

KEYLOS[®] 2311

*Aço pioneiro para moldes
pré-endurecido com maquinabilidade
e capacidade de polimento superiores*

*O conteúdo desta brochura tem fins meramente informativos e não pode ser considerado vinculativo em relação ao fornecimento de material.
Todas as informações, exceto para efeitos legais, são estritamente confidenciais e apenas podem ser divulgadas mediante autorização da Lucchini RS S.p.A.
Edição de março de 2016.*

LUCCHINI RS
distribuidor exclusivo


ferrol marinha

CARACTERÍSTICAS GERAIS

O KeyLos®2311 é o pioneiro dos tipos de aço ligados para moldes, tendo sido concebido para o fabrico de moldes de pequena e média dimensão com uma espessura até 600 mm.

O KeyLos®2311 representa a opção ideal para a produção de moldes e para a tecnologia de processamento de plástico, que procura:

- boa tenacidade e propriedades mecânicas;
- maquinabilidade e capacidade de polimento;
- micro-limpeza.

Este aço é produzido através de um processo de fabrico "super limpo" especial, que proporciona um elevado nível de micro - pureza.

O KeyLos®2311 é fornecido na condição pré- endurecida com uma dureza superficial de 280 a 330 HB.

Os elevados níveis de maquinabilidade e homogeneidade microestrutural são obtidos graças a um processo de tratamento com cálcio no aço líquido e a um cuidadoso processo de tratamento térmico.

O KeyLos®2311 é a melhor opção clássica para a produção de blocos com baixa e média espessura, até 600 mm, que requerem um elevado grau de homogeneidade da dureza, das propriedades mecânicas e da tenacidade em toda a secção do molde.

Resumindo, o KeyLos®2311 oferece as seguintes vantagens:

- boa maquinabilidade;
- excelente adequação à foto-gravação;
- excelente adequação ao polimento;
- excelente adequação à nitruração para aumentar a resistência ao desgaste da superfície;
- boa resistência ao desgaste em toda a secção do molde;
- ciclo de fabrico otimizado: do bloco de aço ao molde, sem necessidade de tratamentos intermédios.

É igualmente possível realizar soldadura, apenas em caso de reparação extrema.

O KeyLos®2311 é 100% sujeito a inspeção ultrassónica de acordo com as normas NDT mais exigentes.

O KeyLos®2311 foi concebido também com o objetivo de garantir a mais reduzida utilização de materiais virgens, avançando-se no sentido de utilizar categorias de sucata de difícil reciclagem que podem ser usadas na produção de aço do tipo KeyLos®2311.

ANÁLISE QUÍMICA

Produção de liga (% no peso)

C	0,35 ÷ 0,45
Si	0,20 ÷ 0,40
Mn	1,30 ÷ 1,60
Cr	1,80 ÷ 2,10
Mo	0,15 ÷ 0,30

Tabela de comparação da classificação internacional

W.Nr. **1.2311**
DIN EN ISO **4957 40CrMnMo7**

Os aços para ferramentas da Lucchini RS foram sujeitos a pesquisa e formulados no sentido de otimizar os desempenhos do material.

O nome da marca identifica o produto da Lucchini RS e o número evoca a classificação Werkstoff ou outra forma de refletir as características de utilização.

PRINCIPAIS APLICAÇÕES

Na condição pré-endurecida, o KeyLos® 2311 é adequado às seguintes aplicações.

Produção de moldes de plástico:

- moldes de pequena e média dimensão para a indústria automóvel;
- moldes para produtos da indústria alimentar;
- moldes para prensagem de borracha;
- moldes de pressão (SMC, BMC);
- porta-moldes;

Extrusão:

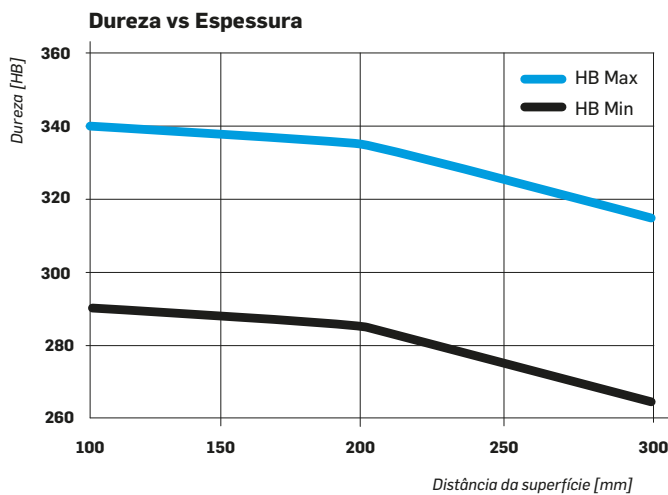
- cortantes e calibradores para extrusão de PVC;
- peças mecânicas para prensas de extrusão.

PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS

Principais propriedades FÍSICAS	20	250	500	°C
Módulo de elasticidade (GPa) 1GPa=1000 MPa	210	196	177	
Coefficiente de dilatação térmica (10 ⁻⁶ /K)	—	12,6	14,4	
Condutividade térmica (W/m K)	34,0	33,4	33,0	

Principais propriedades MECÂNICAS	°C	
	20	200
Tensão de rotura à tração (UTS) MPa	1,000	890
Limite aparente de elasticidade (YS) MPa	880	750

Estes valores correspondem a médias obtidas do meio da secção de uma barra com 400 mm de espessura, sujeita a endurecimento a 860 °C, arrefecimento e têmpera a 600 °C.



TRATAMENTOS TÉRMICOS

O KeyLos[®]2311 é fornecido na condição normalizada-endurecida.

Se for necessário obter níveis de dureza diferentes, ou se for necessário um ciclo de tratamento térmico, recomendamos os parâmetros da seguinte tabela.

Os dados anexados servem unicamente para efeitos informativos e têm de ser alterados em função da infraestrutura de tratamento térmico e da espessura da barra.

RECOZIMENTO DE COALESCÊNCIA

Temperatura sugerida	700 °C
Duração de permanência	60 min. por cada 25 mm de espessura
Arrefecimento	Lento no forno a um máx. de 20 °C/h até 600 °C, em seguida à temperatura ambiente

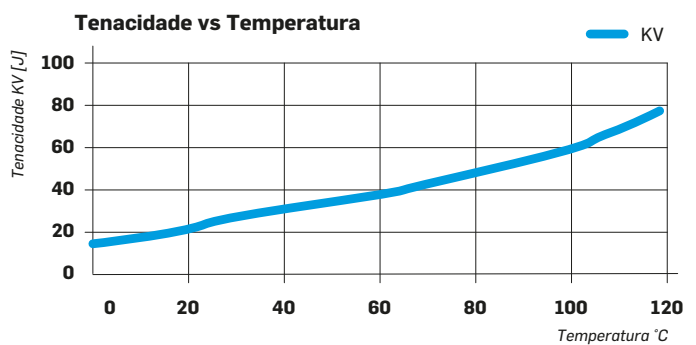
O recozimento de coalescência é útil para melhorar a maquinabilidade. A dureza obtida é inferior a 250 HB.

RELAXAÇÃO DAS TENSÕES

Temperatura sugerida	550 °C
Duração de permanência	60 min. por cada 25 mm de espessura
Arrefecimento	Lento no forno a um máx. de 20 °C/h até 200 °C, em seguida à temperatura ambiente

Se a temperatura sugerida for inferior à temperatura da têmpera, a temperatura de relaxação das tensões será 50 °C inferior à temperatura da têmpera previamente aplicada.

É recomendada a relaxação das tensões caso seja necessário eliminar as tensões induzidas pelo trabalho mecânico ou por um tratamento térmico prévio.



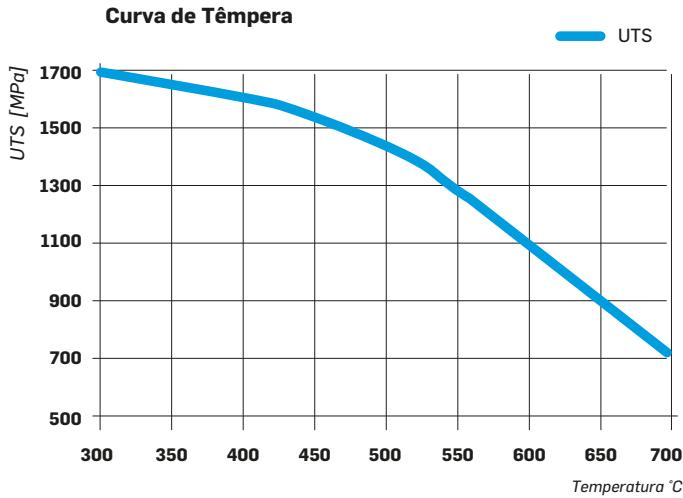
ENDURECIMENTO

Temperatura sugerida	860 °C
Duração de permanência	60 min. por cada 25 mm de espessura
Arrefecimento	Arrefecimento com polímero ou água

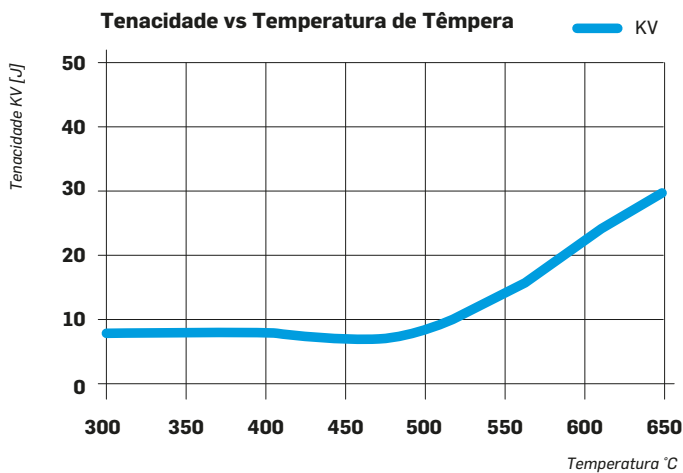
Sugerimos que realize o endurecimento do material fornecido na condição recozida e a têmpera imediatamente a seguir.

TÊMPERA

Temperatura sugerida	A temperatura da têmpera a aplicar ao material depende das propriedades mecânicas que forem necessárias. Consulte a secção seguinte.
Duração de permanência	60 min. por cada 25 mm de espessura
Arrefecimento	Temperatura ambiente



A curva de têmpera de uma amostra que foi austenizada a 860 °C.



Depois da têmpera, sugerimos que realize a relaxação das tensões a uma temperatura inferior a 50 °C.

TÊMPERA POR INDUÇÃO

Neste aço é possível realizar a têmpera por indução. Recomendamos o arrefecimento à temperatura ambiente e a têmpera após o tratamento térmico.

NITRURAÇÃO

O KeyLos[®] 2311 é adequado à nitruração iônica e gasosa. Este tratamento é muito útil para moldes ou cortantes que são sujeitos a aplicações de tensão extrema.

O aumento da dureza superficial após a nitruração prolonga o ciclo de vida útil do componente.

Os processos modernos de nitruração permitem manter as dimensões originais do componente.

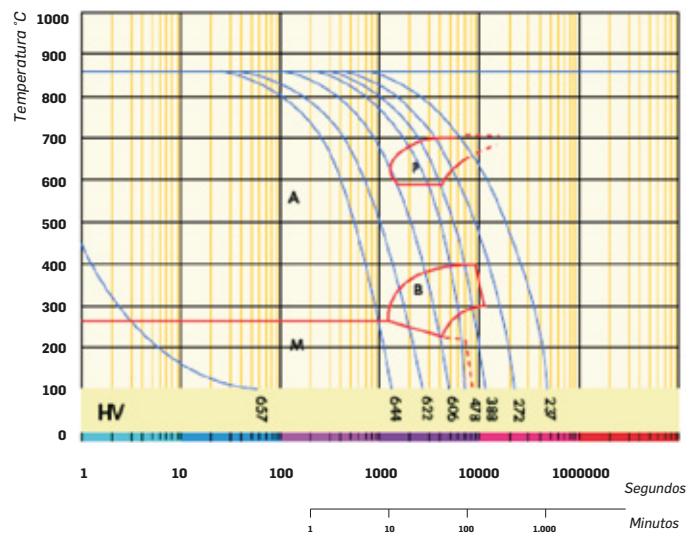
Recomendamos que o tratamento térmico seja realizado no componente na condição maquinada finalizada.

Recomendamos o seguinte ciclo de fabrico para obter os melhores resultados:

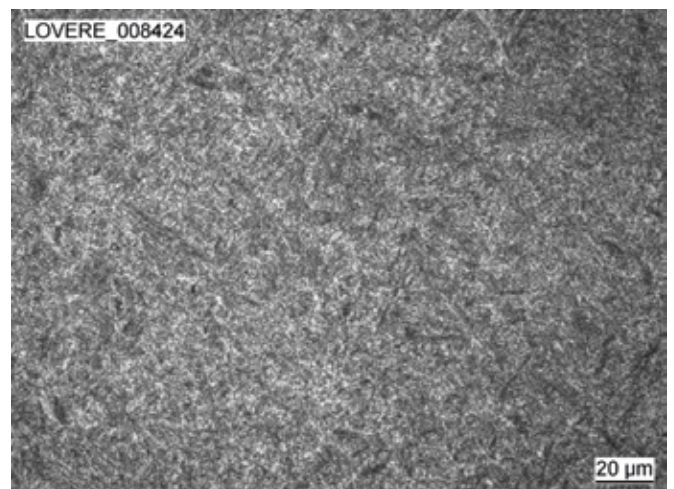
- maquinação de desbaste;
- relaxação das tensões;
- maquinação de acabamento;
- nitruração.

Em qualquer caso, a Lucchini RS pode analisar e estudar outras propriedades mais aprofundadamente mediante pedido específico do cliente: consulte os especialistas do Departamento MET da Lucchini RS.

CURVA TAC



MICROESTRUTURA DO KEYLOS[®] 2311



A microestrutura do KeyLos[®] 2311 detetada a cerca de 20 mm abaixo da superfície é martensite revenida.

GUIA DE COMPARAÇÃO RÁPIDA DOS DIVERSOS TIPOS

A seguinte tabela apresenta uma comparação rápida das características mais importantes dos tipos de aço pré-endurecidos que são normalmente aplicados na produção de moldes de plástico.

Excelente **4**
 Muito Bom **3**
 Bom **2**
 Normal **1**
 Inadequado **0**

FAMÍLIA DE AÇO DA LUCCHINI RS PARA MOLDES DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO																			
Tipos de aço pré-endurecidos não resistentes à corrosão para moldes																			
Características especiais e condições entregues	KEYLOS												ESKYLOS				BEYLOS		
	1730	1730M	7225	ON	2312	2311	UP	2738MSH	2738	PLUS	2738MHH	2002	6959	2002	6959	2340	2365M	2711	2714
HB à superfície em condição recozida	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	< 220	—	<220	<220	<220	<250	<250
HB à superfície pré-endurecido	≤200	≤210	220-270	280-330	280-330	280-330	280-330	280-330	290-340	300-350	320-360	360-400	370-410	360-400	370-410	400-450	400-450	370-410	370-410
Espessura máxima (mm)	300	300	500	500	600	600	800	800	1000	800	1200	1200	500	500	500	500	500	500	700
Dureza e resistência ao desgaste	1	1	1	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3
Grau de tempera total na secção	1	1	1	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3	3
Tenacidade	1	1	2	2	1	3	3	3	2	3	3	3	4	3	4	3	2	4	4
Maquinabilidade após recozimento	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	3	3	3	3
Maquinabilidade após endurecimento	3	3	2	1	4	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1
Granularidade de textura	1	1	1	2	0	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	4	4	2	2
Capacidade de polimento	2	2	2	2	0	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	4	4	3	3
Reparação por soldadura	1	1	1	0	0	1	1	2	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1
Condutividade térmica	3	3	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	2	1	1	2	2
Resistência à corrosão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

As informações e os dados aqui apresentados correspondem a valores habituais ou médios e não representam uma garantia dos valores máximos ou mínimos.

As aplicações sugeridas especificamente para os materiais descritos no presente documento e no guia de comparação rápida

dos vários tipos são apresentadas exclusivamente para efeitos de ilustração, para que o leitor possa fazer a sua própria avaliação, e não representam garantias explícitas nem implícitas de adequação a estas ou outras finalidades.

ORIENTAÇÃO PARA MAQUINAÇÃO

Os seguintes parâmetros são meramente indicativos e têm de ser adaptados à aplicação específica e às máquinas empregues.

Torneamento

Tipo de inserção	Maquinação de desbaste	Maquinação de acabamento		
	P20-P40 com revestimento	HSS	P10-P20 com revestimento	Cermet
V _C Velocidade de corte (m/min)	140 ÷ 180	(*)	180 ÷ 220	240 ÷ 300
a _r Profundidade de passe (mm)	5	(*)	< 1	< 0,5

Fresagem

Tipo de inserção	Maquinação de desbaste		
	P25-P35 sem revestimento	P25-P35 com revestimento	HSS
V _C Velocidade de corte (m/mm)	100 ÷ 120	145 ÷ 175	(*)
f _x Alimentação (mm)	0,15 ÷ 0,3	0,15 ÷ 0,3	(*)
a _r Profundidade de passe (mm)	2 ÷ 4	2 ÷ 4	(*)

Pré-acabamento			
Tipo de inserção	P10-P20 sem revestimento	P10-P20 com revestimento	HSS
V _C Velocidade de corte (m/mm)	120 ÷ 140	160 ÷ 190	(*)
f _x Alimentação (mm)	0,2 ÷ 0,3	0,2 ÷ 0,3	(*)
a _r Profundidade de passe (mm)	< 2	< 2	(*)

Acabamento			
Tipo de inserção	P10-P20 sem revestimento	P10-P20 com revestimento	Cermet P15
V _C Velocidade de corte (m/mm)	190 ÷ 230	240 ÷ 260	280 ÷ 320
f _x Alimentação (mm)	0,05 ÷ 0,2	0,05 ÷ 0,2	0,05 ÷ 0,2
a _r Profundidade de passe (mm)	0,5 ÷ 1	0,5 ÷ 1	0,3 ÷ 0,5

Perfuração

Tipo de inserção	Ponta com inserções intermutáveis	HSS	Ponta brasada
V_c Velocidade de corte (m/mm)	110 ÷ 140	(*)	70 ÷ 100
f_x Alimentação por volta (mm)	0,05 ÷ 0,15	(*)	0,15 ÷ 0,25

(*) não aconselhável

Fórmulas gerais

Tipo de maquinagem	Perfuração	Fresagem
n: número de voltas do mandril	$\frac{V_c * 1000}{\pi * D_c}$	$\frac{V_c * 1000}{\pi * D_c}$
V_f Velocidade de alimentação (m/min)	$V_f = f_z * n$	$V_f = f_z * n * z_n$
f_n Alimentação por volta (mm/volta)		$f_n = \frac{V_f}{n}$
Nota	<p>D_c Diâmetro do cortador ou ponta de fresagem (mm)</p> <p>V_c Velocidade de corte (m/mm)</p> <p>f_z Alimentação (mm)</p>	<p>f_n Alimentação por volta (mm/volta)</p> <p>z_n Nº de inserções de fresa</p>

Valores equivalentes aproximados entre a dureza e a tensão de rotura à tração

HB	530	520	512	495	480	471	458	445	430	415	405	390	375
HRc	54	53	52	51,1	50,2	49,1	48,2	47	45,9	44,5	43,6	41,8	40,5
MPa	1900	1850	1800	1750	1700	1650	1600	1550	1500	1450	1400	1350	1300
HB	360	350	330	320	305	294	284	265	252	238	225	209	195
HRc	38,8	37,6	35,5	34,2	32,4	31	29	27	—	—	—	—	—
MPa	1250	1200	1150	1100	1050	1000	950	900	850	800	750	700	650

SOLDADURA

A soldadura do KeyLos[®]2311 permite obter bons resultados se for observado o seguinte procedimento:

Técnica de soldadura	TIG	MMA
Pré-aquecimento	250 ÷ 300 °C	
Tratamento térmico recomendado	Relaxação das tensões (consulte a secção sobre o tratamento térmico)	

ELETROEROSIVO (EDM)

O KeyLos[®]2311 pode ser maquinado por EDM para obter uma forma complexa.

Posteriormente é aconselhável a relaxação das tensões do material.

CROMAGEM

O KeyLos[®]2311 pode ser cromado para melhorar as características mecânicas à superfície.

Para evitar a fragilidade por hidrogénio, aconselhamos a execução, num prazo de 4 horas após a cromagem, do tratamento térmico a 200 °C durante cerca de 4 horas.

FOTO-GRAVAÇÃO

Graças aos processos de produção modernos e ao baixo conteúdo de enxofre, o KeyLos[®]2311 é adequado à foto-gravação para obtenção de diversos padrões.

POLIMENTO

O KeyLos[®]2311 é especialmente adequado ao polimento.

SELEÇÃO DE PROCESSOS E MATERIAIS PARA A RECICLABILIDADE DE PRODUTOS

De acordo com o potencial de reciclagem do aço, a Lucchini RS está a adotar uma estratégia para a excelência ambiental na conceção e no fabrico dos seus próprios tipos de aço para ferramentas, colocando em prática o conceito de eficiência ecológica.

Os principais procedimentos adotados são:

- realização de uma avaliação ambiental dos processos e dos produtos, com uma utilização mínima de materiais virgens e formas de energia não renováveis;
- mudança para processos de fabrico de desperdício zero, considerando que o destino final do molde inutilizado é tornar-se matéria-prima para o próximo processo de fabrico de aço, ou seja, a filosofia "os resíduos são matéria-prima";
- realização de uma avaliação do ciclo de vida útil para cada um dos produtos e processos, minimizando os custos ambientais do produto e do serviço ao longo de todos os respetivos ciclos de vida útil, desde a criação à eliminação, ou seja, a filosofia "cradle to cradle" (da origem à origem).



LUCCHINI RS
distribuidor exclusivo



Rua da Finlândia, lote 45
Zona Industrial
Casal da Lebre
Apartado 291
2431-904 Marinha Grande
PORTUGAL

tel (aços) +351 244 570 240
tel (loja) +351 244 570 245
fax +351 244 570 249
email geral@ferrolmarinha.pt

www.ferrolmarinha.pt

