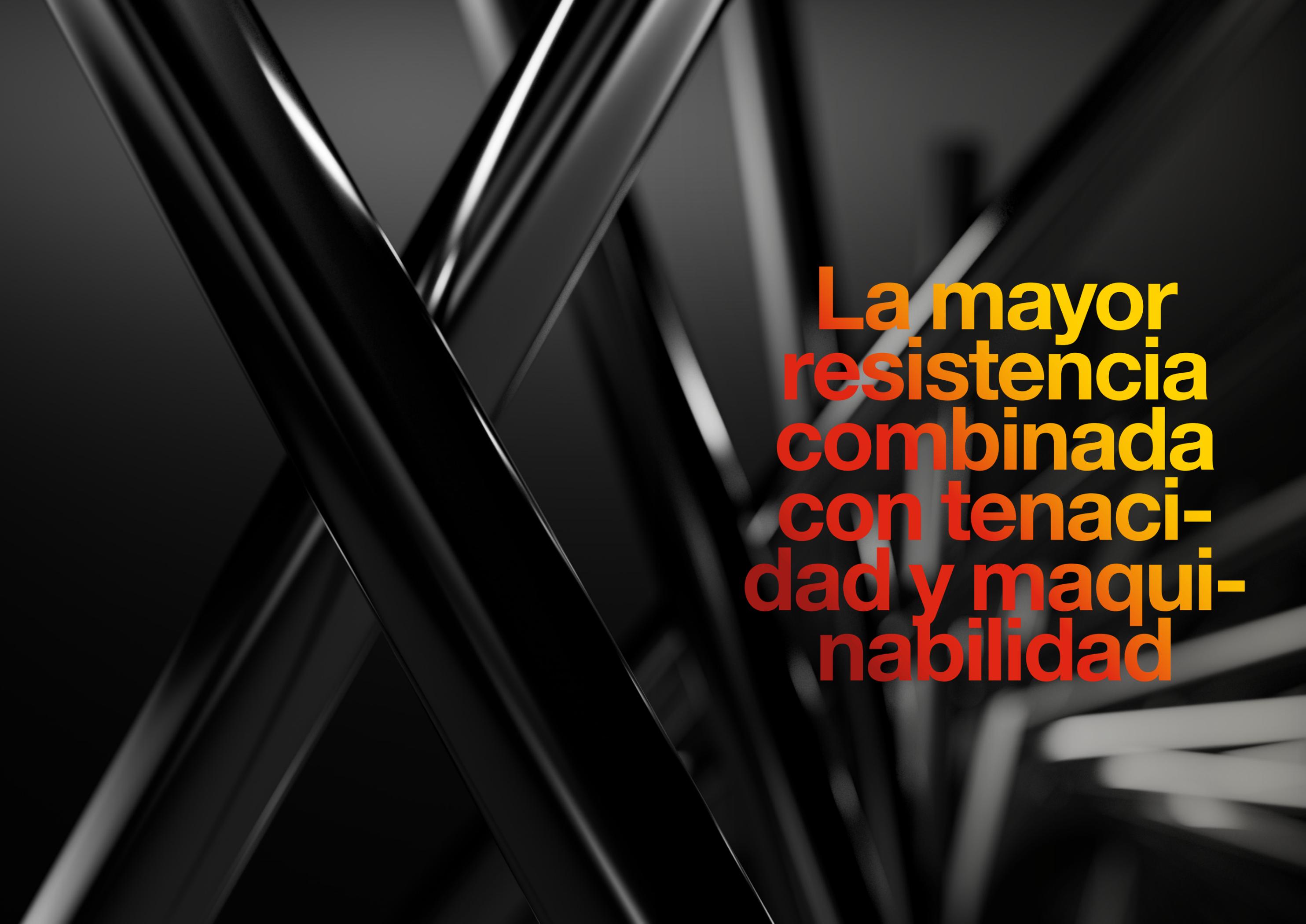


**Steel  
beyond  
limits**

**HSX<sup>®</sup>**



**Swiss  
Steel**  
Group



**La mayor  
resistencia  
combinada  
con tenaci-  
dad y maqui-  
nabilidad**

# Steel beyond limits



No es sólo acero – es  
una forma de pensar.

Desarrollar para crear mejor. Creer  
en las posibilidades de la ingenie-  
ría. Piezas más pequeñas.  
Mayor resiliencia.

HSX® no es sólo un producto de  
primera calidad: es una forma de  
pensar. Un símbolo de fuerza, crea-  
tividad y potencial. Durante más  
de 30 años, los aceros de alta re-  
sistencia han definido nuestro  
coraje como empresa de innova-  
dores, visionarios y buscadores  
de límites, dispuestos a ir más allá.

# ¿Por qué elegir Aceros HSX®?

Para piezas más resistentes, compactas y de menor peso. Para una calidad, seguridad y fiabilidad estrictas en piezas de precisión. Los aceros HSX® van más allá de lo imposible.



## Alta resistencia

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

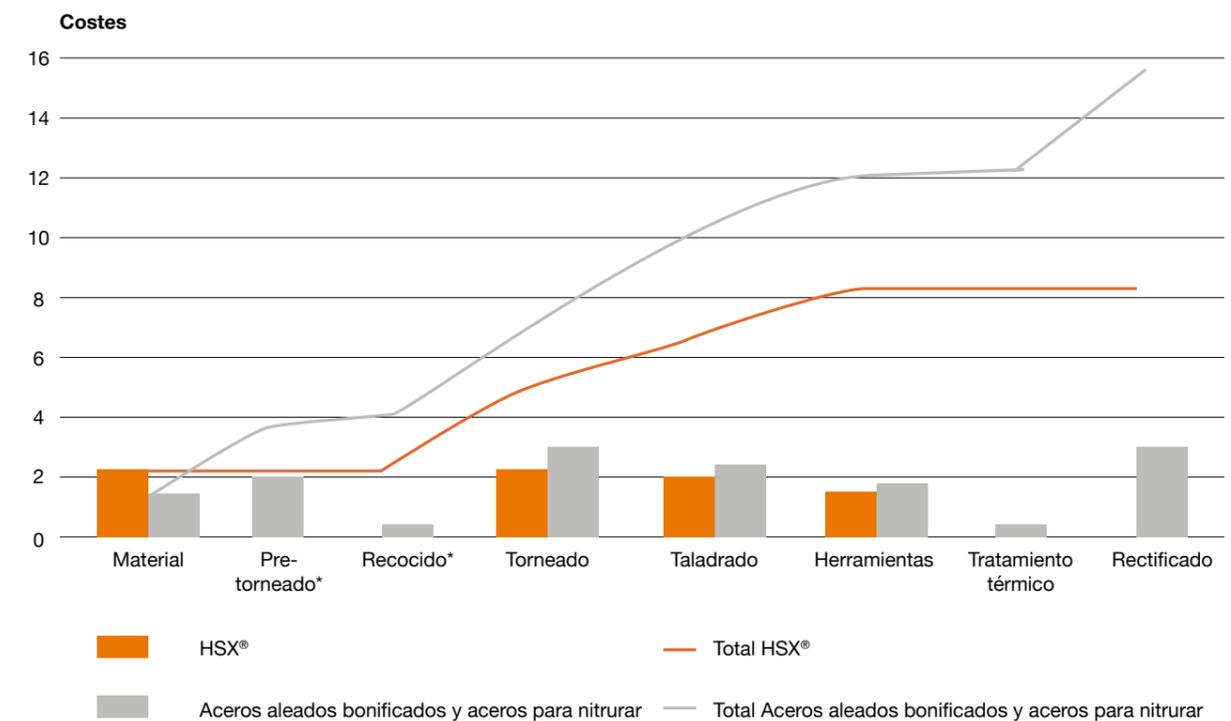
## Adaptados a la complejidad

Los aceros HSX® se adaptan para soportar elevadas cargas dinámicas o estáticas. Los componentes en acero HSX® soportan grandes esfuerzos de compresión y aguantan cargas de impacto y fuerzas de transmisión.

## Maquinabilidad

La facilidad de mecanizado de los aceros HSX® favorece procesos de fabricación más rápidos y ajustados. Reduce el desgaste de las herramientas y mejora los tiempos en máquina.

Comparación de costes de piezas en HSX® / Aceros aleados bonificados y aceros para nitrurar



\* para piezas donde la distorsión es crítica

# Mejore su capacidad de producción

Materiales excepcionales. Cualidades impresionantes. Importantes oportunidades de ahorro



**Hasta un 50% más resistente que los aceros convencionales**

Muy alto límite elástico y de tracción en estado de suministro



**Buena maquinabilidad**

La maquinabilidad y la vida útil de las herramientas son considerablemente mejores en comparación a los aceros bonificados convencionales. Tiempos de fabricación hasta un 40% más cortos.



**Hasta un 50% ahorro de costes**

Procesos de producción más rápidos y ágiles



**Tenacidad y resistencia dinámica**

Adecuado para piezas expuestas a elevadas cargas estáticas y dinámicas



**Una solución sostenible**

Por lo general sin necesidad de tratamiento térmico. Reducción de los procesos de producción y del CO<sub>2</sub>. Ahorro en el coste de los componentes de hasta un 50%.



**Calidad y fiabilidad de los componentes**

Propiedades constantes entre coladas

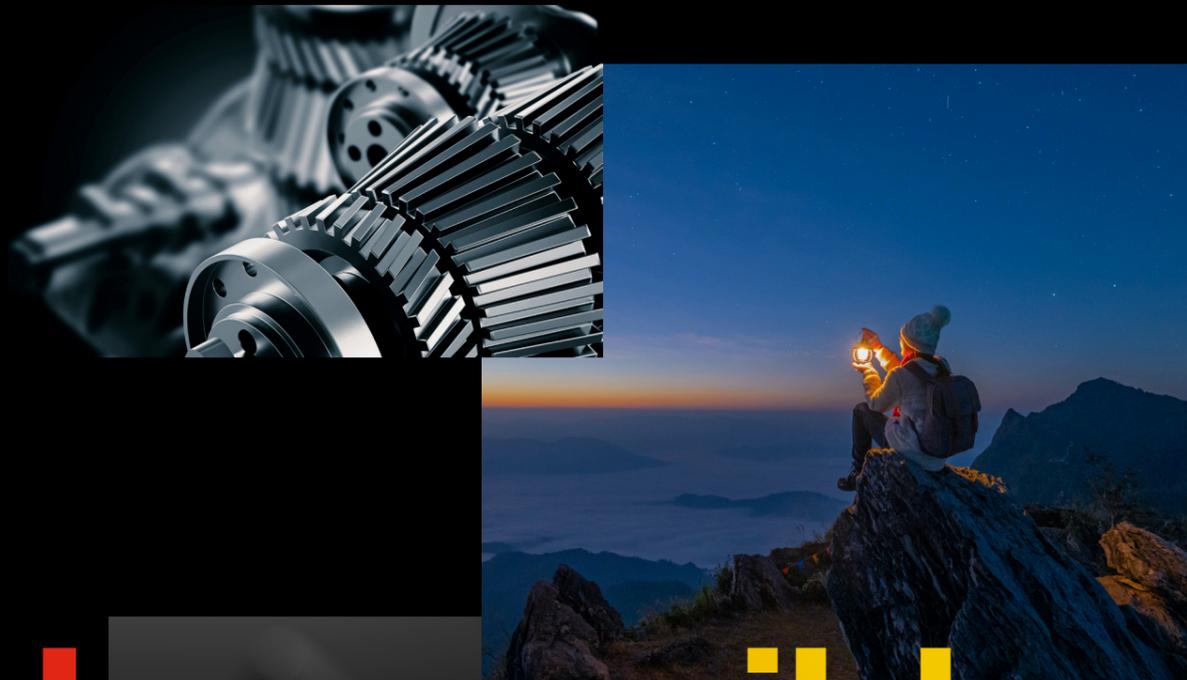
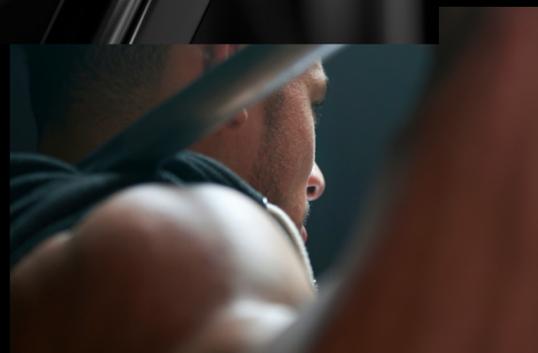
# Comparación de los aceros HSX<sup>®</sup> vs. aceros convencionales

HSX<sup>®</sup> está diseñado para sustituir a los aceros convencionales. Los aceros HSX<sup>®</sup> pueden utilizarse en una amplia gama de aplicaciones gracias a sus propiedades mecánicas, que se mantienen constantes para toda la gama dimensional. Como se muestra a continuación, una serie de aceros convencionales pueden sustituirse por aceros HSX<sup>®</sup>. Optimizando tamaños pueden lograrse importantes reducciones de peso y coste.

Comparación límite elástico de los aceros convencionales y el HSX<sup>®</sup>  
 $R_{p0,2}$  [N/mm<sup>2</sup>] según EN 10277-5, EN 10083-3\* y EN 10085\*\*

Número del material	Referencia EN	Proceso	Rango de diámetros mm			
			5-10	> 10-16	> 16-40	> 40-62
1.7034	34CrS4	+C + QT	-	-	590	460
		+QT + C	700	700	580	510
1.7039	41CrS4	+C + QT	-	-	660	560
		+QT + C	750	670	570	570
1.7213	25CrMoS4	+C + QT	-	-	600	450
		+QT + C	700	700	600	520
1.7227	42CrMoS4	+C + QT	-	-	750	650
		+QT + C	770	750	720	650
1.6582	34CrNiMo6	+C + QT	-	-	900	800
		+QT + C	770	750	720	650
1.8159*	51CrV4	+ QT	-	900	800	700
1.6580*	30CrNiMo8	+ QT	-	1050	1050	900
1.8519**	31CrMoV9	+ QT	-	-	900	800

Impossible until it's not



**Límite elástico garantizado: HSX®**

HSX® 110	estirado, redondo	←—————→	950	—————→
HSX® 130	estirado, redondo	←—————→	1200	—————→
HSX® Z12	torneado, redondo	←—————→	800	—————→

1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa**Comparación de la resistencia a la tracción de los aceros convencionales y los HSX®  
R<sub>m</sub> [N/mm<sup>2</sup>] según EN 10277-5, EN 10083-3\* y EN 10085\*\***

Número del material	Referencia EN	Proceso	Rango de diámetros mm			
			5-10	> 10-16	> 16-40	> 40-62
1.7034	34CrS4	+C + QT	-	-	800 – 950	700 – 850
		+QT + C	900 – 1100	900 – 1100	800 – 950	700 – 850
1.7039	41CrS4	+C + QT	-	-	900 – 1100	800 – 950
		+QT + C	1000 – 1200	1000 – 1200	900 – 1100	800 – 950
1.7213	25CrMoS4	+C + QT	-	-	800 – 950	700 – 850
		+QT + C	900 – 1100	900 – 1100	800 – 950	700 – 850
1.7227	42CrMoS4	+C + QT	-	-	1000 – 1200	900 – 1100
		+QT + C	1000 – 1200	1000 – 1200	1000 – 1200	900 – 1100
1.6582	34CrNiMo6	+C + QT	-	-	1100 – 1300	1000 – 1200
		+QT + C	1000 – 1200	1000 – 1200	1000 – 1200	1000 – 1200
1.8159*	51CrV4	+ QT	-	1100 – 1300	1000 – 1200	900 – 1100
1.6580*	30CrNiMo8	+ QT	-	1250 – 1450	1250 – 1450	1000 – 1300
1.8519**	31CrMoV9	+ QT	-	-	1100 – 1300	1000 – 1200

**Resistencia a la tracción garantizada: HSX®**

HSX® 110	estirado, redondo	←—————→	1050 – 1200	—————→
HSX® 130	estirado, redondo	←—————→	1250 – 1400	—————→
HSX® Z12	torneado, redondo	←—————→	950 – 1200	—————→

1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa**Comparación en alargamiento de los aceros convencionales y los HSX®  
A<sub>5</sub> [%] según EN 10277-5, EN 10083-3\* y EN 10085\*\***

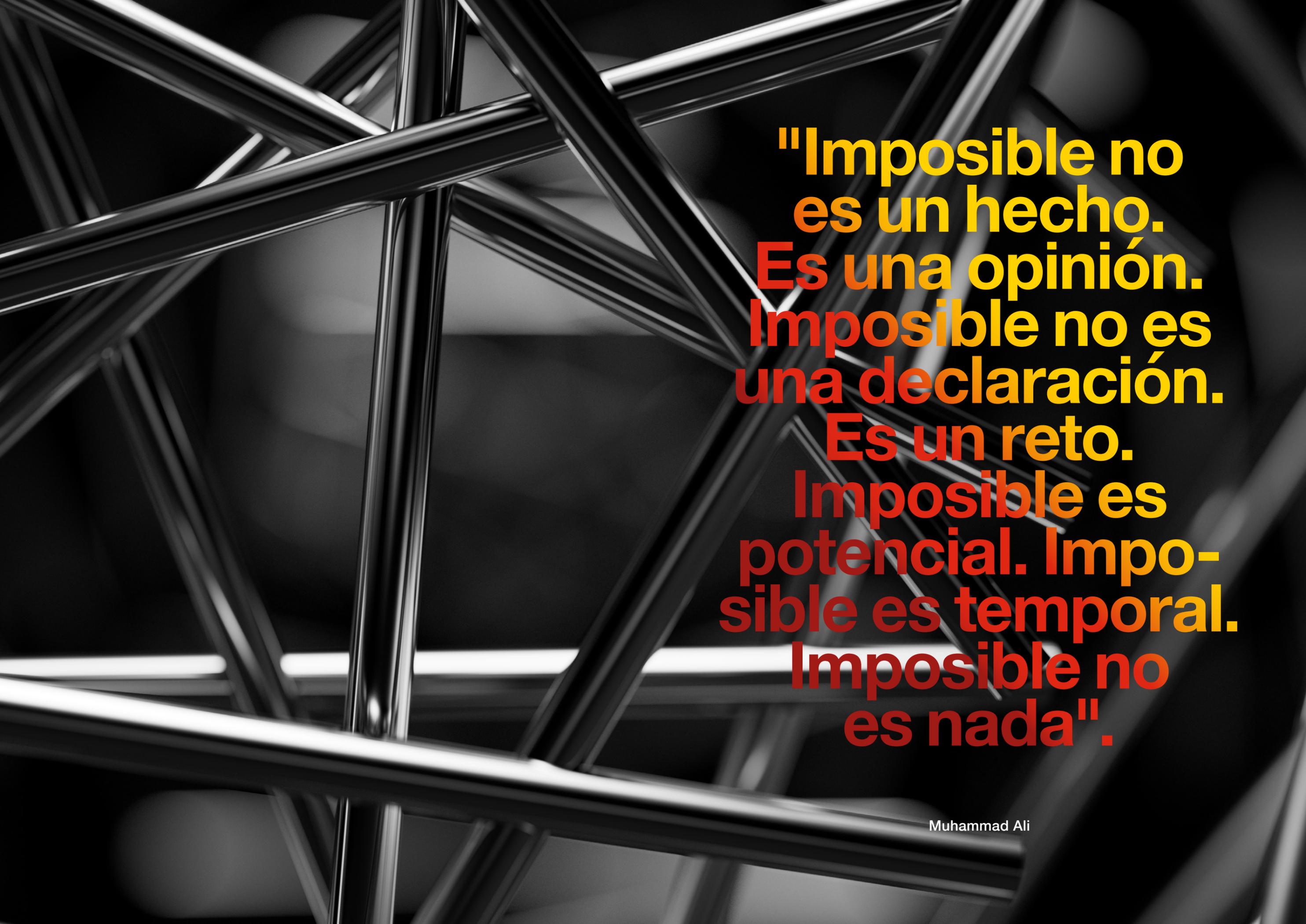
Número del material	Referencia EN	Proceso	Rango de diámetros mm			
			5-10	> 10-16	> 16-40	> 40-62
1.7034	34CrS4	+C + QT	-	-	14	15
		+QT + C	8	9	9	10
1.7039	41CrS4	+C + QT	-	-	12	14
		+QT + C	8	8	9	10
1.7213	25CrMoS4	+C + QT	-	-	14	15
		+QT + C	9	9	10	11
1.7227	42CrMoS4	+C + QT	-	-	11	12
		+QT + C	8	8	9	10
1.6582	34CrNiMo6	+C + QT	-	-	10	11
		+QT + C	8	8	9	10
1.8159*	51CrV4	+ QT	-	9	10	12
1.6580*	30CrNiMo8	+ QT	-	9	9	10
1.8519**	31CrMoV9	+ QT	-	-	9	10

**Alargamiento de rotura garantizado: HSX®**

HSX® 110	estirado, redondo	←—————→	8	—————→
HSX® 130	estirado, redondo	←—————→	6	—————→
HSX® Z12	torneado, redondo	←—————→	12	—————→

1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa

+ C estirado en frío  
+ C + QT estirado en frío y bonificado  
+ QT + C bonificado y estirado en frío  
+ QT bonificado



**"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

**Comparación en resiliencia de los aceros convencionales y el HSX®**  
 $A_v$  [J] según La llave del acero, EN 10083-3\* y EN 10085\*\*

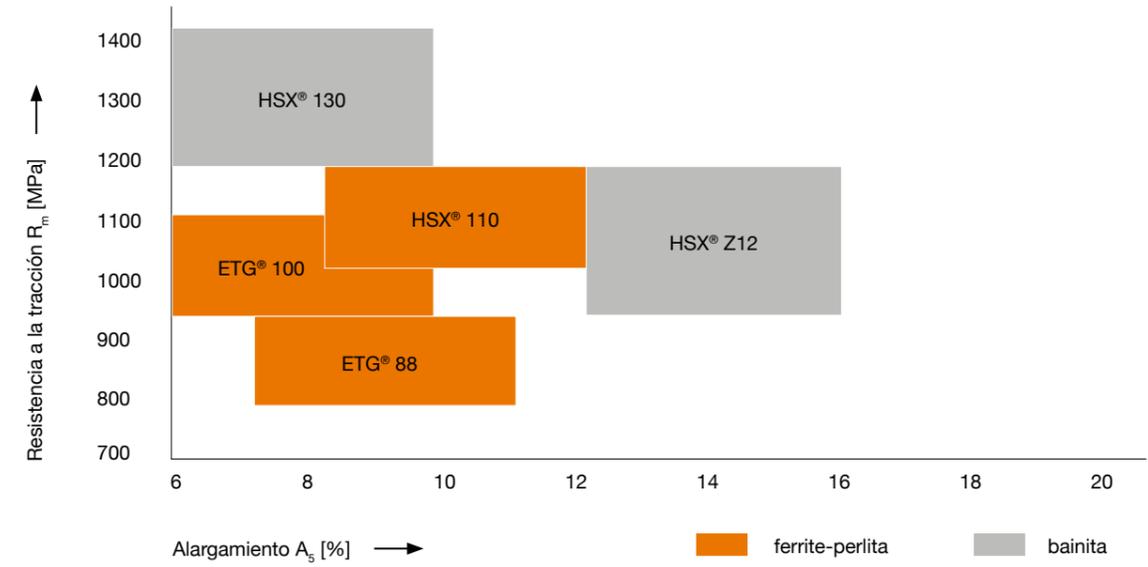
Número del material	Referencia EN	Proceso	Rango de diámetros mm		
			> 10-16	> 16-40	> 40-62
1.7034	34CrS4	+ QT	30	35	35
1.7039	41CrS4	+ QT	30	35	35
1.7213	25CrMoS4	+ QT	45	50	50
1.7227	42CrMoS4	+ QT	30	35	35
1.6582	34CrNiMo6	+ QT	35	45	45
1.8159*	51CrV4	+ QT	-	30	30
1.6580*	30CrNiMo8	+ QT	-	30	35
1.8519**	31CrMoV9	+ QT	-	25	30

+ QT templado y revenido (bonificado)

**Resiliencia garantizada: HSX®**

HSX® 110	estirado, redondo	←—————→	ap. 15	—————→
HSX® 130	estirado, redondo	←—————→	ap. 20	—————→
HSX® Z12	torneado, redondo	←—————→	ap. 40	—————→

**Resistencia a la tracción vs. alargamiento de rotura**



HSX® 110: alta resistencia, tenacidad mejorada  
 HSX® 130: muy alta resistencia, buena tenacidad  
 HSX® Z12: resistencia mejorada, muy buena tenacidad

Debido a la amplia gama de propiedades, los aceros especiales de alta resistencia HSX® 110, HSX® 130 y HSX® Z12 son aptos, sobre todo, para piezas expuestas a elevadas cargas y grandes esfuerzos. El mayor nivel de resistencia del HSX® 110 y del HSX® 130 los hace apropiados para piezas que deban absorber elevadas fuerzas estáticas y dinámicas. Por ej. piezas de engranaje, árboles de levas, ejes de accionamiento, piezas hidráulicas y neumáticas.

Por su tenacidad claramente superior, el HSX® Z12 se emplea preferiblemente para piezas que deben cumplir altas exigencias dinámicas y estáticas y que están expuestas a la transmisión de fuerzas y también a los golpes. Componentes hidráulicos, o uniones roscadas con pares de fuerza definidos o piezas expuestas a elevadas presiones.

Propiedades

Composición química

Análisis de fusión en % de masas (valores orientativos)

	C	Si	Mn	S	Cr	Mo
HSX® 110	0.39	0.75	1.40	0.035	-	-
HSX® 130	0.18	1.20	1.60	0.15	1.20	0.30
HSX® Z12	0.18	1.20	1.60	0.15	1.20	0.30

Propiedades mecánicas

Valores orientativos

Estáticas				HSX® 110	HSX® 130	HSX® Z12
Límite elástico	$R_{p0.2}$	N/mm <sup>2</sup>	min.	950	1200	800
Resistencia a la tracción	$R_m$	N/mm <sup>2</sup>	min.	1050	1250	950
Alargamiento de rotura		N/mm <sup>2</sup>	max.	1200	1400	1200
Esticción	$A_5$	%	min.	8	6	12
Dureza						
HRC			ap.	35	42	31
HB			ap.	330	395	300
Resiliencia	$AV_{RT}$	J	ap.	10	20	40
	$AV_{-20°C}$	J	ap.	8	16	20
Dinámicas				HSX® 110	HSX® 130	HSX® Z12
Tracción-compresión	$\sigma_w$	N/mm <sup>2</sup>	ap.	485	545	485
Pulsantes	$\sigma_{sch}$	N/mm <sup>2</sup>	ap.	385	445	385
Flexión alternativa	$\sigma_{bw}$	N/mm <sup>2</sup>	ap.	515	585	525

Los valores de resistencia a la fatiga se obtuvieron en muestras lisas.

1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa

Propiedades

Gama de productos

Categoría de acero	Proceso	Rango de diámetros mm	Tolerancia
HSX® 110	estirado, redondo	8 – 50	h11
HSX® 130	estirado, redondo	17 – 55	h11
HSX® Z12	torneado, redondo	18 – 62	h11

Longitudes de barra: estándar 3 m, otras longitudes bajo pedido

Código de color de la cara frontal: HSX® 110 naranja, HSX® 130 rojo, HSX® Z12 morado.

Acabado y calidad superficial clase 3 según EN 10277-1



**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. Reduzca el tamaño de sus piezas con la misma fuerza de transmisión y reduzca el peso total del conjunto, para cualquier elemento que se mueva.

Las piezas en acero HSX® 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.

Con los aceros HSX®, el proceso de fabricación es más corto y seguro.

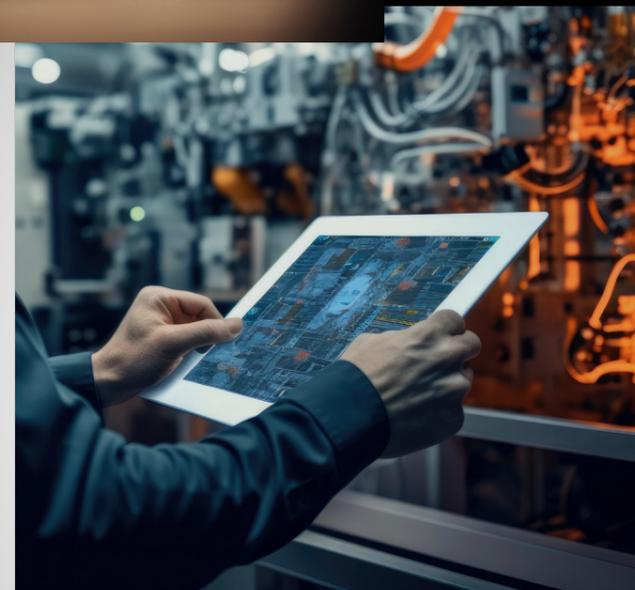
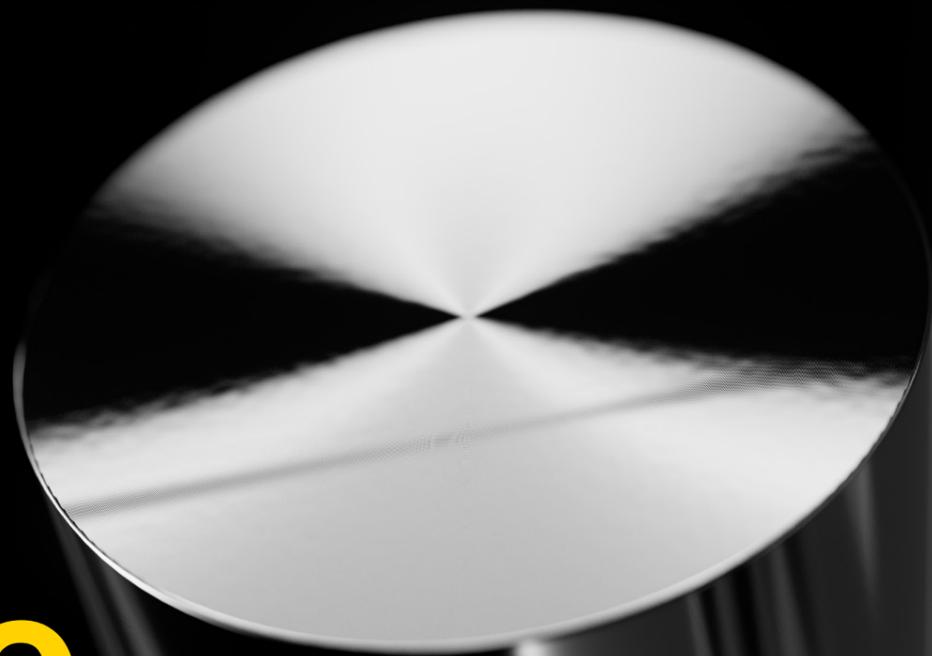


## Sistemas hidráulicos

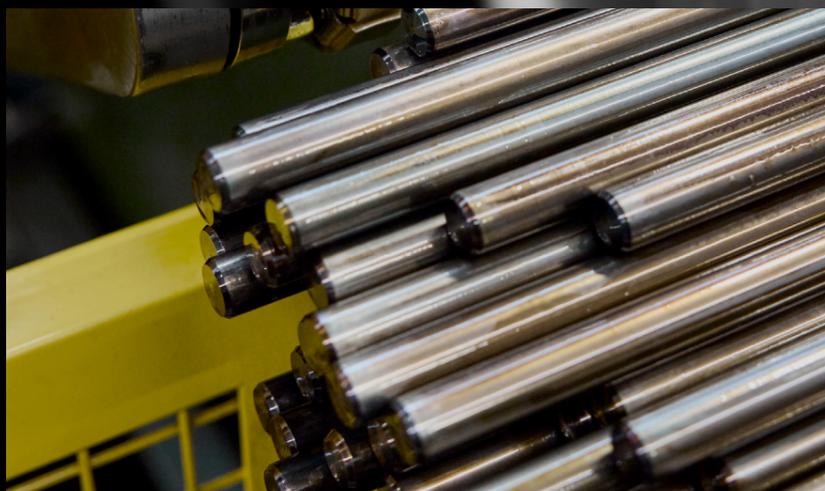
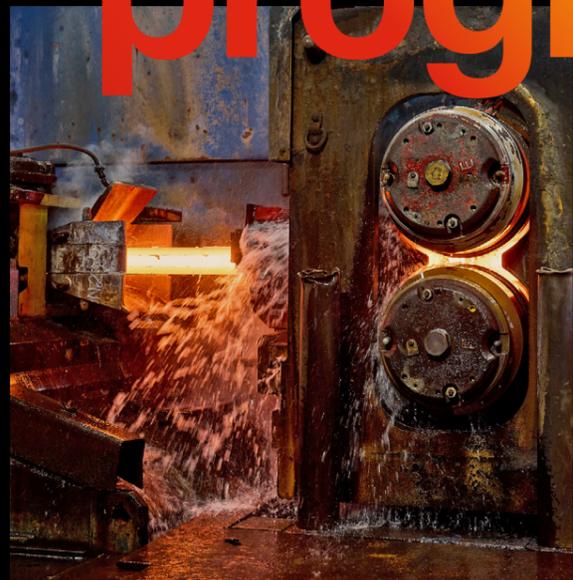
Mejore la resistencia de los sistemas hidráulicos industriales.

Los aceros HSX® satisfacen demandas de altas cargas estáticas y dinámicas, impulsos de presión y fuerzas oscilantes.





**Feel the  
heat of  
progress**



# Muy alta resistencia, gran rendimiento

Los aceros HSX® son resistentes en piezas complejas. Con un diseño que va más allá de lo común, combinando acero y conocimientos técnicos de producción.

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

Proceso mecanizado	$v_c / f$	Proceso	HSX® 110	HSX® 130	HSX® Z12
<b>Torneado multihusillo CNC</b> (MD recubierto)	$v_c$	desbaste	190 – 250	190 – 250	200 – 260
		$f$	0.20 – 0.60	0.20 – 0.60	0.20 – 0.60
	$v_c$	acabado	200 – 260	200 – 260	210 – 270
		$f$	0.10 – 0.30	0.10 – 0.30	0.10 – 0.30
	$v_c$	punteado / tronzado	120 – 200	120 – 200	140 – 220
		$f$	0.15 – 0.40	0.10 – 0.40	0.10 – 0.40
<b>Torneado multihusillo CAM</b> (Torneado recto, MD recubierto)	$v_c$	desbaste	150 – 210	130 – 190	160 – 220
		$f$	0.05 – 0.20	0.05 – 0.20	0.05 – 0.20
	$v_c$	acabado	160 – 220	140 – 200	170 – 230
		$f$	0.03 – 0.15	0.03 – 0.15	0.03 – 0.15
	$v_c$	punteado / tronzado	100 – 160	90 – 150	80 – 140
		$f$	0.10 – 0.35	0.10 – 0.35	0.10 – 0.35

<b>Torneado CNC</b> (MD recubierto)	$v_c$	desbaste	190 – 250	190 – 250	200 – 260
		$f$	0.20 – 0.60	0.20 – 0.60	0.20 – 0.60
	$v_c$	acabado	200 – 260	200 – 260	210 – 270
		$f$	0.10 – 0.30	0.10 – 0.30	0.10 – 0.30
	$v_c$	punteado / tronzado	120 – 200	120 – 200	140 – 220
		$f$	0.15 – 0.40	0.10 – 0.40	0.10 – 0.40
<b>Cilindrado CNC</b> (MD recubierto)	$v_c$	desbaste	130 – 190	110 – 170	140 – 200
		$f$	0.05 – 0.25	0.05 – 0.25	0.05 – 0.25
	$v_c$	acabado	140 – 200	120 – 180	150 – 210
		$f$	0.05 – 0.25	0.05 – 0.25	0.05 – 0.25
	$v_c$	punteado / tronzado	50 – 90	40 – 80	30 – 70
		$f$	0.05 – 0.30	0.05 – 0.30	0.05 – 0.30
<b>Taladrado</b> (Broca insertada – MD recubierto)	$v_c$		110 – 170	90 – 150	100 – 160
	$f$		0.10 – 0.30	0.10 – 0.30	0.10 – 0.30
<b>Taladrado</b> (HSS, recubierto)	$v_c$		30 – 70	25 – 65	20 – 60
	$f$		0.05 – 0.20	0.05 – 0.20	0.05 – 0.20
<b>Escariado</b> (MD recubierto)	$v_c$		25 – 30	25 – 30	25 – 30
	$f$		0.10 – 0.30	0.10 – 0.30	0.10 – 0.30
<b>Rosca (Roscado interno / externo)</b> Roscado con peine – MD recubierto)	$v_c$		60 – 150	50 – 140	40 – 130
Corte – MD recubierto	$v_c$		6 – 9	6 – 9	6 – 9
Moldeo – HSS recubierto	$v_c$		8 – 20	8 – 20	8 – 20

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

# Recomendaciones generales

## Recomendaciones para los aceros HSX®

- Evitar el temple en aristas vivas, ranuras de chavetas o taladros transversales.
- No temprar totalmente las piezas con paredes delgadas.
- Para piezas de geometría muy compleja que necesiten templado, por Ej. formas esféricas, ranuras profundas y muescas, o curvas cerradas, realizar previamente un tratamiento de estabilizado a 180 – 200°C.
- 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 de temple.
- Al temprar engranajes también se deberían temprar el pie de diente hasta una profundidad de 0,2 mm.
- Para evitar grietas del temple como consecuencia las tensiones aparecidas, las piezas endurecidas deberían someterse a un tratamiento de revenido (~140°C, 1h) lo antes posible.

# Tratamiento térmico

## Información para el tratamiento termico de aceros HSX®

La elevada resistencia de los aceros HSX® 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:

- HSX® 110: temple por inducción, nitrocarburoción
- HSX® 130: nitrocarburoción
- HSX® Z12: nitrocarburoción

## Temple por inducción HSX® 110 (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.

# Nitrocarburation

## Nitrocarburation

La nitrocarburation mejora la resistencia del acero al desgaste y la corrosión. También aumenta así la resistencia a la fatiga por flexión del material.

### Nitrocarburation gaseosa (dos fases)

- Temperaturas de tratamiento:  
Fase 1: 500 – 520°C; Fase 2: 530 – 550°C
- Atmósfera: Fase 1: 70 – 75% NH<sub>3</sub>;  
Fase 2: 50 – 80% NH<sub>3</sub>
- Duración del tratamiento: 24 – 48 h
- Espesor de la capa de compuesto: aprox. 15 µm
- Medios de enfriamiento: gas, agua, aceite

Nitrocarburation los HSX® 110 y HSX® 130 causa una reducción de la resistencia mecánica aprox. de un 10 – 20%.

### Nitrocarburation por plasma

- Temperatura de tratamiento: 480 – 510°C
- Duración del tratamiento: 20 – 36 h
- Espesor de la capa de compuesto: hasta 10 µm. Este proceso – la nitrocarburation al vacío a la temperatura del revenido – ha dado buenos resultados con el acero HSX®

Debido a la temperatura de tratamiento más baja, la resistencia en el núcleo desciende un poco menos que en la nitrocarburation gaseosa.

## Nitrocarburation

Procedimiento	Material	Dureza superficial HV <sub>0.5</sub> *	Dureza en el núcleo HV <sub>0.5</sub>	Profundidad mm	
				24 h	48 h
Nitrocarburation gaseosa	HSX® 110	450 – 600	300	0.40	0.50
Nitrocarburation gaseosa	HSX® 130 HSX® Z12	600 – 800	330	0.40	0.45
Nitrocarburation al plasma	HSX® 130 HSX® Z12	600 – 850	350	0.30	0.55

Todos los datos son valores de referencia  
\*medidos con una distancia del borde de 0,1 mm

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

# Information sobre acabados

## Acabado superficial

El acabado superficial del HSX® cumple con las especificaciones de la EN 10277-1. Los aceros HSX® son sometidos a control de grietas en serie. Garantizamos una calidad de superficie Clase 3. Debe tenerse en cuenta que en la versión estándar no se comprueban los primeros 50 mm en los extremos de las barras.

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

## Tratamiento superficial

Con los aceros HSX® 110 se puede usar la mayoría de los procedimientos 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 un trabajo esmerado, especialmente durante el decapado y la neutralización. Las temperaturas de mejora de superficie nunca deben exceder los 500°C. Un resultado óptimo se obtiene solo usando material rectificado.

Debido a la composición química del material a HSX® 130 y HSX® Z12, el procedimiento de mejora superficial y el de preparación de la superficie deben estar adaptados específicamente uno al otro.

# 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

HSX<sup>®</sup> se fabrica en Steeltec AG y  
Steeltec GmbH

[info.engineering@swisssteelgroup.com](mailto:info.engineering@swisssteelgroup.com)  
[www.swisssteel-group.com](http://www.swisssteel-group.com)