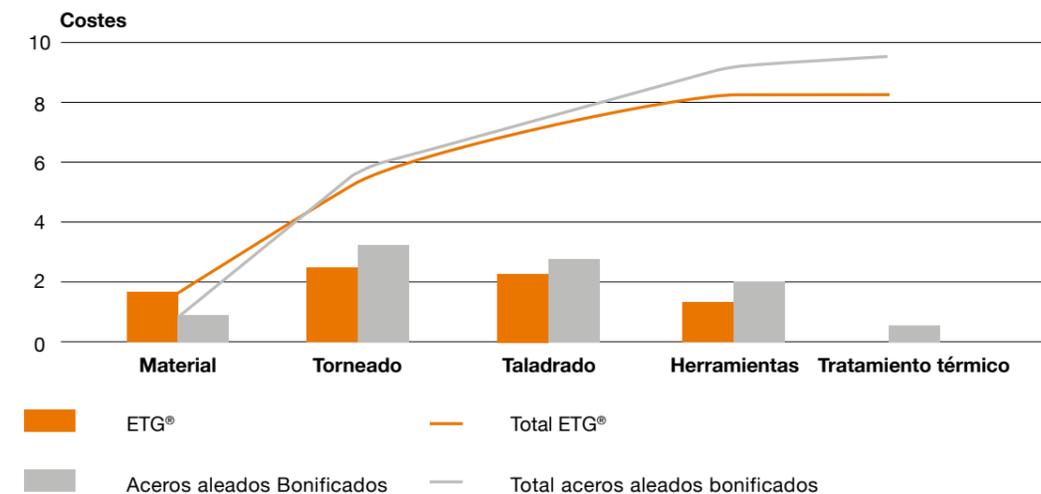
Maquinabilidad excelente

Los aceros ETG® tienen bajas tensiones residuales y mantienen la estabilidad dimensional. Sus virutas cortas favorecen unas prácticas de producción más seguras y ajustadas. Y mejoran los tiempos de mecanizado.



**Build
beyond**

Comparación de costes de piezas en ETG® / aceros aleados bonificados



Mejore su capacidad de producción

Materiales excepcionales. Cualidades impresionantes. Aplicaciones probadas de alto rendimiento. Inigualable desde hace más de 30 años.



Hasta un 50% más resistente que los aceros convencionales

Alto límite elástico y de tracción en estado de suministro



Maquinabilidad excelente

ETG® permite muy altas velocidades de corte, permitiendo reducir tiempos de proceso hasta en un 50%



Mayor tiempo de funcionamiento de máquinas, hasta un 20% más

Viruta corta e incremento de la vida de herramientas



Reducción de coste pieza hasta en un 30%

Oportunidades de ahorro en peso de sus componentes



Una solución sostenible

Por lo general sin necesidad de tratamiento térmico posterior a la pieza. Reducción de los procesos de producción y del CO₂. Ahorro en el coste de las piezas de hasta un 50%.



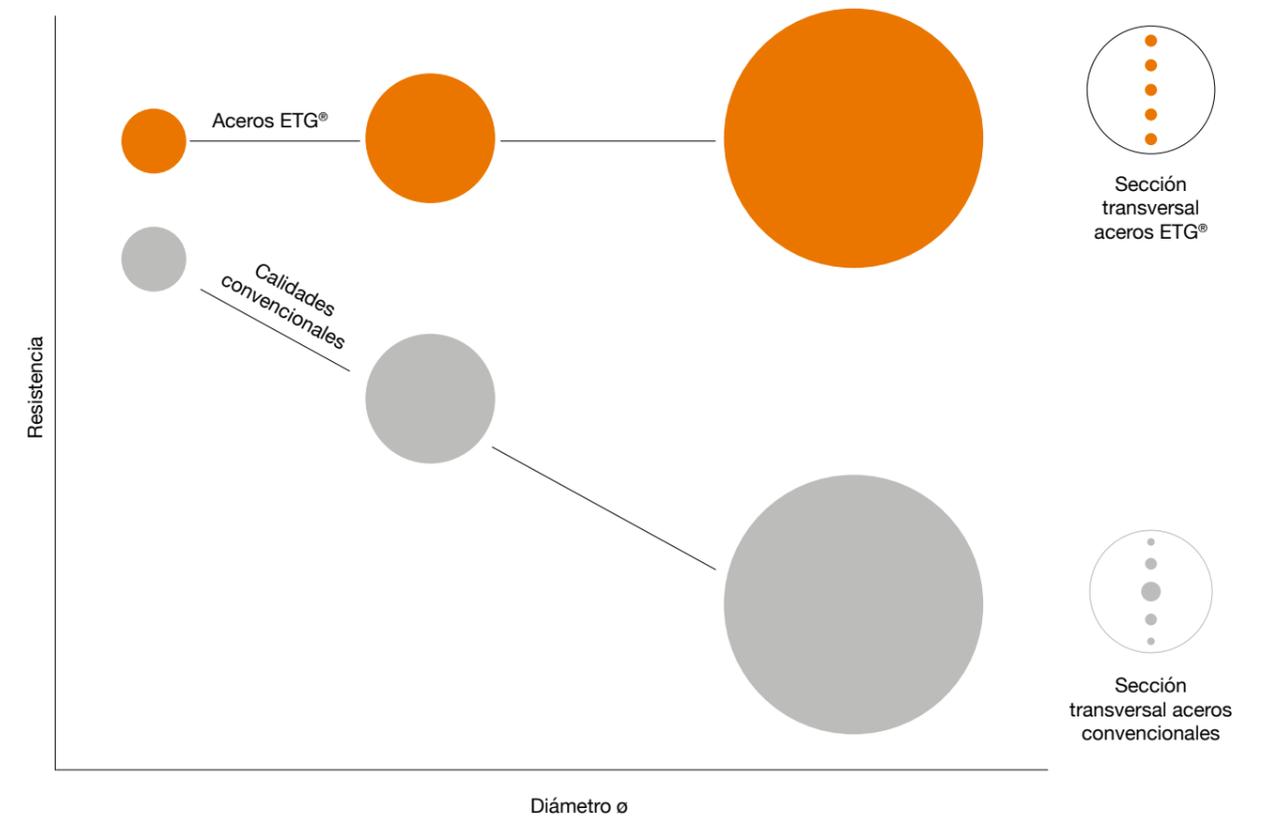
Calidad y fiabilidad de los componentes

Fiabilidad y propiedades constantes entre coladas

Comparación de los aceros ETG[®] 88/100 Vs. aceros convencionales

Aceros especiales de alta resistencia ETG[®] para sustituir a las calidades convencionales. El límite elástico constante para todos los diámetros significa que el ETG[®] puede ser utilizado en un gran rango de aplicaciones, sustituyendo a gran cantidad de calidades convencionales. El factor decisivo es el para qué va a ser utilizado.

Propiedades mecánicas uniformes para todos los diámetros y en toda la sección transversal de la barra.



Impossible until it's not



Valores de Resistencia de los aceros convencionales comparados con el ETG®
Limite elástico $R_{p0,2}$ [N/mm²] garantizado según EN 10277 y “La llave del acero”*

Aceros para temple de fácil mecanización			Rango de diámetros mm				
Número del material	Referencia EN	Proceso	5-10	10-16	16-40	40-63	63-100
1.0726	35S20	+C	480	400	360	340	300
1.0756	35SPb20	+C + QT	-	-	380	320	320
		+QT + C	490	490	455	400	385
1.0760	38SMn28	+ C	550	500	420	400	350
1.0761	38SMnPb28	+C + QT	-	-	420	400	380
		+QT + C	595	545	490	490	440
1.0762	44SMn28	+ C	600	530	460	430	390
1.0763	44SMnPb28	+C + QT	-	-	420	410	400
		+QT + C	595	545	490	490	490
1.0727	46S20	+ C	570	470	400	380	340
1.0757	46SPb20	+C + QT	-	-	430	370	370
		+QT + C	595	560	490	490	455
1.0728*	60S20	+ C	645	540	430	355	335
1.0758*	60SPb20	+C + QT	570	570	490	450	450

Aceros para temple y revenido (bonificados)			Rango de diámetros mm				
Número del material	Referencia EN	Proceso	5-10	10-16	16-40	40-63	63-100
1.0501/1.0502	C35/C35Pb	+C	510	420	320	300	270
1.1181	C35E	+C + QT	-	-	370	320	320
1.0503/1.1195	C45/C45Pb	+C	565	500	410	360	310
1.1191	C45E	+C + QT	-	-	430	370	370
1.0601/1.0602	C60/C60Pb	+C	630	550	480	-	-
1.1221	C60E	+C + QT	-	-	520	450	450
1.7213	25CrMoS4	+C + QT	-	-	600	450	450
1.7213	25CrMoS4	+QT + C	700	700	600	520	450
1.7227	42CrMoS4	+C + QT	-	-	750	650	650
1.7227	42CrMoS4	+QT + C	770	750	720	650	660
1.6582	34CrNiMo6	+C + QT	-	-	900	800	800
1.6582	34CrNiMo6	+QT + C	770	750	720	650	650

1 N/mm² = 1 MPa + C = estirado en frío + C + QT = estirado en frío y bonificado + QT + C = bonificado y estirado en frío

Aceros especiales de alta resistencia

ETG® 88	Estirado	← 685 →
ETG® 100	Estirado	← 865 →

Como las propiedades mecánicas son uniformes para toda la gama dimensional y en toda la sección transversal de la barra, los clientes se pueden beneficiar de un menor tamaño de los componentes y, por tanto, de un menor peso de los mismos, o también de un mejor rendimiento de las piezas sin necesidad de aumentar sus dimensiones.

Una gama de productos con infinitas posibilidades

Composición química Análisis en % de masas

Elemento	C	Si	Mn	P	S
min.	0.42	0.10	1.35	-	0.24
max.	0.48	0.30	1.65	0.04	0.33

El análisis corresponde a SAE 1144 y 44SMn28 (1.0762)

El análisis de la pieza y el de material fundido puede variar según la EN 10087

Gama de productos

Clase de acero	Proceso	Rango de diámetros mm	Tolerancia
ETG® 88	estirado, redondo	≥ 5.0 – ≤ 20.5	h9
	estirado, redondo	> 20.5 – ≤ 64.0	h11
	estirado, redondo	> 64.0 – ≤ 114.3	h12
ETG® 100	rectificado, redondo	≥ 5.0 – ≤ 100.0	≥ IT 6
	estirado, redondo	≥ 6.0 – ≤ 64.0	h11
	estirado, redondo	> 64.0 – ≤ 70.8	h12
ETG® 88	rectificado, redondo	≥ 6.0 – ≤ 70.8	≥ IT 6
	estirado, hexagonal	SW 13 – 27	h11

Longitud barras: 3 m, otras longitudes bajo pedido.

Colores distintivos cara frontal: ETG® 88 blanca, ETG® 100 dorada.

Acabado superficial calidad clase 3 (hex: QC 2) según EN 10277-1

Requisitos técnicos particulares (por ej. en propiedades mecánicas) disponibles bajo pedido.

Propiedades mecánicas Valores orientativos

Estáticas			ETG® 88	ETG® 100
Dimensiones	Ø	mm	5.0 – 114.3	6.0 – 70.8
Límite elástico (estirado)	$R_{p0.2}$	N/mm ²	≥ 685	≥ 865
Límite elástico (rectificado)	$R_{p0.2}$	N/mm ²	≥ 685	≥ 800
Resistencia a la tracción	R_m	N/mm ²	800 – 950	960 – 1,100
Alargamiento de rotura	A_5	%	≥ 7	≥ 6
Estricción	Z	%	ap. 30	ap. 20
Módulo de elasticidad	-	N/mm ²	ap. 200,000	ap. 200,000
Resistencia a la tracción (transversal)	R_m	N/mm ²	ap. 600	ap. 720
Dureza	-	-	-	-
HRC	-	-	ap. 28	ap. 32
HB 30	-	-	ap. 280	ap. 320
Resistencia al cizallamiento	T_s	N/mm ²	ap. 510	ap. 590
Resistencia a la torsión	T_t	N/mm ²	ap. 440	ap. 540
Resiliencia	$A_{v_{RT}}$	J	ap. 25	ap. 10

Dinámicas

Resistencia a la fatiga de tracción-compresión	σ_w	N/mm ²	ap. 350	ap. 370
Resistencia a la fatiga por esfuerzos de tracción pulsantes	σ_{sch}	N/mm ²	ap. 250	ap. 270
Resistencia a la flexión alternativa	σ_{bw}	N/mm ²	ap. 390	ap. 420
Resistencia a la torsión alternativa	T_{tw}	N/mm ²	ap. 195	ap. 225
Resistencia a la torsión por cargas pulsantes	T_{sch}	N/mm ²	ap. 345	ap. 390

Valores de resistencia a la fatiga en ruedas dentadas

Tensión del pie de diente para esfuerzo pulsante			ETG® 88	ETG® 100
en estado de suministro (estirado)	σ_{FLim}	N/mm ²	248	272
nitrocarburado	σ_{FLim}	N/mm ²	301	327
Tensión del pie de diente para esfuerzo alternativo			ETG® 88	ETG® 100
en estado de suministro (estirado)	σ_{WLim}	N/mm ²	174	190
nitrocarburado	σ_{WLim}	N/mm ²	211	229

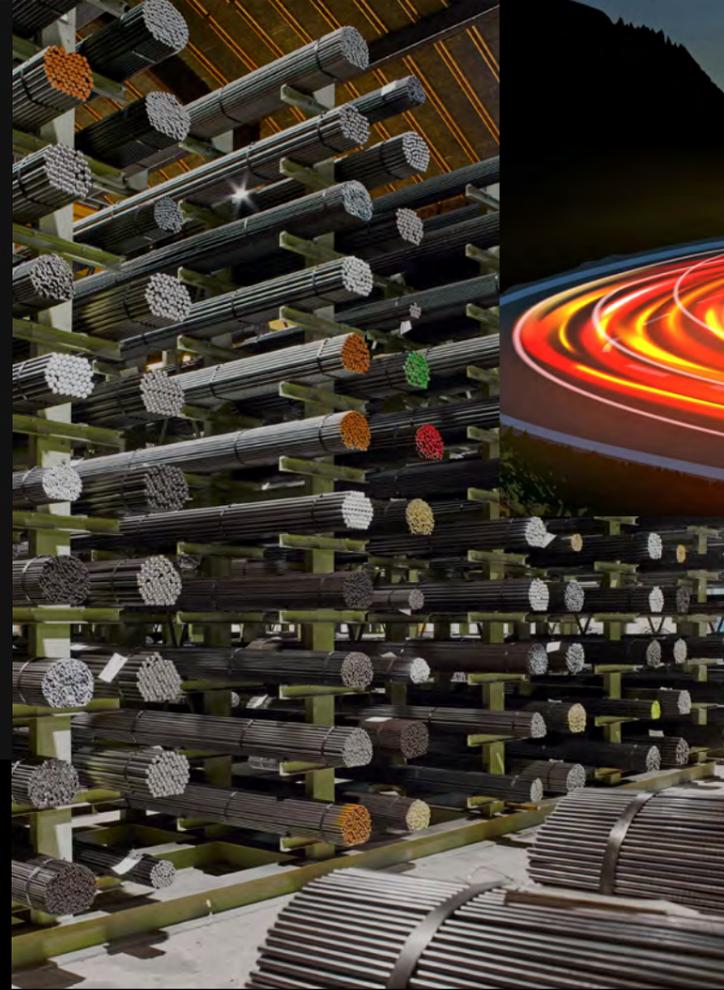
1 N/mm² = 1 MPa

Ruedas de ensayo con dentado recto (m = 2 mm, z = 17)

Calidad de diente 7 según DIN 3961 – 67

Valores de orientación según DIN 3990 resp. ISO 6336





**Let's defy
convention**

Aplicaciones

En todos los sectores y en todo el mundo, nuestros clientes están construyendo lo imposible. Juntos, estamos dando forma a un futuro más inteligente, ecológico y eficiente para todos.

Movilidad

Más pequeño. Reducción del tamaño de los componentes para reducir el peso total del conjunto.

Las piezas en acero ETG® superan a los aceros convencionales en todo lo que se mueve.



Ingeniería mecánica

Sea preciso. Produzca piezas de precisión para sistemas complejos que soporten cargas.

Las virutas cortas con ETG® 88/100 consiguen procesos de mecanizado más fiables.



Sistemas hidráulicos

Mejore la resistencia de los sistemas hidráulicos industriales.

Los aceros ETG® satisfacen las demandas de cargas estáticas elevadas y simplifican la producción de sus componentes.



Parámetros de mecanizado

Valores orientativos para diferentes procesos de mecanizado
Pautas de mecanizado v_c [m/min] y f [mm/E]

Proceso de mecanizado	v_c / f	Proceso	ETG® 88	ETG® 100
Torneado multihusillo CNC (MD recubierto)	v_c	desbaste	230 – 290	210 – 270
	f		0.20 – 0.60	0.20 – 0.60
	v_c	acabado	240 – 300	220 – 280
	f		0.20 – 0.60	0.20 – 0.60
	v_c	punteado / tronzado	160 – 240	140 – 220
	f		0.15 – 0.50	0.15 – 0.50
Torneado multihusillo CAM (Torneado recto, MD recubierto)	v_c	desbaste	180 – 240	170 – 230
	f		0.05 – 0.20	0.05 – 0.20
	v_c	acabado	190 – 250	180 – 240
	f		0.05 – 0.20	0.05 – 0.20
	v_c	punteado / tronzado	120 – 180	110 – 170
	f		0.10 – 0.40	0.10 – 0.40
Torneado CNC (MD recubierto)	v_c	desbaste	230 – 290	210 – 270
	f		0.20 – 0.60	0.20 – 0.60
	v_c	acabado	240 – 300	220 – 280
	f		0.20 – 0.60	0.20 – 0.60
	v_c	punteado / tronzado	160 – 240	140 – 220
	f		0.15 – 0.50	0.15 – 0.50

Cilindrado CNC (MD recubierto)	v_c	desbaste	160 – 220	150 – 210
	f		0.05 – 0.35	0.05 – 0.30
	v_c	acabado	170 – 230	160 – 220
	f		0.05 – 0.25	0.05 – 0.20
	v_c	punteado / tronzado	80 – 140	60 – 120
	f		0.05 – 0.25	0.05 – 0.25
Taladrado (Broca insertada – MD recubierto)	v_c	–	120 – 180	110 – 170
	f	–	0.10 – 0.30	0.10 – 0.30
Taladrado (HSS, recubierto)	v_c	–	30 – 70	25 – 65
	f	–	0.05 – 0.20	0.05 – 0.20
Escariado (MD recubierto)	v_c	–	25 – 40	25 – 40
	f	–	0.15 – 0.30	0.15 – 0.30
Rosca (Roscado interno / externo) Roscado con peine – MD recubierto)	v_c	–	70 – 150	60 – 140
Corte – MD recubierto	v_c	–	12 – 20	12 – 20
Moldeo – HSS recubierto	v_c	–	10 – 30	10 – 30

Estos valores dependen de los parámetros de la máquina, geometría del corte, lubricante de enfriamiento, dimensiones y diámetro de perforación.

El proceso especial de fabricación de los aceros
ETG® producen una combinación única de
alta resistencia en estado de suministro con
excelentes propiedades para el mecanizado.

Recomendaciones generales

Recomendaciones generales para la utilización de los aceros ETG®

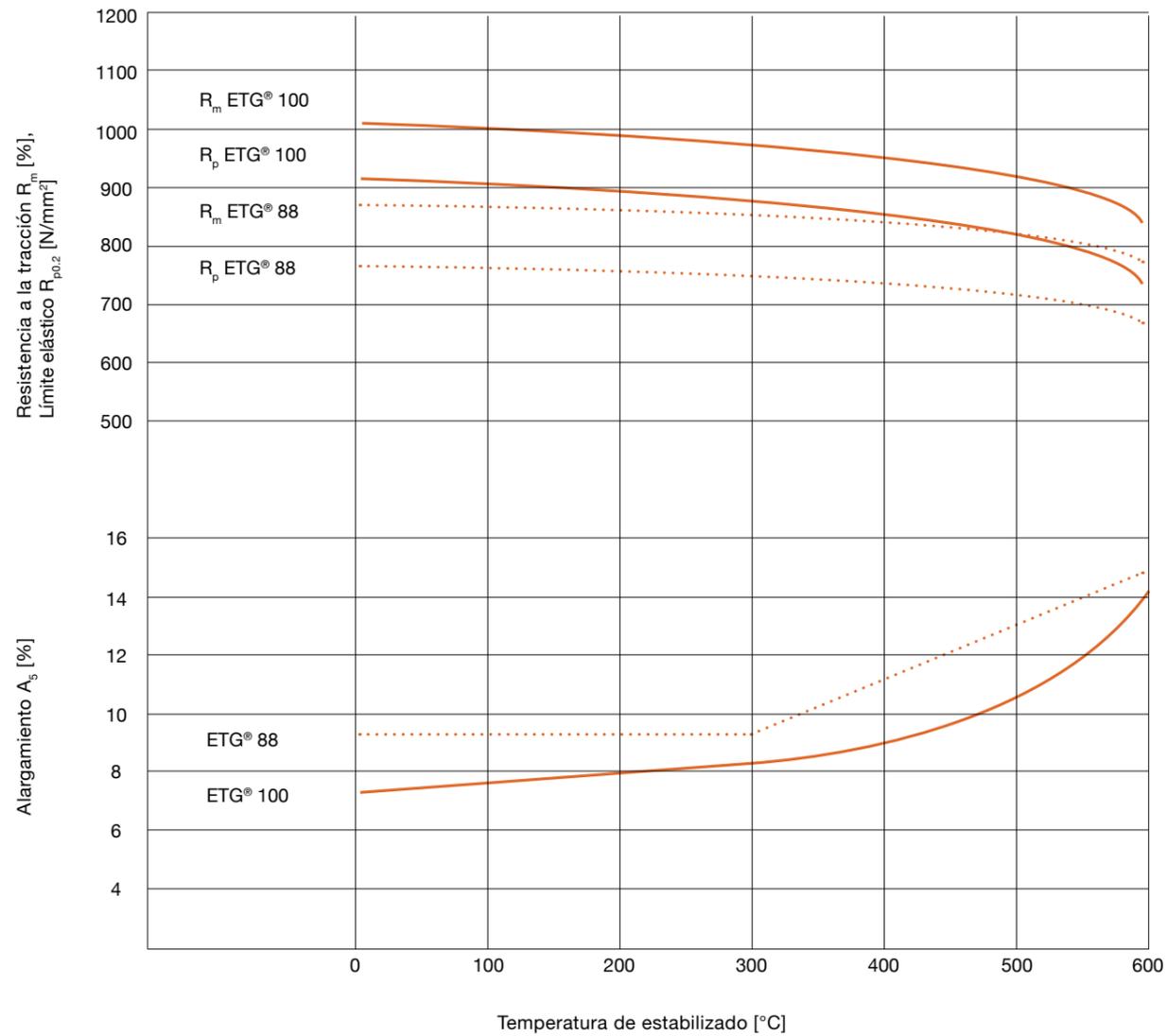
Piezas complejas y procesos de fabricación exigentes necesitan contar con el material adecuado. Cuanto más complejas son las piezas y más complicado el proceso de fabricación, más importante es el uso del acero adecuado. La tarea de nuestros asesores técnicos es la de apoyar al cliente en la elección del material.

- Como para todos los aceros estirados, la solicitud del esfuerzo es preferible en sentido longitudinal. En caso de esfuerzo transversal se han de aplicar valores menores de resistencia a la tracción y límite elástico. Los grosores de pared menores de 1 mm están en la zona límite crítica.
- Debido a la sensibilidad de entalla deben evitarse ángulos vivos en los cambios de sección, sobre todo si se puede estar expuesto a golpes en esa parte de la pieza. Especial atención si se debe utilizar este material en temperaturas por debajo de 0 °C.
- Para pernos, tornillos y ruedas dentadas se debe tener en cuenta las normas correspondientes.
- ETG® es apto para pernos roscados con tuercas de apriete. Sin embargo, para tornillos con esfuerzo sobre la cabeza, este acero solo es apto bajo soluciones constructivas especiales. ETG® 88 y ETG® 100 no cumplen con las clases de resistencia 8.8 y 10.9 según DIN EN ISO 898-1.
- A diferencia del acero estirado en frío, el ETG® 100 tiene menos tensiones internas. Sin embargo, estas tensiones pueden producir deformación en caso de: mecanizado asimétrico, piezas largas y estrechas, así como con paredes finas. Para este tipo de piezas recomendamos estabilizar el material. La temperatura mínima del estabilizado debe ser de 300 °C.
- En el ETG® 88 las tensiones internas son tan insignificantes que, por regla general, no es necesario el estabilizado.
- Para husillos roscados de alta precisión (ej. ejes guía), el ETG® 100 sólo debería emplearse estabilizado (aprox. 580 – 600 °C, min. 2 h).

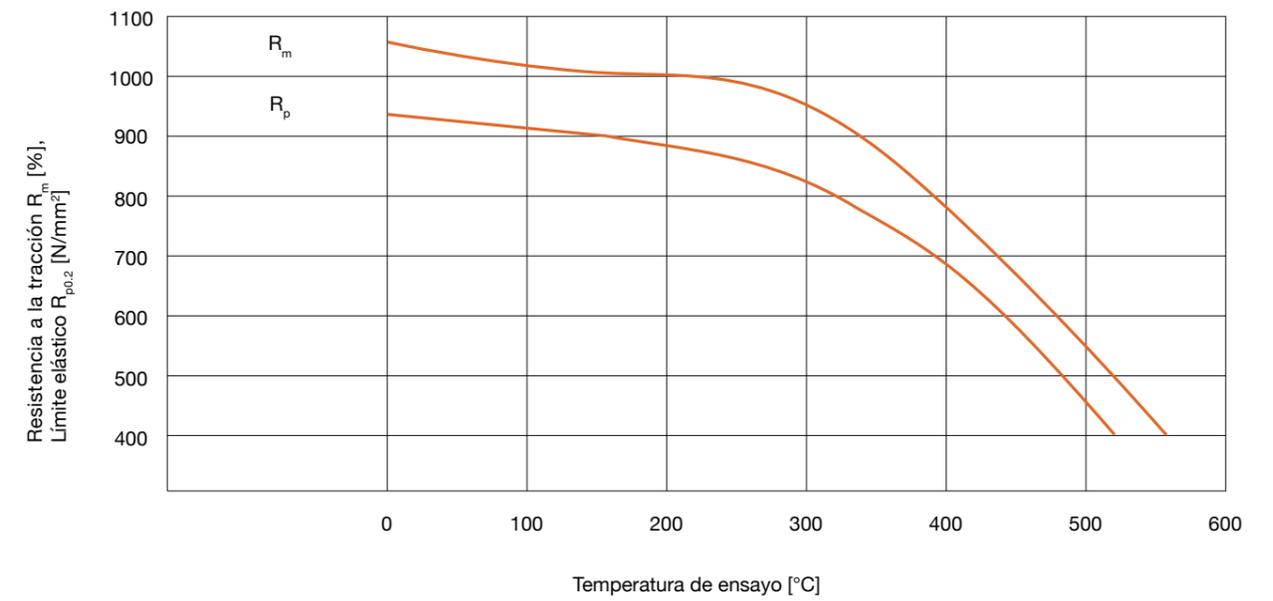


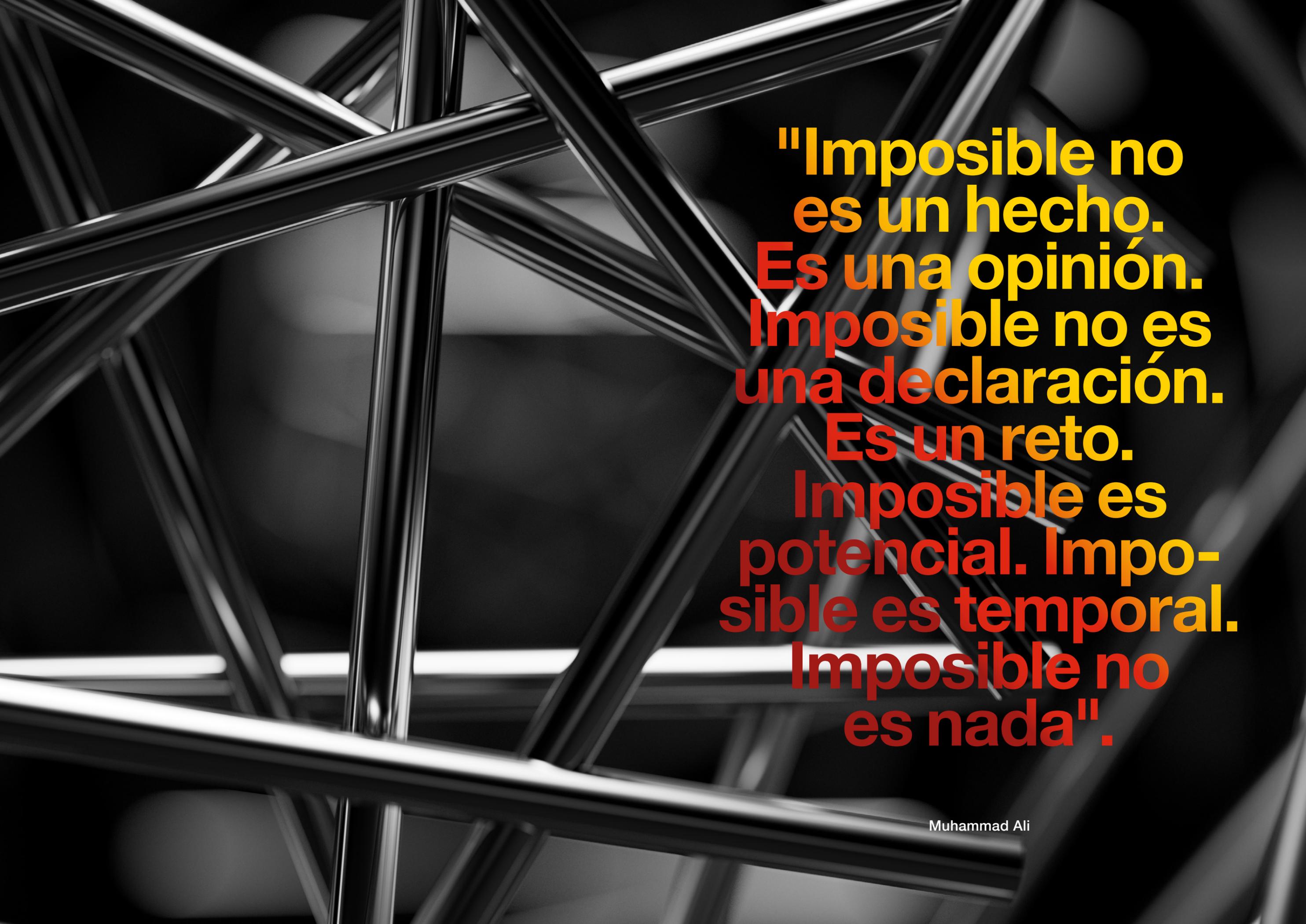
Resistencia longitudinal

Resistencia longitudinal en función de la temperatura de estabilizado
Valores orientativos, tiempo de estabilizado aprox. 2h



Resistencia longitudinal del ETG® 100 en altas temperaturas en función de la temperatura de tratamiento
Valores orientativos





**"Imposible no
es un hecho.
Es una opinión.
Imposible no es
una declaración.
Es un reto.
Imposible es
potencial. Imposible es temporal.
Imposible no
es nada".**

Muhammad Ali

Tratamiento térmico

Recomendaciones para el tratamiento térmico de aceros ETG® 88/100

- Evitar el temple en aristas vivas, ranuras de chavetas o taladros transversales.
- No templar totalmente piezas de paredes delgadas.
- Para piezas de geometría muy compleja que necesiten templado, p. ej. formas esféricas, ranuras profundas y muescas, o curvas cerradas, realizar previamente un tratamiento de estabilizado a 180 – 200 °C.
- Como los aceros ETG® 88/100 muestran de alguna manera marcas algo más pronunciadas que en los aceros para bonificar, recomendamos mantener la temperatura de endurecimiento al menos 100 °C por encima de A_{c3} .
- Como todos los materiales laminados y calibrados, los ETG® tienen una zona marginal y ligeramente pobre en carbono; la aceptación del temple en esta zona es reducida.
- Debería evitarse el temple de las superficies estiradas, debido a la posible existencia de defectos superficiales. Por el efecto de entalla, estos defectos pueden causar grietas debidas a tensiones por el temple.
- Al templar engranajes también se deberían templar el pie de diente hasta una profundidad de 0,2 mm.
- Para evitar grietas del temple como consecuencia las tensiones aparecidas, las piezas templadas deberían someterse a un tratamiento de revenido (~140 °C, 1 h) lo antes posible.
- Comparado al ETG® 100, el ETG® 88 es menos susceptible de sufrir grietas por el temple debido a sus menores tensiones residuales.

Información sobre el tratamiento térmico de los aceros ETG®

La elevada resistencia de los aceros ETG® se sitúa en la zona de los aceros bonificados. Por ello, en la mayoría de los casos no es necesario un tratamiento térmico adicional. En caso de que se exija una alta resistencia al desgaste o a la fatiga, pueden aplicarse diferentes procesos para aumentar la dureza superficial. La elevada resistencia de base garantiza una buena estructura de

apoyo y, por lo tanto, es una condición previa ideal para los siguientes procesos de tratamiento térmico:

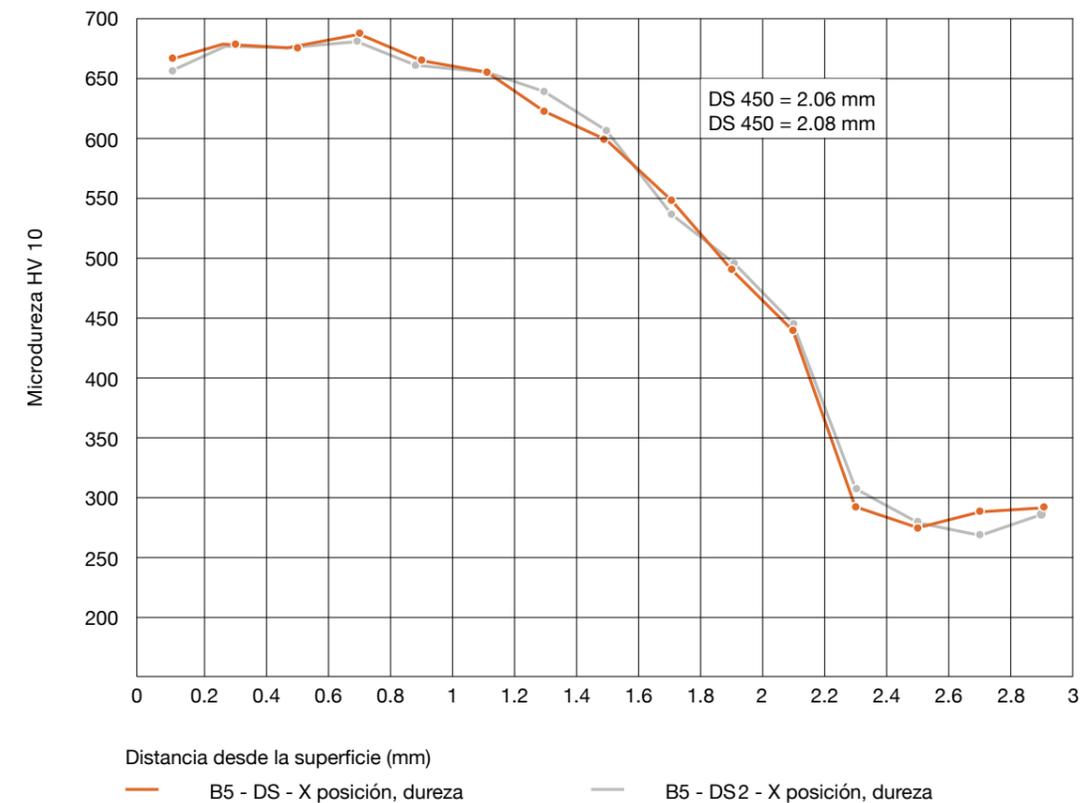
- Temple por inducción (HF)
- Nitrocarburoción
 - Nitrocarburoción en baño de sales
 - Nitrocarburoción gaseosa
 - Nitrocarburoción al plasma

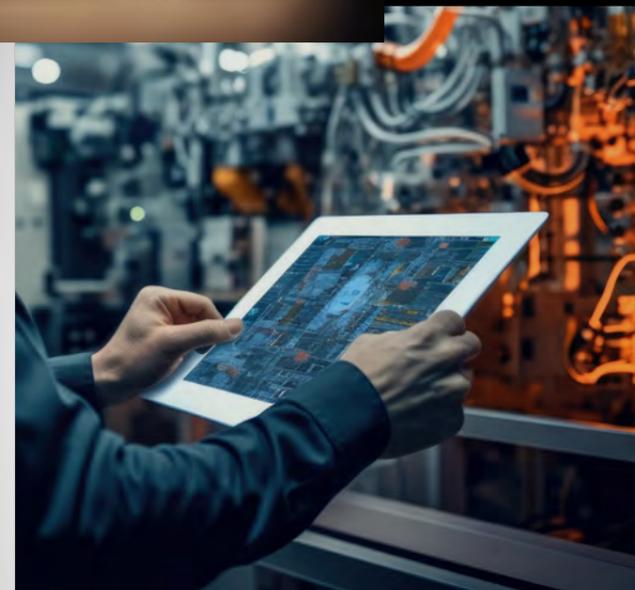
Temple por inducción (HF)

- Temperatura de tratamiento: 930 – 980 °C
- Medio de enfriamiento: polímero
- Dureza alcanzable: 50 – 55 HRC

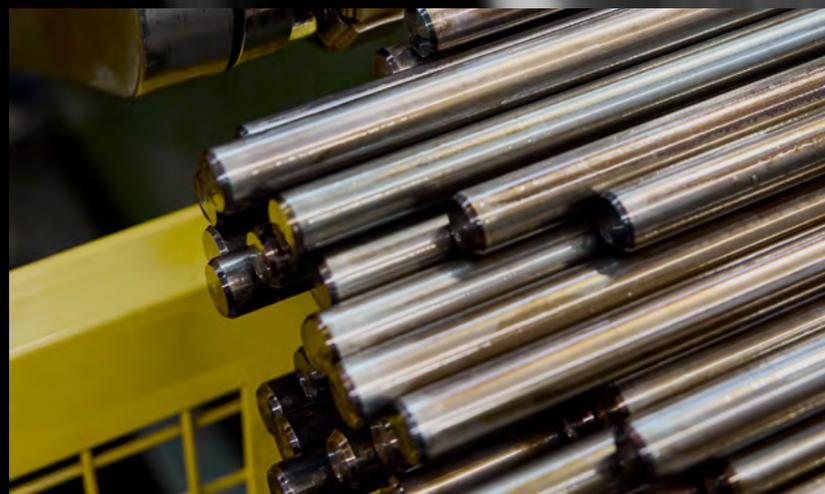
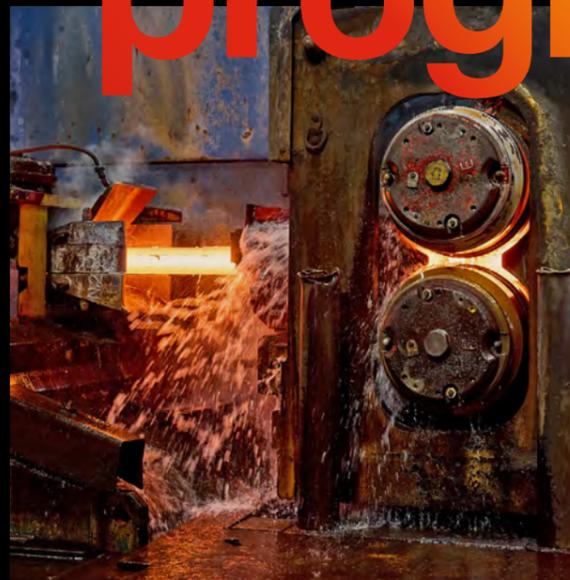
La profundidad del templado ha de mantenerse lo más baja posible, no debería ser más de 1 mm. Para piezas complejas se recomienda una estabilización previa de las tensiones a 550 – 580 °C. Si se usa agua como agente de enfriamiento se pueden obtener valores de dureza superiores, aunque existe riesgo de grietas de templado.

Temple por inducción Descripción de la dureza según DIN EN ISO 2639





**Feel the
heat of
progress**



Nitrocarburation

Nitrocarburation

La nitrocarburation mejora la resistencia del acero al desgaste y la corrosión. También aumenta así la resistencia a la fatiga por flexión. La nitrocarburation del ETG® 88/100 puede ser en baño de sales, gaseosa o al plasma. En un estudio, el ETG® 100 fue nitrocarburationado en horno tipo foso a 520 °C y 570 °C durante 10 h y 40 h, y durante 0,5 h y 4 h respectivamente. En cada caso, se utilizó una atmósfera con un potencial de nitruración de $K_N = 2$. Se añadió CO₂ al 2.5 % a 570 °C.



ETG® 100, 520 °C 10h, $K_N = 2$, grabador Nital

En piezas que deben cumplir con altas exigencias de precisión dimensional, hay que estabilizarlo antes del acabado a 520 - 570 °C. La nitruración al plasma también se puede utilizar ya que el proceso implica temperaturas más bajas (480 - 510 °C). Como las temperaturas utilizadas en el proceso al plasma son menores, hay menos reducción en la resistencia del núcleo. ETG® 100 presenta una capa compacta de compuesto con poca formación de poros. La dureza del núcleo es aproximadamente 315 HV 0,5. Resultados similares se dan con el ETG® 88. Nitrocarburationando el ETG® 100 generalmente dará como resultado una reducción en la resistencia a la tracción entre 100 MPa y 200 MPa. La reducción de la resistencia a la tracción en el caso de ETG® 88 es de alrededor 100 MPa.

Nitrocarburation

Tratamiento	Espesor de la capa compuesta	Zona porosa	Espesor de la capa nitrurada	Dureza superficial
	µm	µm	mm	HV 0.5
520 °C N 10h	8.8	2.5	0.25	540
520 °C N 40h	10.5	3.5	0.38	580
570 °C NC 0.5h	5.3	0.5	0.07	380
570 °C NC 4h	17.8	3.5	0.20	480

Dependiendo del proceso de nitrocarburation utilizado, luego puede ser necesario temple a 350 °C durante al menos 2 horas para eliminar cualquier hidrógeno introducido.

Indicaciones sobre procesos

Acabado de la superficie

La calidad de la superficie del ETG® 88/100 cumple con la norma EN 10277-1.

Los aceros ETG® 88/100 son sometidos a controles de grietas en serie. Para material redondo garantizamos una calidad de superficie de clase 3, y de clase 2 para material hexagonal. Debe tenerse en cuenta que en la versión estándar no se comprueban los extremos de las barras (50 mm).

El material debe rebajarse al menos en la medida de profundidad de defecto admisible, donde eventuales defectos de superficie podrían tener efectos negativos (Ej. efecto de entallado durante el temple superficial).

Soldadura

Los aceros ETG® 88/100 tienen soldabilidad limitada. Empleando electrodos austeníticos, reduciéndose los valores de resistencia. La resistencia a la rotura de la unión soldada está determinada por la resistencia de esta unión. Para evitar fracasos, debería llevarse a cabo ensayos previos antes de la soldadura definitiva. Los mejores resultados se obtuvieron con soldadura TIG.

- Método de soldadura: TIG
- Electrodo: X15CrNiMn 18-8 (1.4370)
- Precalentamiento: 300 °C
- Resistencia a la tracción de la unión soldada: 490 – 670 N/mm₂

El acero ETG® no es apropiado para la soldadura láser.

Conformado sin arranque de viruta: laminado de roscas

El roscado es posible con ETG®. Sin embargo, tornillos sinfín, roscas trapezoidales, etc... no deben ser roscados por laminación, sino mecanizado.

Otros procesos sin arranque de viruta

Para los ETG® 88 y ETG® 100 no se recomiendan el estampado, curvado, recalado, forjado, etc.... por favor contacte con nuestro servicio técnico.

Soldadura fuerte o amarilla

Con el acero ETG® también es posible la soldadura fuerte o amarilla, debiéndose tener en cuenta una pérdida de resistencia. Hay que dejar enfriar lentamente ante el riesgo de grietas por tensiones.

Tratamiento superficial

A los aceros ETG® 88/100 se les puede aplicar la mayoría de los tratamientos de mejora superficial como por ej. el galvanizado por inmersión en caliente, galvanizado - pasivado, cromado, niquelado, ennegrecido (pavonado), etc... Los sulfuros de manganeso existentes en el acero exigen una atención especial, especialmente durante el decapado y la neutralización. Las temperaturas de estos tratamientos nunca deben superar los 500 °C. Se recomienda el uso de material rectificado.

Steel beyond limits

Más allá de lo común

Una mentalidad creativa que compartimos con pasión.

Más allá de los aceros convencionales, combinados con innovación, soporte y servicios a la altura. Con cálculos gratuitos sobre el potencial de ahorro de procesos vamos más allá con nuestros clientes, permitiéndoles producir de forma más eficiente, segura y competitiva.

Nuestro personal



Llevamos más de 30 años colaborando con clientes y proveedores, universidades e institutos de investigación, para ir más allá de lo convencional. Juntos, superamos los límites. Juntos, redefinimos las expectativas.

Nuestra producción



Supervisamos nuestros procesos de producción para que funcionen de la forma más ágil y eficiente posible. Para que nuestros productos sean lo más fiables posible.

Nuestra red



Alcance mundial. Toque local. El acceso a nuestros conocimientos y experiencia le ayuda a trabajar de forma más ágil y eficiente. In situ o a distancia, nuestros servicios técnicos de calidad ofrecen accesibilidad y comunicaciones rápidas para que usted trabaje de forma más eficiente.

Nuestro proceso de pruebas



Las estrictas pruebas de producción y los controles de calidad garantizan la uniformidad en la alta calidad dentro de tolerancias muy estrechas.



**Together.
For a future
that matters.**

Nos reservamos el derecho a realizar cambios y mejoras técnicas sin previo aviso. Salvo error u omisión. Las fichas técnicas específicas de los productos tienen prioridad sobre los datos que figuran en el catálogo. Las características de rendimiento deseadas sólo son vinculantes si se han acordado exclusivamente en el momento de formalizar el contrato.



**Swiss
Steel**
Group

ETG® 88/100 se fabrica en Steeltec AG y
Steeltec GmbH

info.engineering@swisssteelgroup.com
www.swisssteel-group.com