

---

# AEROESPACIAL

---

APLICACIONES

---





# ÍNDICE AEROESPACIAL

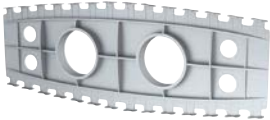
## ESTRUCTURA AÉREA

■ CFRP ■ CF/AI ■ CF/Ti



	Herramienta	Página
Taladrado	<b>MCS S-TAW</b>	<b>5</b>
Taladrado		<b>6</b>
Canteado	<b>DFC</b>	<b>7</b>

■ Aleación de aluminio ■ Aleación de aluminio-litio



Fresado planeado, fresado de cavidades	<b>AXD</b>	<b>8</b>
Fresado planeado, fresado de cavidades	<b>AXD</b>	<b>9</b>
Fresado planeado, fresado de cavidades	<b>ALIMASTER</b>	<b>10</b>
Fresado planeado, fresado de cavidades	<b>iMX</b> Fresas de cabeza intercambiable	<b>11</b>

■ Aleación de titanio



Fresado lateral, fresado de cavidades en desbaste	<b>VFX</b>	<b>12</b>
Fresado planeado, fresado lateral	<b>AJX</b>	<b>13</b>
Fresado lateral, fresado de cavidades	<b>COOL STAR</b>	<b>14</b>

■ Acero inoxidable endurecido por precipitación



Fresado de cavidades en desbaste	<b>APX</b>	<b>15</b>
Taladrado	<b>MMS</b>	<b>16</b>

# MOTOR

## ■ Superaleación con base Ni



Torneado externo, interno y frontal	<b>LS/MS/RS</b> MP9005/MP9015/MT9015	<b>18</b>
-------------------------------------	-----------------------------------------	-----------

Torneado externo, interno y frontal	<b>LS/MS/RS</b> MP9005/MP9015/MT9015	<b>19</b>
-------------------------------------	-----------------------------------------	-----------

Torneado externo, interno y frontal	<b>LS/MS/RS</b> MP9005/MP9015/MT9015	<b>20</b>
-------------------------------------	-----------------------------------------	-----------



Ranurado	<b>GY</b>	<b>21</b>
----------	-----------	-----------

Fresado planeado y de perfiles	<b>APX</b>	<b>22</b>
--------------------------------	------------	-----------

Corte helicoidal, fresado de perfiles	<b>ARX</b>	<b>23</b>
---------------------------------------	------------	-----------



Fresado de perfiles de acabado	<b>SMART MIRACLE</b> Fresa de punta esférica con control de vibraciones	<b>24</b>
--------------------------------	----------------------------------------------------------------------------	-----------

Taladrado	<b>MMS</b>	<b>25</b>
-----------	------------	-----------

## ■ Aleación de titanio-aluminio



Fresado de perfiles de acabado	<b>SMART MIRACLE</b>	<b>26</b>
--------------------------------	----------------------	-----------

## ■ Aleación de titanio



Torneado externo, interno y frontal	<b>LS/MS/RS</b> MT9015	<b>27</b>
-------------------------------------	---------------------------	-----------

## ■ Acero martensítico



Torneado externo, interno y frontal	<b>FJ/MS/GJ</b> VP05RT/VP10RT	<b>28</b>
-------------------------------------	----------------------------------	-----------

# TREN DE ATERRIZAJE

## ■ Aleación de titanio



Fresado de desbaste	<b>VFX</b>	<b>30</b>
---------------------	------------	-----------

Fresado de cavidades en desbaste	<b>APX</b>	<b>31</b>
----------------------------------	------------	-----------

Fresado de perfiles de acabado	<b>SMART MIRACLE</b> Fresa de punta esférica con control de vibraciones	<b>32</b>
--------------------------------	----------------------------------------------------------------------------	-----------

Fresado de cavidades de acabado	<b>iMX</b> Fresas con cabezal intercambiable	<b>33</b>
---------------------------------	-------------------------------------------------	-----------



Fresado de cavidades de acabado	<b>iMX</b> Fresas con cabezal intercambiable	<b>34</b>
---------------------------------	-------------------------------------------------	-----------

Taladrado	<b>MNS</b>	<b>35</b>
-----------	------------	-----------

# FUSELAJE





# FUSELAJE

## Ejemplo de aplicación

- Las brocas con recubrimiento CVD de diamante y una geometría de corte optimizada para materiales compuestos reducen la formación de rebaba y la delaminación.

## Materiales de trabajo [CFRP, CF/Al]



Nuevas brocas con recubrimiento CVD de diamante

Geometría de corte optimizada

Broca	∅ 6.375
Velocidad de corte	vc100 m/min (4995 min <sup>-1</sup> )
Avance	f 0,04 mm/rev
Máquina	C/M de tipo vertical
Refrigerante	Golpe de aire interno

## Claves para un buen mecanizado

- Normalmente, la vida útil de la herramientas de corte es bastante breve debido a la elevada resistencia y a las propiedades abrasivas de la fibra de carbono. Además, durante el proceso de corte es bastante fácil que se produzca una delaminación y la formación de rebaba. Por ello, resulta eficaz el uso de una herramienta con recubrimiento que proporcione mayor resistencia al desgaste. Las brocas MCS y S-TAW reducen la rebaba y la delaminación gracias a su recubrimiento CVD de diamante. Además, en combinación con una geometría optimizada de la herramienta, prolongan la vida útil de esta última y permite la obtención de un mecanizado de alta calidad.

Material de trabajo	MCS	Convencional A para CFRP	Convencional B para CFRP + Al
<p>CFRP Placa inferior: CFRP</p>			
<p>CFRP + Al Placa inferior: aleación de aluminio</p>			

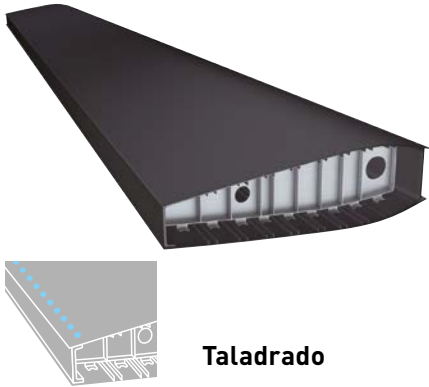


# FUSELAJE

## Ejemplo de aplicación

- Las brocas de PCD con geometría de corte optimizada para materiales compuestos reducen la formación de rebaba y la delaminación.

## Materiales de trabajo [CFRP, CF/Ti]



Taladrado



PKD-Sonderbohrer

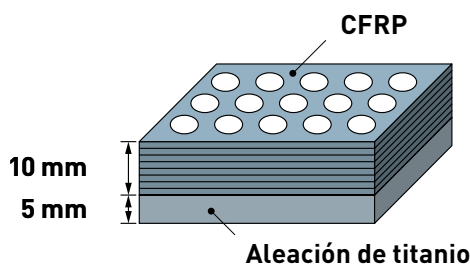
Geometría de corte optimizada

Broca PCD especial

<b>Broca</b>	∅ 6.375
<b>Material de trabajo</b>	CFRP + Aleación de titanio (Ti-6Al-4V)
<b>Velocidad de corte</b>	vc 10 m/min (500 min <sup>-1</sup> )
<b>Avance</b>	f 0,05 mm/rev
<b>Máquina</b>	C/M de tipo vertical
<b>Refrigerante</b>	Neblina interna

## Claves para un buen mecanizado

- Normalmente, la vida útil de la herramienta de corte es bastante breve debido a la elevada resistencia y a las propiedades abrasivas de la fibra de carbono. Además, durante el proceso de corte es bastante fácil que se produzca una delaminación y la formación de rebaba. Por ello, resulta eficaz el uso de una herramienta de PCD (diamante sinterizado) que proporciona mayor resistencia al desgaste. Las brocas con recubrimiento de PCD (diamante sinterizado) reducen la rebaba y la delaminación. Además, en combinación con una geometría optimizada de la herramienta, prolongan la vida útil de esta última y permiten la obtención de un mecanizado de alta calidad.



Filo en buen estado (120 agujeros mecanizados)

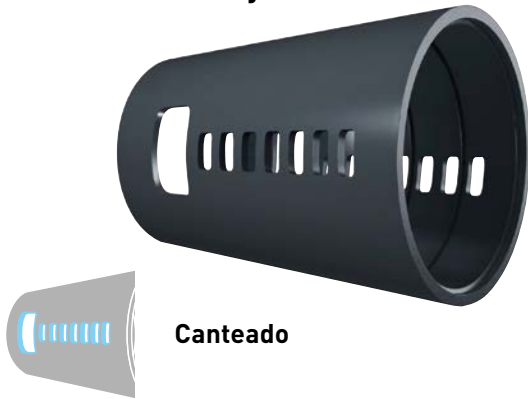


# FUSELAJE

## Ejemplo de aplicación

- Las fresas con recubrimiento CVD de diamante y una geometría de corte optimizada para materiales compuestos reducen la formación de rebaba y la delaminación.

## Material de trabajo [CFRP]



Nuevas fresas con recubrimiento CVD de diamante

Geometría de corte optimizada

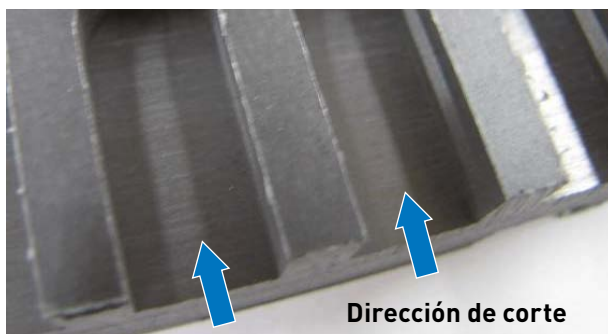
DFC

<b>Fresa</b>	DFC4JCD1000 ( $\varnothing$ 10)
<b>Material de trabajo</b>	CFRP
<b>Revoluciones</b>	n6000 min <sup>-1</sup> (vc188 m/min)
<b>Avance</b>	vf 750 mm/min (fz 0,03 mm/diente)
<b>Profundidad de corte</b>	ap 5 mm
<b>Refrigerante</b>	Aire

## Claves para un buen mecanizado

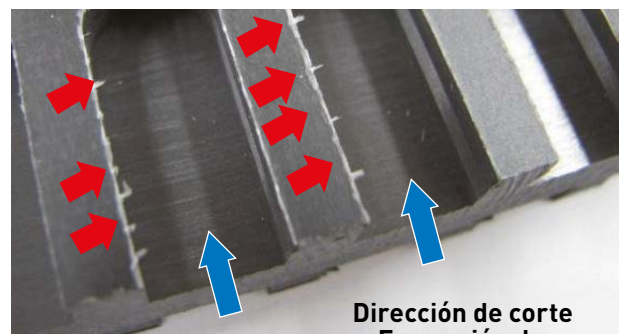
- Normalmente, la vida útil de la herramienta de corte es bastante breve debido a la elevada resistencia y a las propiedades abrasivas de la fibra de carbono. Además, durante el proceso de corte es bastante fácil que se produzca una delaminación y la formación de rebaba. Por ello, resulta eficaz el uso de una herramienta de PCD (diamante sinterizado) que proporcione mayor resistencia al desgaste. Las fresas DFC reducen la rebaba y la delaminación gracias a su recubrimiento CVD de diamante. Además, en combinación con una geometría optimizada de la herramienta, prolongan la vida útil de esta última y permiten la obtención de un mecanizado de alta calidad.

DFC4JCD1000



Sin formación de rebaba

Convencional



Dirección de corte  
Formación de rebaba

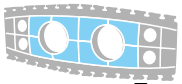
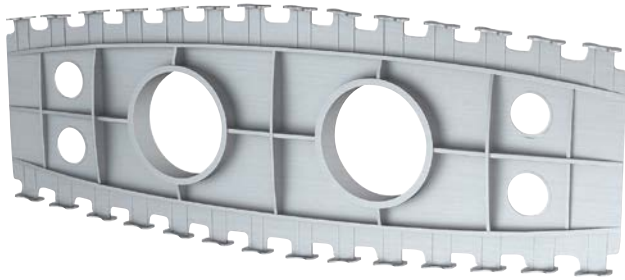


# FUSELAJE

## Ejemplo de aplicación

- Evacuación de virutas de 10 000 cm<sup>3</sup>/min debido a la máxima eficacia de la herramienta AXD7000-HSK.

## Material de trabajo [aleación de aluminio]



Fresado planeado, cajeado



AXD



Filo de corte convexo

Cara de incidencia helicoidal

Baja resistencia al corte

<b>Portaherramientas</b>	AXD7000R05003A-H63A
<b>Placa (calidad)</b>	XDGX227030PDFR-GL (TF15)
<b>Material de trabajo</b>	A7075
<b>Velocidad de corte</b>	vc 2830 m/min (n 18000 min <sup>-1</sup> )
<b>Avance</b>	fz 0,21 mm/diente (vf 11340 mm/min)
<b>Profundidad de corte</b>	ap 18 mm, ae 50 mm
<b>Refrigerante</b>	Emulsión

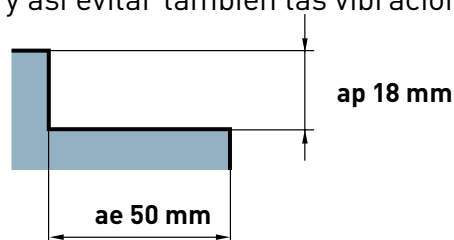
## Claves para un buen mecanizado

- El fresado de las partes de un ala (costillas) de componentes canteados implica la eliminación de una gran cantidad de material desbastado. Por ello, para reducir costes, es preciso un mecanizado de gran eficacia a alta velocidad. La serie AXD permite alcanzar una baja resistencia al corte sin disminuir la resistencia del filo de la placa gracias a su cara de incidencia helicoidal y a un ángulo de incidencia optimizado. Además, el filo de corte convexo permite una buena evacuación de las virutas para un mecanizado de gran eficacia a alta velocidad.



## Nota

Previene las deficiencias en el acabado de las superficies de pared, puesto que la herramienta se ha diseñado para interpolar las esquinas de la cavidad y así evitar también las vibraciones.





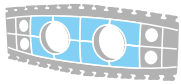
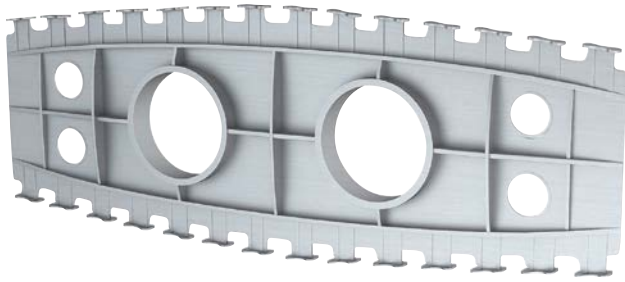


# FUSELAJE

## Ejemplo de aplicación

- El rompevirutas GM (MP9120), con filos de corte de elevada resistencia, reduce el astillado de la placa durante el corte de aleaciones de aluminio-litio para así ofrecer unos resultados de corte fiables.

## Material de trabajo [aleación de aluminio-litio]



Fresado planeado, cajeado



AXD



Filo de corte convexo

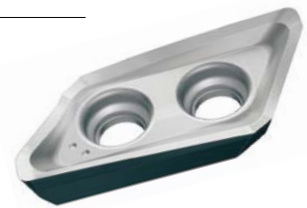
Cara de incidencia helicoidal

Baja resistencia al corte

<b>Portaherramientas</b>	AXD4000-050A04RA
<b>Placa (calidad)</b>	XDGX175024PDER-GM (MP9120)
<b>Material de trabajo</b>	Aleación de aluminio-litio
<b>Velocidad de corte</b>	vc 4712 m/min (n 30000 min <sup>-1</sup> )
<b>Avance</b>	fz 0,1 mm/diente (vf 12000 mm/min)
<b>Profundidad de corte</b>	ap 6 mm, ae 50 mm
<b>Refrigerante</b>	Emulsión

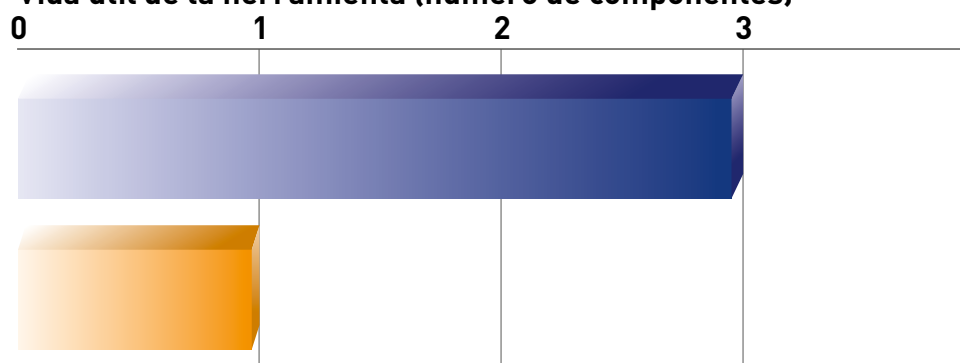
## Claves para un buen mecanizado

- El fresado de las partes de un ala (costillas) de componentes canteados implica la eliminación de una gran cantidad de material desbastado. Por ello, para reducir costes, es preciso un mecanizado de gran eficacia a alta velocidad. La serie AXD permite alcanzar una baja resistencia al corte sin disminuir la resistencia del filo de la placa gracias a su cara de incidencia helicoidal y a un ángulo de incidencia optimizado. La calidad MP9120 ofrece una eficacia mayor para cortes a velocidades ultra altas.



GM

## Vida útil de la herramienta (número de componentes)



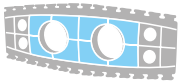
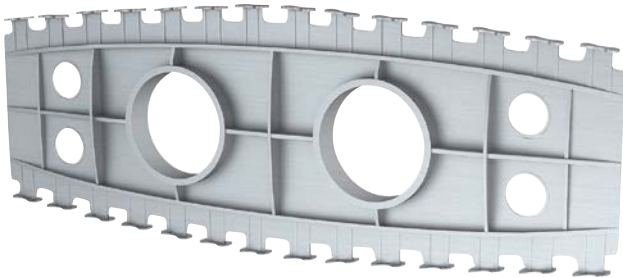


# FUSELAJE

## Ejemplo de aplicación

- Evacuación de virutas de 5000 cm<sup>3</sup>/min al utilizar el eje de gran potencia de la máquina principal a alta velocidad.

## Material de trabajo [aleación de aluminio]

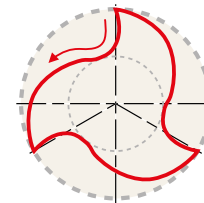


Fresado planeado, cajeado



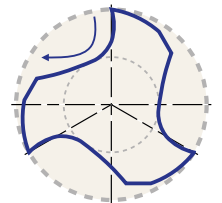
Alimaster

Flujo de virutas inestable



Competencia

Fluida separación de las virutas



Mitsubishi



Evacuación de virutas mejorada

<b>Fresa</b>	CSRARBD2500R300 (ø 25/R3)
<b>Material de trabajo</b>	A7075
<b>Velocidad de corte</b>	vc 1178 m/min (n 15000 min <sup>-1</sup> )
<b>Avance</b>	fz 0,22 mm/diente (vf 10 000 mm/min)
<b>Profundidad de corte</b>	ap 25 mm, ae 20 mm
<b>Refrigerante</b>	Emulsión

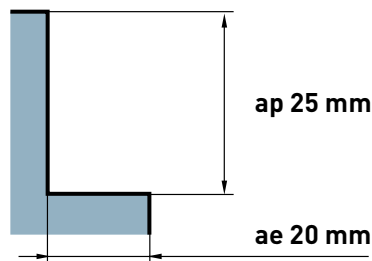
## Claves para un buen mecanizado

- El fresado de las partes de un ala (costillas) de componentes canteados implica la eliminación de una gran cantidad de material desbastado. Por ello, para reducir costes, es preciso un mecanizado de gran eficacia a alta velocidad. La serie ALIMASTER permite alcanzar una eficacia y una evacuación de virutas satisfactorias gracias a la exclusiva geometría transversal de la hélice.

## Nota

Previene las deficiencias en el acabado de las superficies de pared, puesto que la herramienta se ha diseñado para interpolar las esquinas de la cavidad y así evitar también las vibraciones.

<Especificación de la máquina>  
15 000 min<sup>-1</sup>/75 kW, BT50



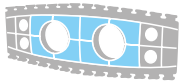
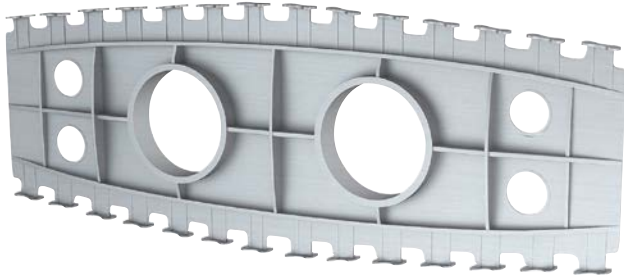


# FUSELAJE

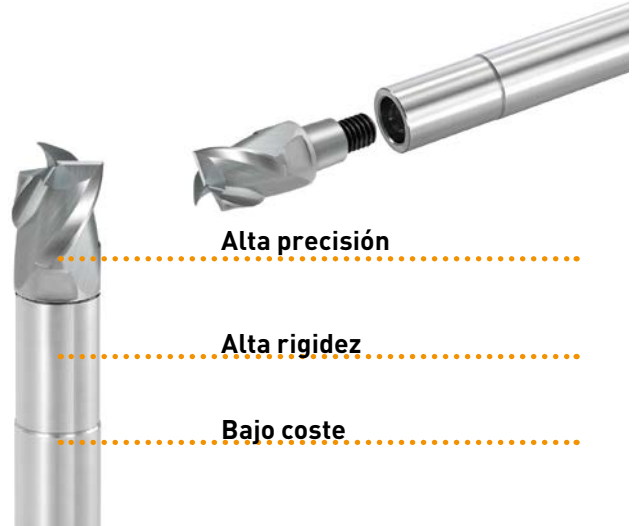
## Ejemplo de aplicación

- El portaherramientas de metal duro aporta estabilidad al ranurado profundo con una mayor reducción en las vibraciones.

## Material de trabajo [aleación de aluminio]



Fresado planeado, cajado



Alta precisión

Alta rigidez

Bajo coste

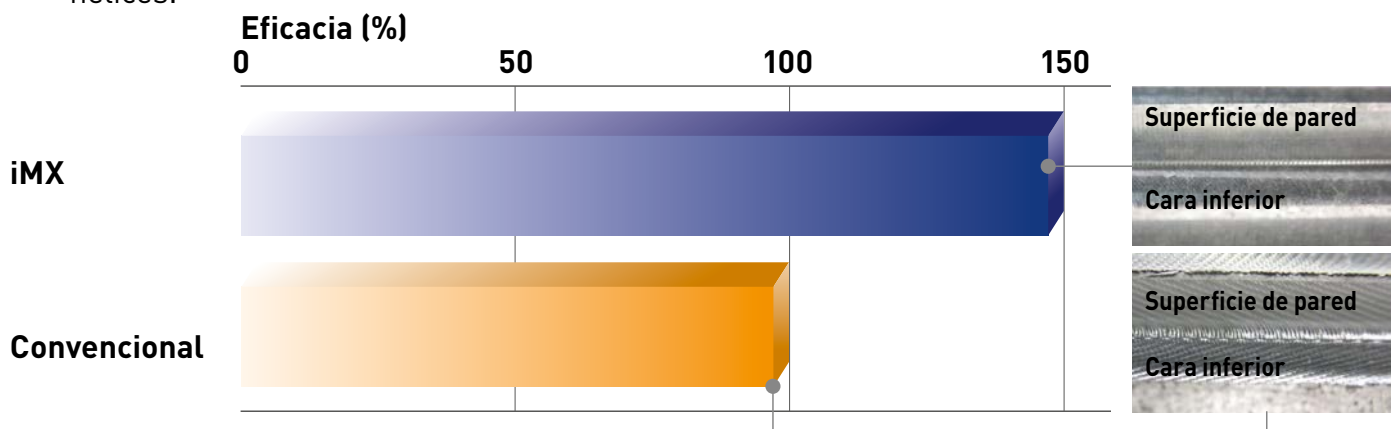
iMX

Fresas con cabezal intercambiable

<b>Cabezal (Calidad)</b>	IMX10S3A10008 (ET2020)
<b>Portaherramientas</b>	IMX10-U10N014L070C
<b>Longitud del voladizo</b>	35 mm
<b>Material de trabajo</b>	A7075
<b>Velocidad de corte</b>	vc 408 m/min (n 13000 min <sup>-1</sup> )
<b>Avance</b>	fz 0,12 mm/diente (vf 4680 mm/min)
<b>Profundidad de corte</b>	ap 5 mm, ae 10 mm
<b>Refrigerante</b>	Emulsión

## Claves para un buen mecanizado

- El fresado de las partes de un ala (costillas) de componentes canteados implica la eliminación de una gran cantidad de material desbastado. Por ello, para reducir costes, es preciso un mecanizado de gran eficacia a alta velocidad. La geometría de las fresas con cabezal intercambiable iMX para el mecanizado de aleaciones de aluminio evita el fundido gracias a un amplio ángulo de incidencia y a un tratamiento de acabado espejo de las superficies en las hélices.



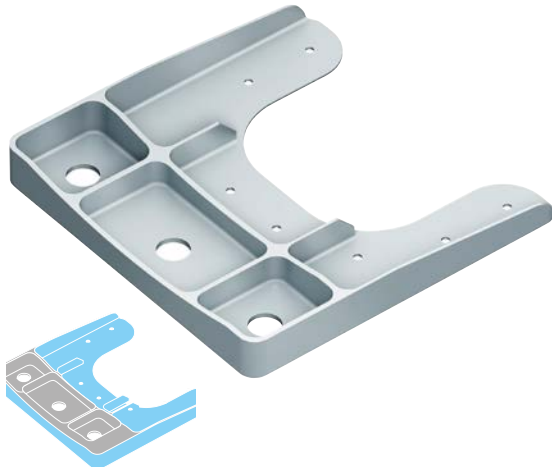


# FUSELAJE

## Ejemplo de aplicación

- Se consigue un 150 % de eficacia a través de la combinación de una geometría eficaz con un refrigerante interno a alta presión.

## Material de trabajo [aleación de titanio]

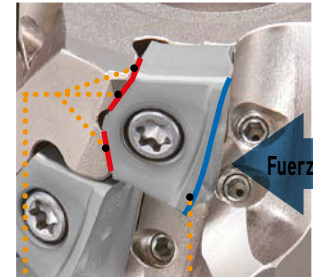


Fresado lateral,  
fresado de cavidades para desbaste



VFX

### Posición tangencial de las placas



Fuerza de corte

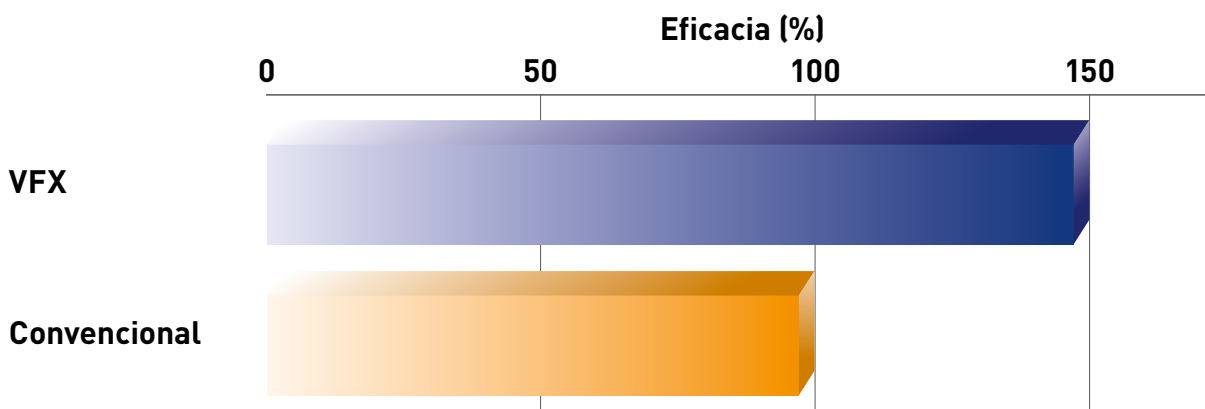
### Formación en V de la cara de sujeción

Filo de corte convexo

Portaherramientas	VFX6-063A04A060R
Placa (calidad)	XNMU190912R-LS (MP9130)
Material de trabajo	Ti-6Al-4V
Velocidad de corte	vc 55 m/min (n 280 min <sup>-1</sup> )
Avance	fz 0,12 mm/diente (vf 135 mm/min)
Profundidad de corte	ap 25-60 mm, ae 10-45 mm
Refrigerante	Emulsión (10 MPa)

## Claves para un buen mecanizado

- Al desbastar aleaciones de titanio, es fácil que se produzca el astillado y un daño atípico en el filo de corte si se utilizan herramientas de baja rigidez. Por tanto, se recomienda el uso de herramientas de alta rigidez y placas de baja resistencia al corte. La estabilidad del mecanizado de la serie VFX se debe a que posee un diseño con una alta rigidez, mientras que la resistencia al corte es más baja gracias al filo de corte de curva convexa y a la formación en V de la cara de sujeción.





# FUSELAJE

## Ejemplo de aplicación

- Se consigue de una vida útil de la herramienta 1,5 veces superior con un astillado reducido de la placa.

## Material de trabajo [aleación de titanio]

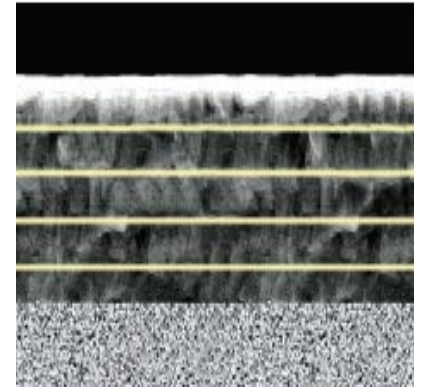


Fresado planeado,  
fresado lateral



AJX

## Nuevo recubrimiento con mayor resistencia a la rotura



### \*Representación gráfica

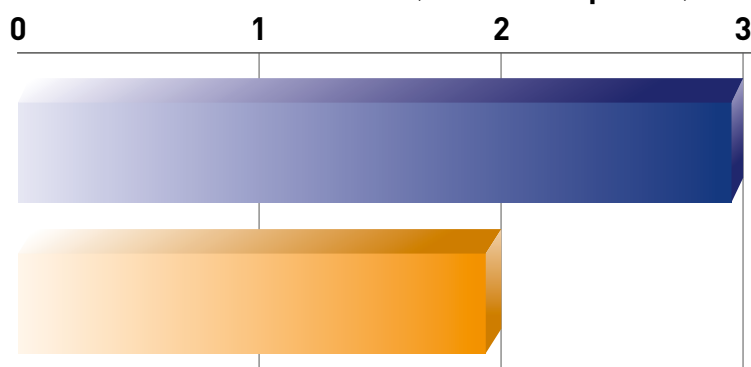
La estructura multicapa del recubrimiento impide la formación de grietas que penetren al sustrato.

Portaherramientas	AJX12R322SA32S
Placa (calidad)	JDMT120420ZDER-JL (MP9130)
Material de trabajo	Ti-6Al-4V
Velocidad de corte	vc 50 m/min (n 500 min <sup>-1</sup> )
Avance	fz 0,6 mm/diente (vf 600 mm/min)
Profundidad de corte	ap 1 mm, ae 20-32 mm
Refrigerante	Emulsión

## Claves para un buen mecanizado

- El astillado y la rotura son dos de los principales problemas del desbaste a alta velocidad de aleaciones de titanio, debido a las variaciones que se registran en la resistencia al corte a lo largo del proceso. La nueva calidad MP9130 ofrece una excelente resistencia al desgaste gracias al diseño multicapa del recubrimiento. Además, si se combina con el rompevirutas JL con una baja resistencia al corte, permite un desbaste a alta velocidad más estable.

## Vida útil de la herramienta (número de piezas)





# FUSELAJE

## Ejemplo de aplicación

- Elimina la adhesión de las virutas gracias al excelente efecto refrigerante de los múltiples agujeros de refrigeración.

## Material de trabajo [aleación de titanio]



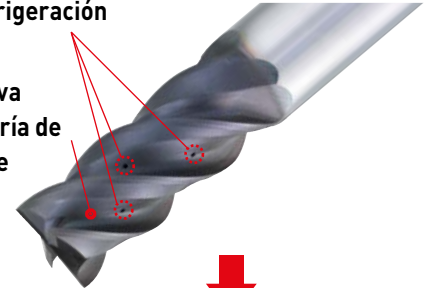
Fresado lateral, fresado de cavidades



COOLSTAR

Múltiples agujeros internos de refrigeración

Exclusiva geometría de la hélice



Excelente efecto de refrigeración

<b>Fresa</b>	VF6MHVCHD1600 (∅ 16)
<b>Material de trabajo</b>	Ti-6Al-4V
<b>Velocidad de corte</b>	vc 150 m/min (n 3000 min <sup>-1</sup> )
<b>Avance</b>	fz 0,1 mm/diente (vf 1800 mm/min)
<b>Profundidad de corte</b>	ap 24 mm, ae 1.6 mm (fresado trochoidal)
<b>Refrigerante</b>	Emulsión (0,7 MPa)

## Claves para un buen mecanizado

- La baja conductividad térmica de las aleaciones de titanio puede provocar fácilmente la adhesión y la concentración de calor en el filo de corte durante el mecanizado. Por tanto, es importante eliminar eficazmente el calor del filo de corte y prestar atención a la evacuación de las virutas. La serie Coolstar ofrece un efecto refrigerante y una evacuación de virutas excelentes gracias a los múltiples agujeros de refrigeración y a la forma exclusiva de la hélice. Esto posibilita un mecanizado estable de aplicaciones con materiales difíciles de cortar.

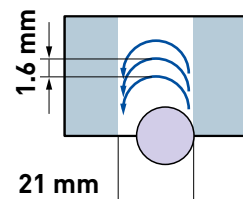
## VF-6MHV-CH



Excelente evacuación de las virutas por el refrigerante.

Avance: 1800 mm/min (0,1 mm/diente)

## Aleación de titanio

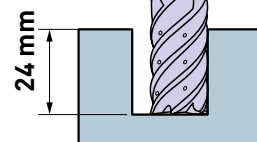


## Convencional (refrigerante externo)



Adhesión

Avance: 1350 mm/min (0,075 mm/diente)





# FUSELAJE

## Ejemplo de aplicación

- La calidad MP9120 recién desarrollada ofrece unos resultados de corte fiables y una eficacia del 250 % en comparación con los productos convencionales.

## Material de trabajo [acero inoxidable endurecido por precipitación]



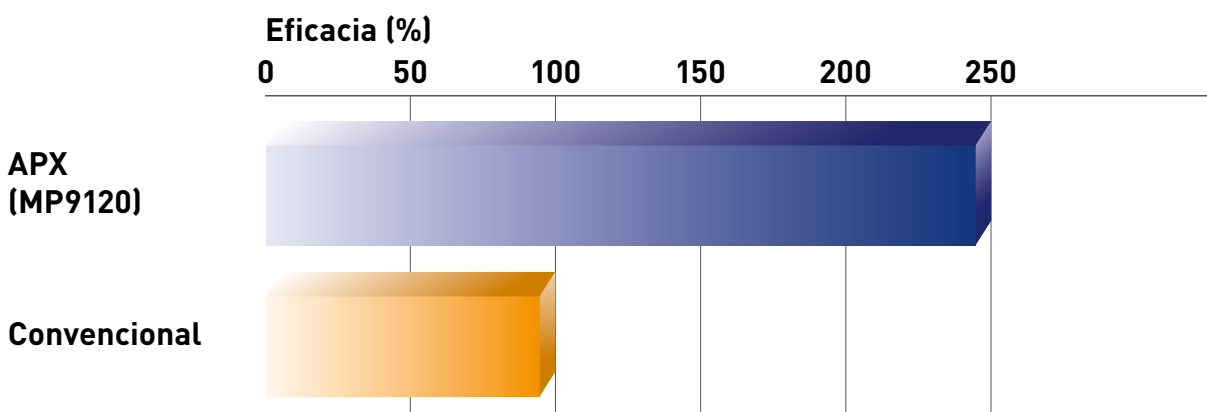
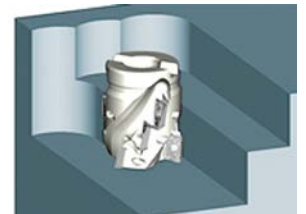
Fresado de cavidades para desbaste

APX

Portaherramientas (tipo frontal)	APX4K-050A09A042RA
Placa (calidad)	AOMT184816PEER-H (MP9120)
Material de trabajo	15-5PH
Velocidad de corte	vc 80 m/min (n 510 min <sup>-1</sup> )
Avance	fz 0,1 mm/diente (vf 80 mm/min)
Profundidad de corte	ap 35 mm, ae 35 mm
Refrigerante	Emulsión

## Claves para un buen mecanizado

- El filo de corte puede sufrir fácilmente daños atípicos, tales como astillado y rotura, a consecuencia de la elevada resistencia del 15-5PH, un material muy utilizado en los componentes aeroespaciales. La serie APX permite un mecanizado estable gracias a la combinación de un excelente recubrimiento con una geometría optimizada de la herramienta.





## Ejemplo de aplicación

- Una vida útil mayor es posible porque había muy poco desgaste tras realizar 400 agujeros (el objetivo de referencia era de 200 agujeros).

## Material de trabajo [acero inoxidable endurecido por precipitación]

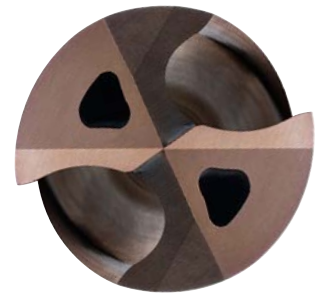


Taladrado



MMS

Excelente rendimiento de refrigeración

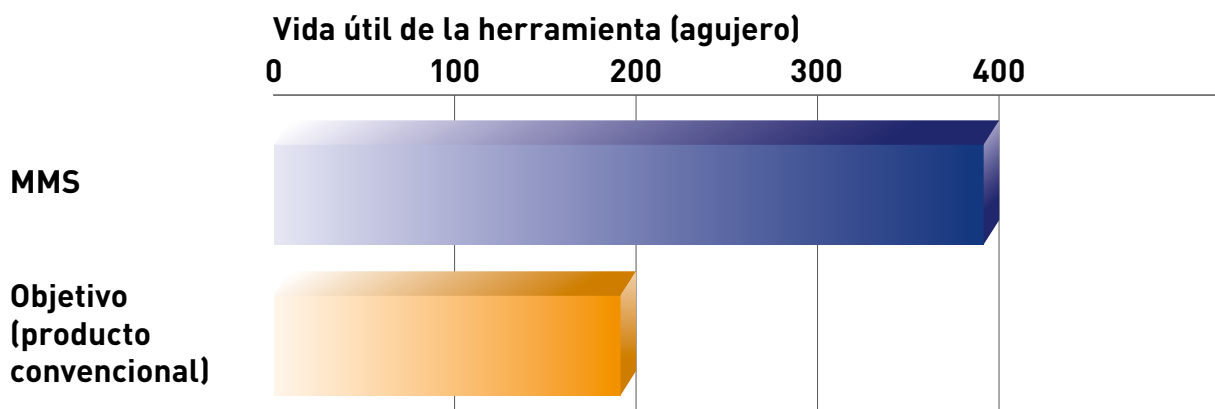


«Tecnología TRI-Cooling»

<b>Broca (calidad)</b>	MMS0800X3DB (DP7020)
<b>Material de trabajo</b>	15-5PH (42HRC)
<b>Velocidad de corte</b>	vc 100 m/min (n 3980 min <sup>-1</sup> )
<b>Avance</b>	f 0,2 mm/rev
<b>Profundidad del agujero</b>	24 mm
<b>Refrigerante</b>	Emulsión

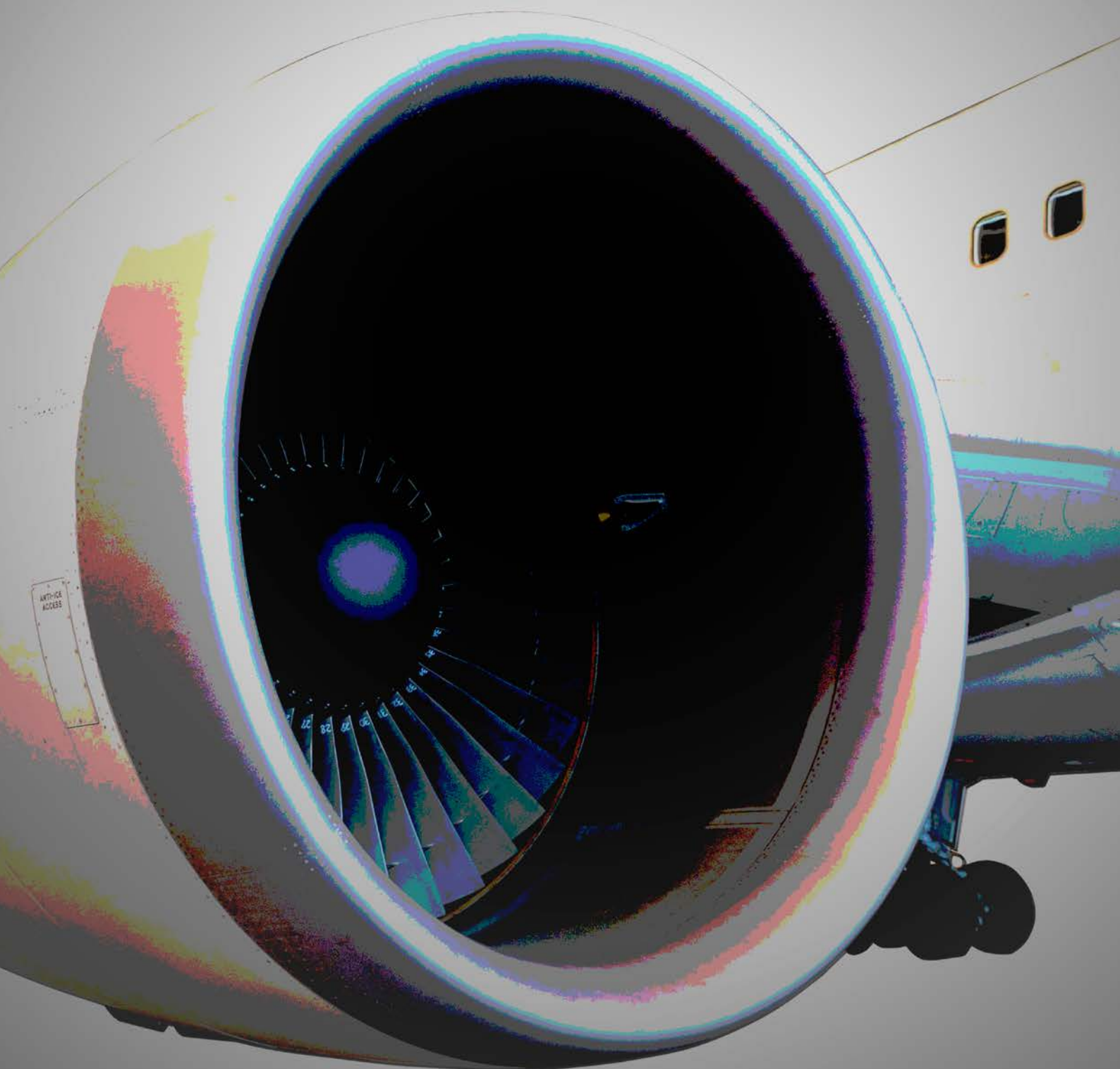
## Claves para un buen mecanizado

- Durante el taladrado de alto rendimiento de acero inoxidable endurecido por precipitación 15-5PH, el filo de corte puede sufrir fácilmente daños atípicos, tales como astillado y rotura, a consecuencia de la elevada resistencia del material. La serie de brocas MMS permite un mecanizado estable gracias a la combinación de un excelente recubrimiento con una geometría optimizada de la herramienta.





# MOTOR





# MOTOR

## Ejemplo de aplicación

- Duplicación de la vida útil de la herramienta durante el corte medio-pesado de superaleaciones termorresistentes.

## Material de trabajo [superaleación con base de Ni]

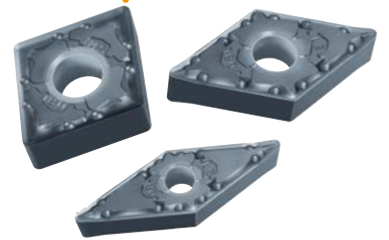


Torneado exterior, interior y frontal



HSK-T

Buenos resultados de corte

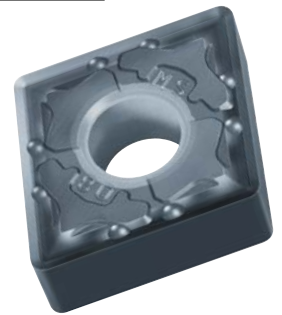


LS/MS/RS  
MP9005/MP9015/MT9015

Portaherramientas	DCLNL3225P12
Placa (calidad)	CNMG120408-MS (MP9015)
Material de trabajo	Inconel® 718
Velocidad de corte	vc 40 m/min
Avance	f 0,2 mm/rev
Profundidad de corte	ap 2 mm
Refrigerante	Emulsión

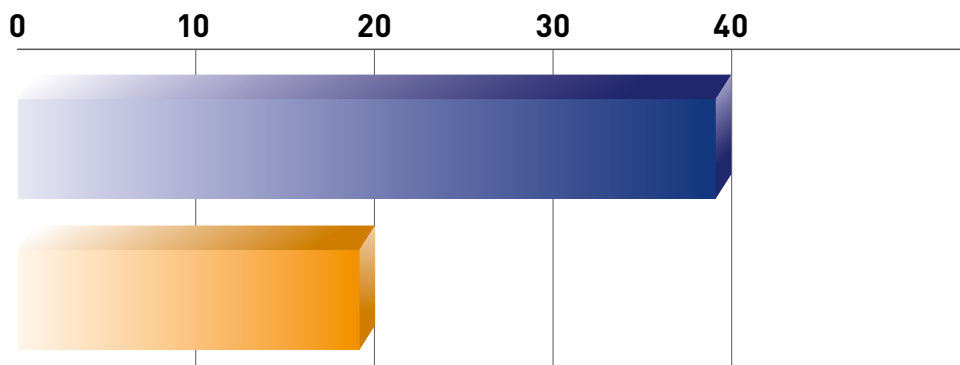
## Claves para un buen mecanizado

- Resultados de corte medio-pesado satisfactorios en aplicaciones de aleaciones con base de Ni con una calidad MP9015.



MS

### Vida útil de la herramienta (mín.)





# MOTOR

## Ejemplo de aplicación

- Duplicación de la vida útil de la herramienta durante el acabado a baja velocidad de superaleaciones termorresistentes.

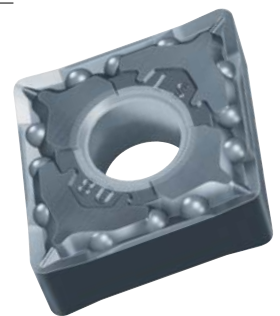
## Material de trabajo [superaleación a base de Ni]



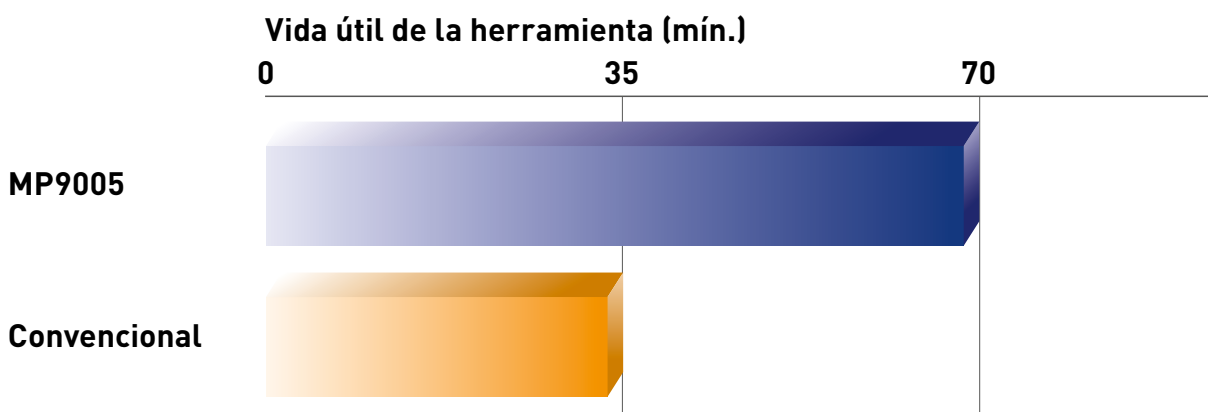
Portaherramientas	DCLNL3225P12
Placa (calidad)	CNMG120408-LS (MP9005)
Material de trabajo	Inconel® 718
Velocidad de corte	vc 50 m/min
Avance	f 0,15 mm/rev
Profundidad de corte	ap 0.5 mm
Refrigerante	Emulsión

## Claves para un buen mecanizado

- La calidad MP9005 ofrece unos buenos resultados en acabados a baja velocidad durante el mecanizado de aleaciones con base de Ni. La MP9005 también resulta adecuada para velocidades de corte más altas.



LS





# MOTOR

## Ejemplo de aplicación

- Se obtiene una vida útil de la herramienta 2,5 veces superior durante el mecanizado de acabados a alta velocidad de superaleaciones termorresistentes.

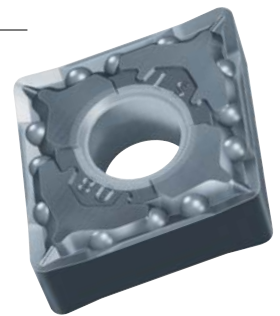
## Material de trabajo [superaleación con base de Ni]



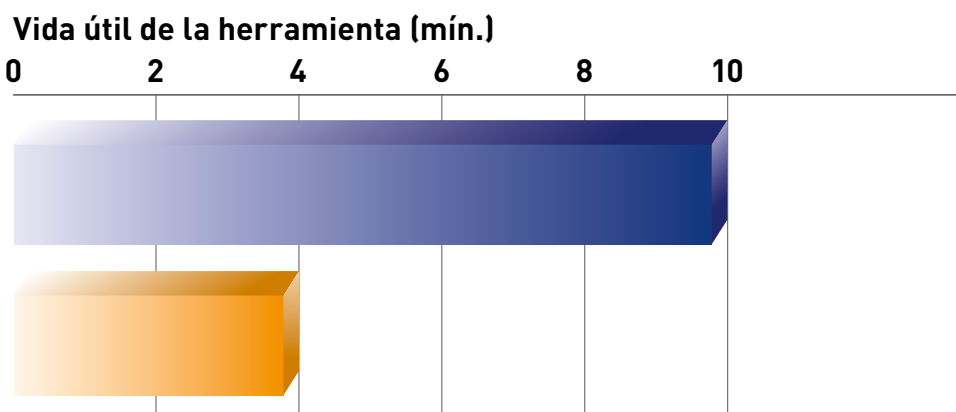
<b>Portaherramientas</b>	DCLNL3225P12
<b>Placa (calidad)</b>	CNMG120408-LS (MP9005)
<b>Material de trabajo</b>	Inconel® 718
<b>Velocidad de corte</b>	vc 100 m/min
<b>Avance</b>	f 0,15 mm/rev
<b>Profundidad de corte</b>	ap 0.25 mm
<b>Refrigerante</b>	Emulsión

## Claves para un buen mecanizado

- La calidad MP9005 ofrece unos excelentes resultados en acabados a alta velocidad durante el mecanizado de aleaciones con base de Ni. La MP9005 también resulta adecuada para velocidades de corte bajas y medias.



LS



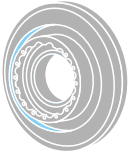


# MOTOR

## Ejemplo de aplicación

- Un mecanizado estable sí es posible en superaleaciones termorresistentes.

### Materiales de trabajo [superaleación a base de Ni]



Torneado de copiado



GY

GY

Rompevirutas - GS  
(avances bajos)



Resultados de corte satisfactorios

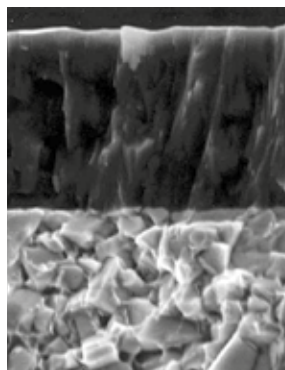
<b>Portaherramientas</b>	GYHL2525M00-M25L
<b>Placa (calidad)</b>	GY2M0600J030N-GS (VP10RT)
<b>Material de trabajo</b>	Waspaloy
<b>Velocidad de corte</b>	vc 35 m/min
<b>Avance</b>	f 0,05 mm/rev
<b>Profundidad de corte</b>	ap 10 mm
<b>Refrigerante</b>	Emulsión

### Claves para un buen mecanizado

- El mecanizado de aleaciones con base de Ni exige una geometría de filo puntiagudo. El uso del rompevirutas GS, especialmente diseñado para reducir la resistencia al corte, permite prolongar la vida útil de la herramienta.



VB: 0.122 mm



VP10RT

Recubrimiento Miracle

Sustrato de metal duro  
(HRA92.0)

Prolongación de la vida útil de la herramienta con una reducción de su desgaste. (tras 25 min de mecanizado)

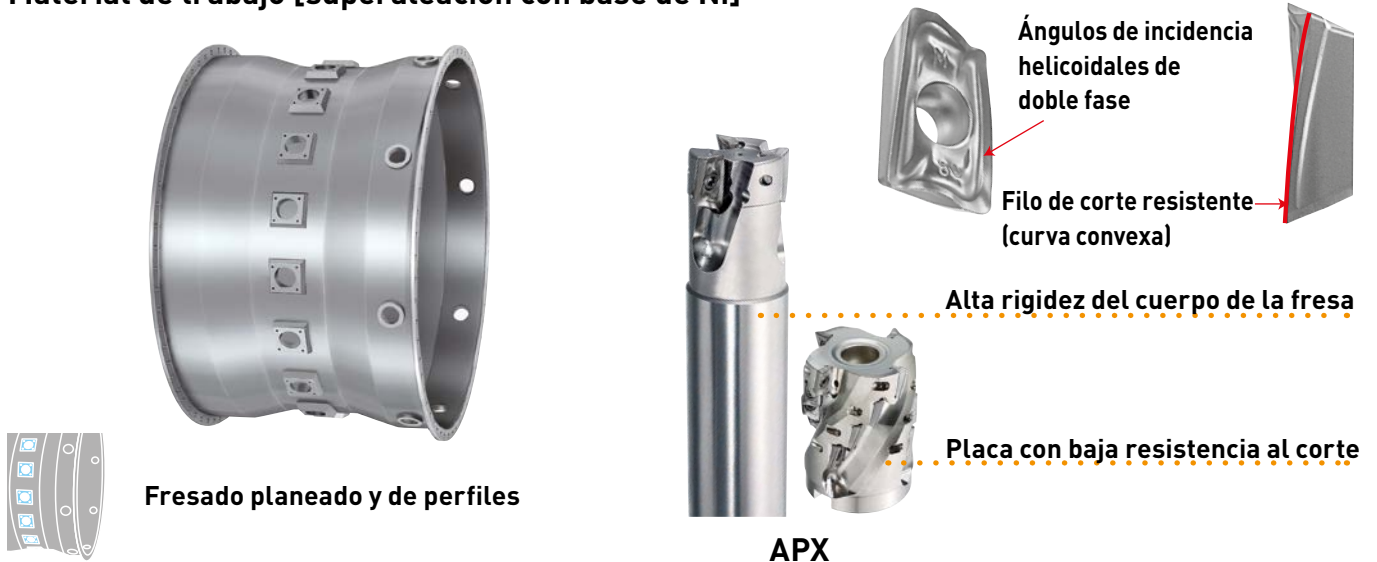


# MOTOR

## Ejemplo de aplicación

- Duplicación de la vida útil de la herramienta en comparación con productos convencionales.

### Material de trabajo [superaleación con base de Ni]

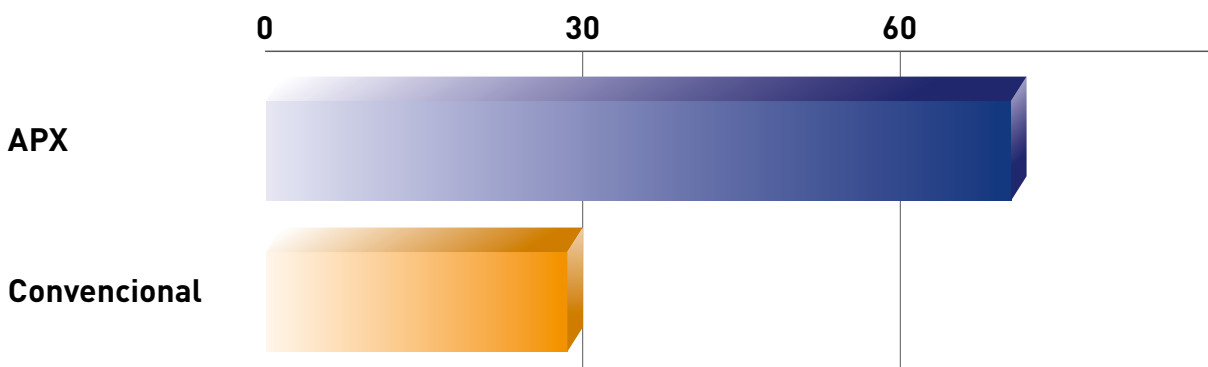


<b>Portaherramientas</b>	APX3000-050A07RA
<b>Placa (calidad)</b>	AOMT123620PEER-M (MP9130)
<b>Material de trabajo</b>	Inconel® 718
<b>Velocidad de corte</b>	vc 30 m/min (n 190 min <sup>-1</sup> )
<b>Avance</b>	fz 0,03 mm/diente (vf 40 mm/min)
<b>Profundidad de corte</b>	ap1 mm, ae40 mm
<b>Refrigerante</b>	Emulsión

### Claves para un buen mecanizado

- Para obtener un mecanizado eficaz, las aleaciones con base de Ni que poseen una baja conductividad térmica y que tienden al endurecimiento por deformación exigen el uso combinado de un recubrimiento superior con un filo de corte óptimo. La serie APX prolonga la vida útil de la herramienta gracias a una geometría del filo de corte optimizada y a una nueva calidad de placa.

### Vida útil de la herramienta (mín.)





# MOTOR

## Ejemplo de aplicación

- Los agujeros grandes de las superaleaciones termorresistentes se mecanizan haciendo uso de una interpolación helicoidal con fresas con radio de diámetro pequeño.

## Material de trabajo [superaleación con base de Ni]



<b>Portaherramientas</b>	ARX35R142SA12S
<b>Placa (calidad)</b>	RDMW0724M0E (VP15TF)
<b>Material de trabajo</b>	Inconel® 718
<b>Velocidad de corte</b>	vc 30 m/min
<b>Avance</b>	f 0,2 mm/rev (corte helicoidal)
<b>Profundidad del agujero</b>	20 mm (1 mm/rev), diám. agujero 25 mm
<b>Refrigerante</b>	Emulsión

## Claves para un buen mecanizado

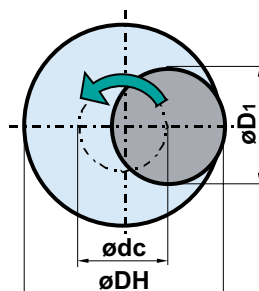
- Para un mecanizado canteado en la parte exterior del cárter del motor resulta eficaz el uso de fresas con radio de diámetro pequeño. Las fresas ARX ofrecen unos excelentes resultados para el mecanizado de perfiles en canteados exteriores.



VB: 0.08 mm

Mayor vida útil gracias al reducido desgaste de la herramienta (tras 7 min de mecanizado)

### • Corte helicoidal



### • Definición de la amplitud del centro de una herramienta

$$\text{ødc} = \text{øDH} - \text{øD1}$$

Amplitud del centro de una herramienta      Diámetro interior necesario      Diámetro de corte de la herramienta



## Ejemplo de aplicación

- Se obtiene una vida útil de la herramienta 1,5 veces superior y un mecanizado estable sin vibraciones.

## Material de trabajo [superalación con base de Ni]

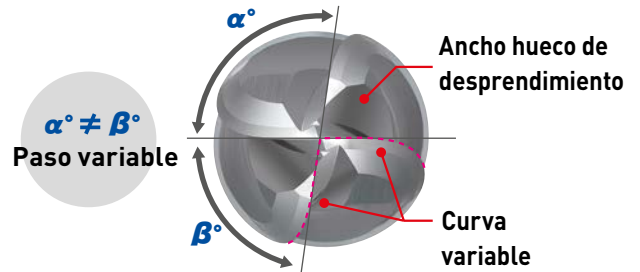


Fresado de perfiles para acabado



### SMART MIRACLE

Fresa de punta esférica con control de las vibraciones



Recubrimiento SMART MIRACLE

Paso variable

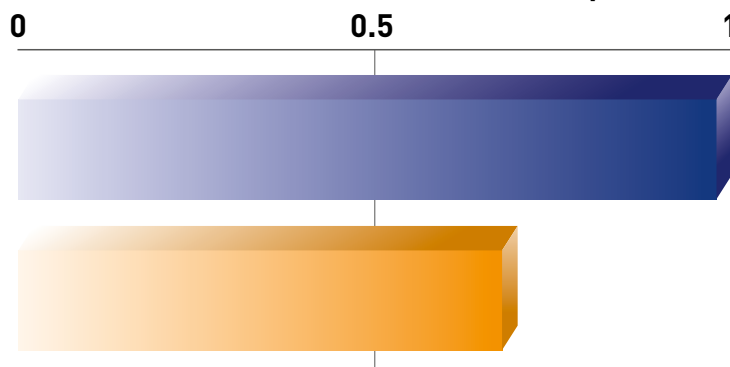
Nuevos filos de corte reducen las vibraciones

<b>Fresa</b>	Fresa de esfera cónica Smart Miracle de 4 hélices ( $\emptyset$ 6/R3) (sin stock)
<b>Material de trabajo</b>	Inconel® 718
<b>Velocidad de corte</b>	vc 113 m/min (n 6000 min <sup>-1</sup> )
<b>Avance</b>	fz 0,06 mm/diente (vf 1440 mm-min)
<b>Profundidad de corte</b>	ap 0.4 mm, ae 0.5 mm
<b>Refrigerante</b>	Emulsión

## Claves para un buen mecanizado

- Para la obtención de un mecanizado eficaz, las aleaciones con base de Ni que poseen una baja conductividad térmica y que tienden al endurecimiento por deformación exigen el uso combinado de un recubrimiento superior con un filo de corte óptimo. Las últimas fresas de punta esférica con control de vibraciones de la serie SMART MIRACLE poseen una geometría de paso variable con unos filos de corte recién diseñado para reducir las vibraciones.

### Vida útil de la herramienta (número de piezas)





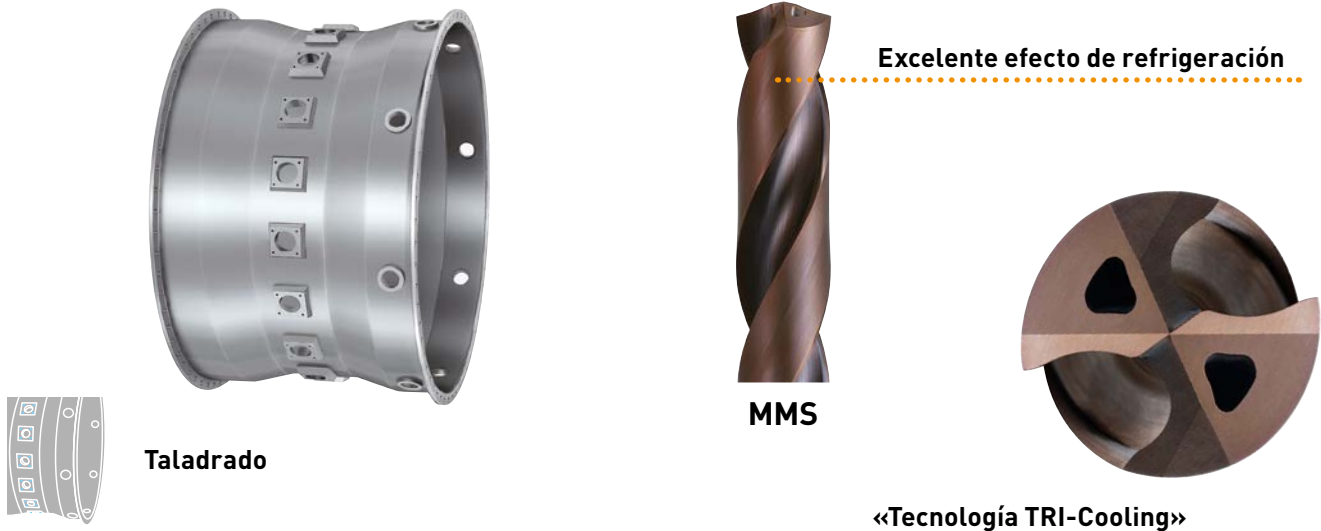


# MOTOR

## Ejemplo de aplicación

- Se obtiene una vida útil de la herramienta 15 veces superior a través del uso del refrigerante interno a alta presión y la tecnología TRI-cooling.

## Material de trabajo [superaleación con base de Ni]

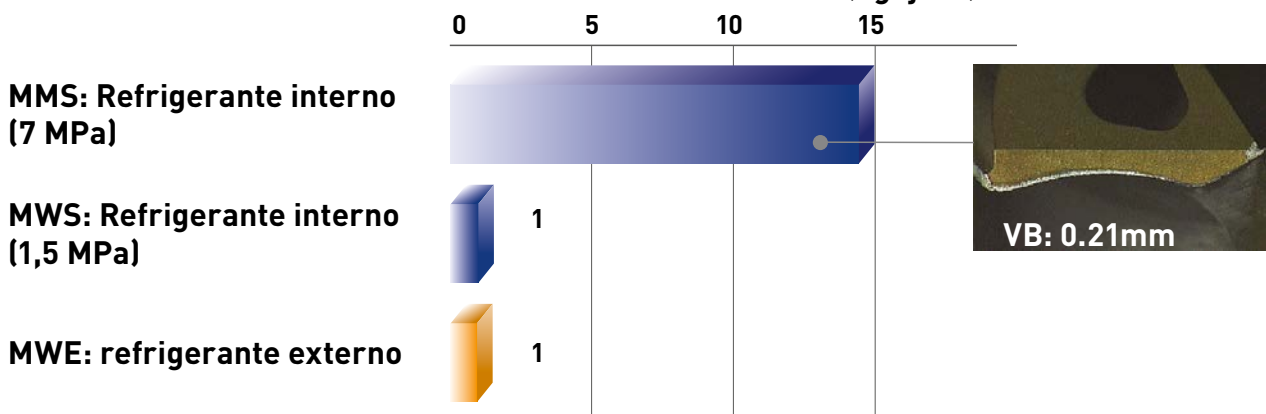


<b>Broca (calidad)</b>	MMS0610X3DB (DP7020)
<b>Material de trabajo</b>	Inconel® 718
<b>Velocidad de corte</b>	vc 14 m/min
<b>Avance</b>	f 0,06 mm/rev
<b>Profundidad del agujero</b>	15 mm
<b>Refrigerante</b>	Emulsión

## Claves para un buen mecanizado

- La refrigeración del filo de corte es un factor clave cuando se taladran aleaciones con base de Ni. La vida útil de la herramienta se puede ampliar en gran medida haciendo uso de una broca de metal duro que incorpore la tecnología de agujeros de refrigeración TRI-Cooling con un suministro de refrigerante a alta presión.

### Vida útil de la herramienta (agujero)



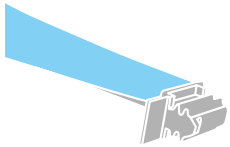


# MOTOR

## Ejemplo de aplicación

- El tratamiento de alisado de la capa de recubrimiento reduce la resistencia al corte y mejora de forma notable la vida útil de la herramienta.

## Materiales de trabajo [aleaciones de titanio-aluminio]



Fresado de perfiles para acabado



Recubrimiento SMART MIRACLE

SUPERFICIE ZERO- $\mu$

Excelente resistencia a las vibraciones

## SMART MIRACLE

<b>Fresa</b>	VQMHVRBD1200R100
<b>Material de trabajo</b>	Aleación de titanio-aluminio
<b>Velocidad de corte</b>	vc 60 m/min (n 1592 min <sup>-1</sup> )
<b>Avance</b>	fz 0,08 mm/diente (vf 509 mm/min)
<b>Profundidad de corte</b>	ap 2 mm, ae 1 mm
<b>Refrigerante</b>	Emulsión

## Claves para un buen mecanizado

- Las aleaciones de titanio-aluminio poseen una baja conductividad térmica y, por ello, tienden a concentrar el calor en el filo de corte de la herramienta durante el mecanizado. Además, al mecanizar una aleación de titanio-aluminio es fácil que se produzca un descascarillado de la superficie del recubrimiento. Por tanto, es importante eliminar eficazmente el calor del filo de corte y prestar atención a la evacuación de las virutas. La serie de fresas Smart Miracle ofrece un corte estable gracias al óptimo equilibrio entre afilado y suavidad de la capa de recubrimiento.

### Vida útil de la herramienta (mín.)

0                      15                      30                      45                      60

**SMART MIRACLE**



**Convencional**





# MOTOR

## Ejemplo de aplicación

- Se triplica la vida útil de la herramienta al utilizar las condiciones de corte adecuadas.

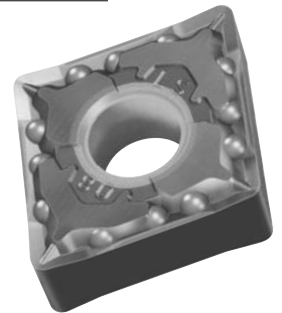
## Material de trabajo [aleación de titanio]



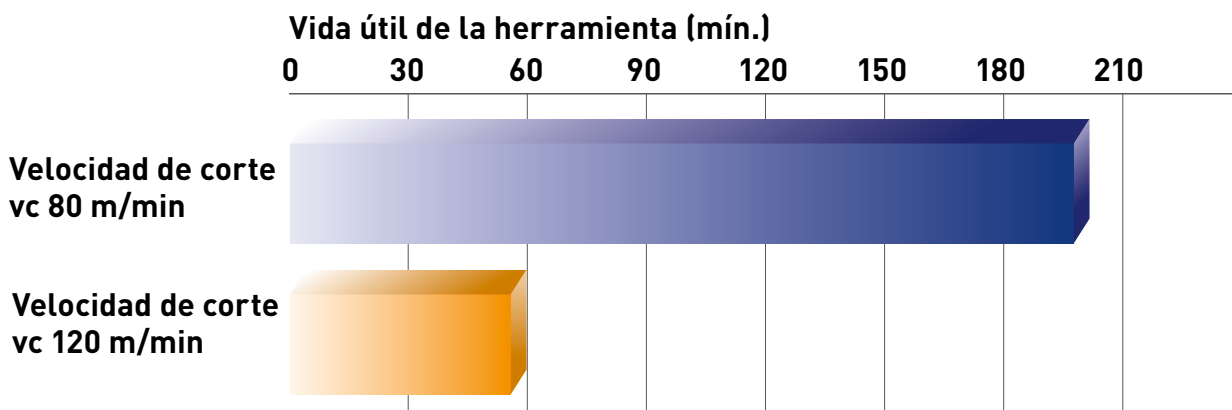
<b>Portaherramientas</b>	H63TH-DCLNR-DX12
<b>Placa (calidad)</b>	CNMG120408-LS (MT9015)
<b>Material de trabajo</b>	Ti-6Al-4V
<b>Velocidad de corte</b>	vc 80, 120 m/min
<b>Avance</b>	f 0,15 mm/rev
<b>Profundidad de corte</b>	ap 0.25 mm
<b>Refrigerante</b>	Emulsión

## Claves para un buen mecanizado

- Se aprecia que, para el mecanizado de acabados de aleaciones de titanio, la vida útil de la herramienta es de 180 minutos a una velocidad de corte de 80 m/min, y de 60 minutos a una velocidad de corte de 120 m/min. Lo primero que se recomienda son las calidades sin recubrimiento.



LS





# MOTOR

## Ejemplo de aplicación

- Se duplica la vida útil de la herramienta al utilizar la calidad VP05RT.

## Material de trabajo [acero martensítico envejecido]

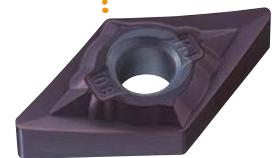


Torneado exterior, interior y frontal



HSK-T

Satisfactorios resultados de corte

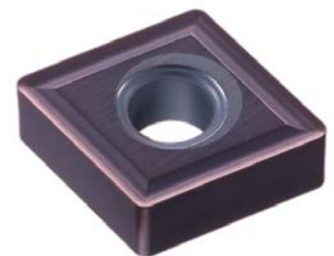


FJ/MS/GJ  
VP05RT/VP10RT

<b>Portaherramientas</b>	PSC63-DDJNR
<b>Placa (calidad)</b>	DNMG150412-MS (VP05RT)
<b>Material de trabajo</b>	Acero martensítico envejecido (48 -50 HRC)
<b>Velocidad de corte</b>	vc 90 m/min
<b>Avance</b>	f 0,23 mm/rev
<b>Profundidad de corte</b>	ap 2 mm
<b>Refrigerante</b>	Emulsión

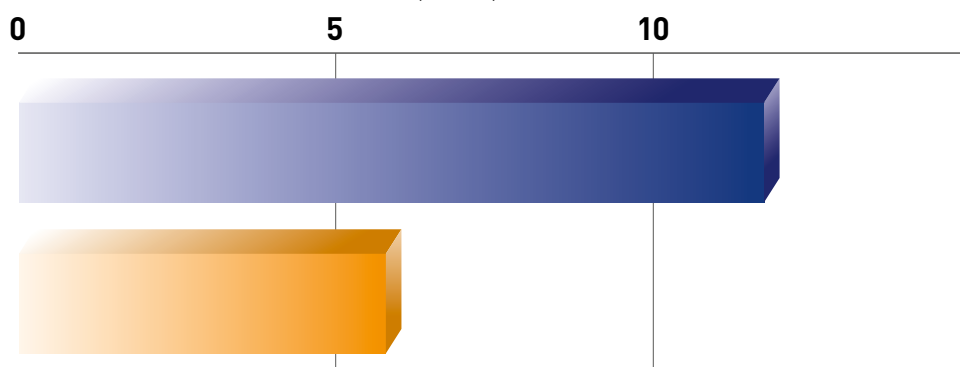
## Claves para un buen mecanizado

- Al desbastar ejes de motores fabricados con acero martensítico envejecido, se recomienda emplear calidades de materiales duros como, por ejemplo, la CBN y la VP05RT.

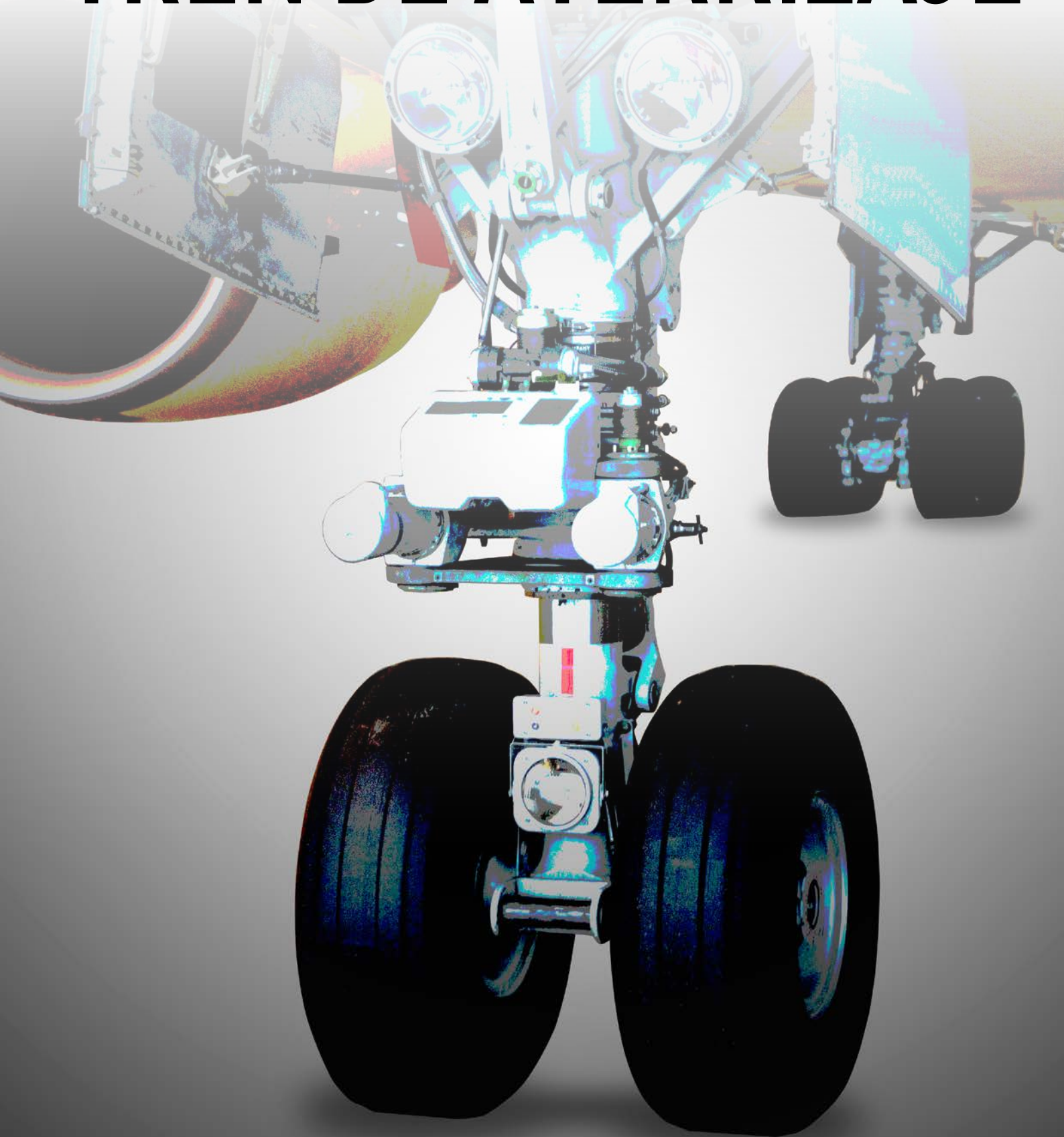


MS

## Vida útil de la herramienta (mín.)



# TREN DE ATERRIZAJE



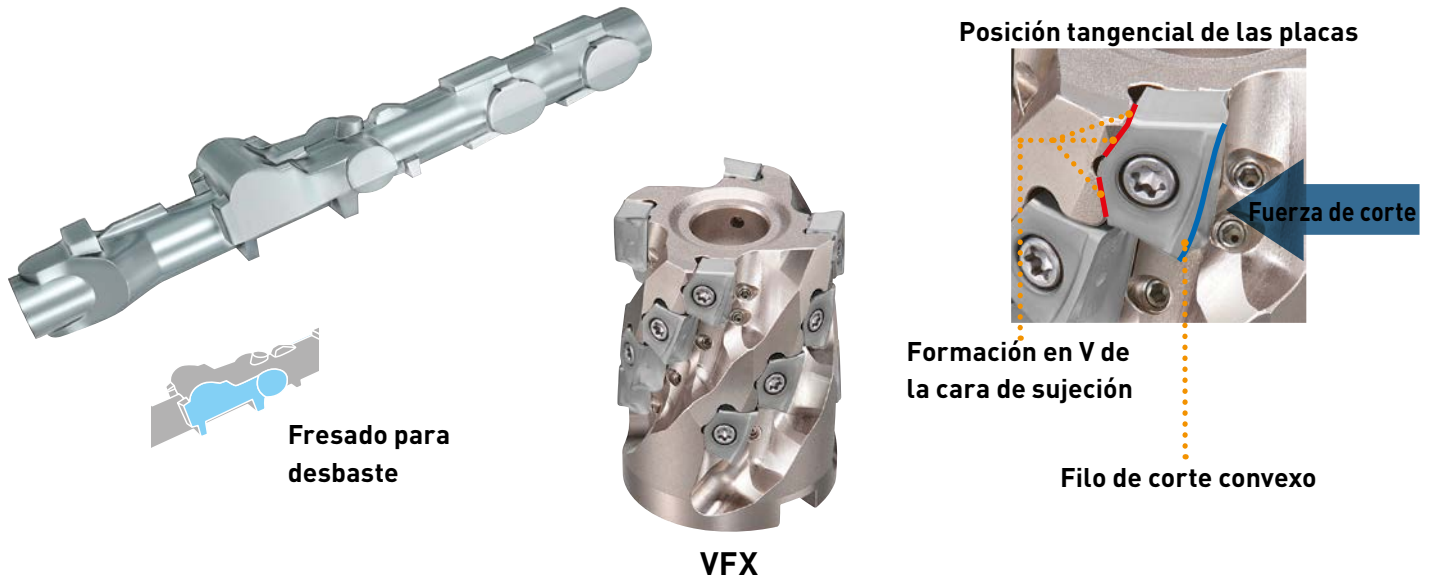


# TREN DE ATERRIZAJE

## Ejemplo de aplicación

- Se obtiene una vida útil de la herramienta hasta 7 veces superior a través del uso de refrigerante interno a alta presión.

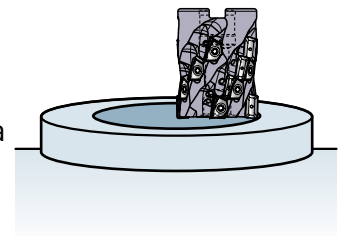
## Material de trabajo [aleación de titanio]



<b>Portaherramientas</b>	VFX6-080A05A075R
<b>Placa (calidad)</b>	XNMU190912R-LS (MP9130)
<b>Material de trabajo</b>	Ti-5Al-5Mo-5V-3Cr
<b>Velocidad de corte</b>	vc 40 m/min (n 160 min <sup>-1</sup> )
<b>Avance</b>	fz 0,1 mm/diente (vf 80 mm/min)
<b>Profundidad de corte</b>	ap 65 mm, ae 5 mm
<b>Refrigerante</b>	Emulsión (8 MPa)

## Claves para un buen mecanizado

- Al desbastar aleaciones de titanio, es fácil que se produzca el astillado y un daño atípico en el filo de corte si se utilizan herramientas de baja rigidez. Se recomienda el uso de herramientas de alta rigidez y placas de baja resistencia al corte. La estabilidad del mecanizado de la serie VFX se debe a que posee un diseño con una alta rigidez, mientras que la resistencia al corte es más baja gracias al filo de corte de curva convexa y a la formación en V de la cara de sujeción.



Vida útil de la herramienta (mín.)

0 30 60 90 120 150 180 210

VFX



Convencional



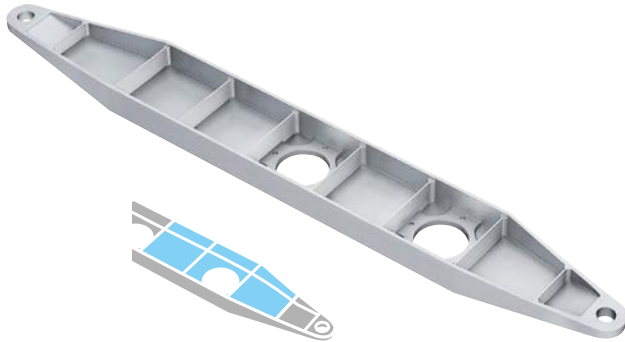


# TREN DE ATERRIZAJE

## Ejemplo de aplicación

- Se obtiene una vida útil de la herramienta superior, incluso en aplicaciones de largo alcance, a través de la combinación de una cabeza de tipo tornillo y un mango de metal duro.

## Material de trabajo [aleación de titanio]



Fresado de cavidades para desbaste

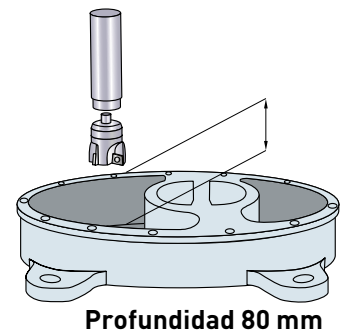


## APX

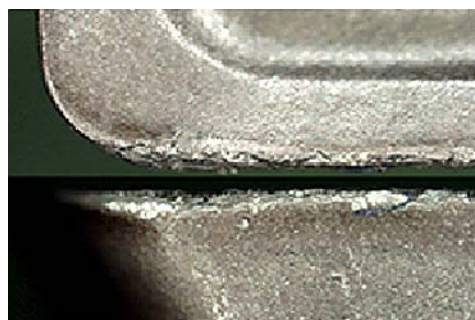
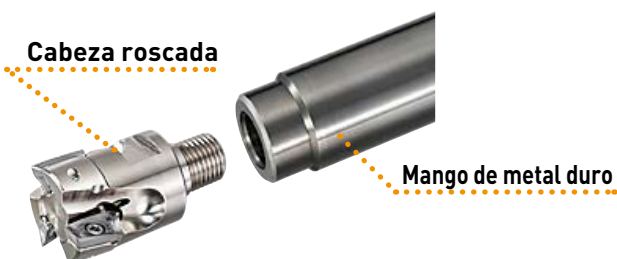
Portaherramientas (tipo tornillo)	APX3000R254M12A35 SC25M12S125SW
Placa (calidad)	AOMT123620PEER-M (MP9120)
Material de trabajo	Ti-6Al-4V
Velocidad de corte	vc 40 m/min (n 510 min <sup>-1</sup> )
Avance	fz 0,08 mm/diente (vf 160 mm/min)
Profundidad de corte	ap 6 mm, ae 25 mm
Refrigerante	Emulsión

## Claves para un buen mecanizado

- Al desbastar aleaciones de titanio, es fácil que se produzca un daño atípico en el filo de corte como, por ejemplo, el astillado y las vibraciones. La serie APX permite un mecanizado estable gracias al uso de una placa con baja resistencia al corte que incorpora un exclusivo filo de corte de curva convexa y un cuerpo de la fresa de alta rigidez con agujeros de refrigeración interna.



## Estado del filo (85 min)





# TREN DE ATERRIZAJE

## Ejemplo de aplicación

- Se obtiene un mecanizado estable sin vibraciones. La vida útil de la herramienta casi se triplica cuando se utilizan las 6 hélices, esto es debido al incremento del número de hélices.

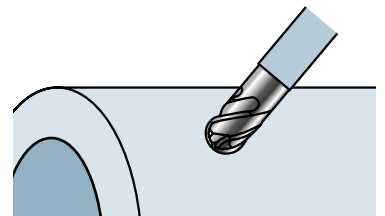
## Material de trabajo [aleación de titanio]



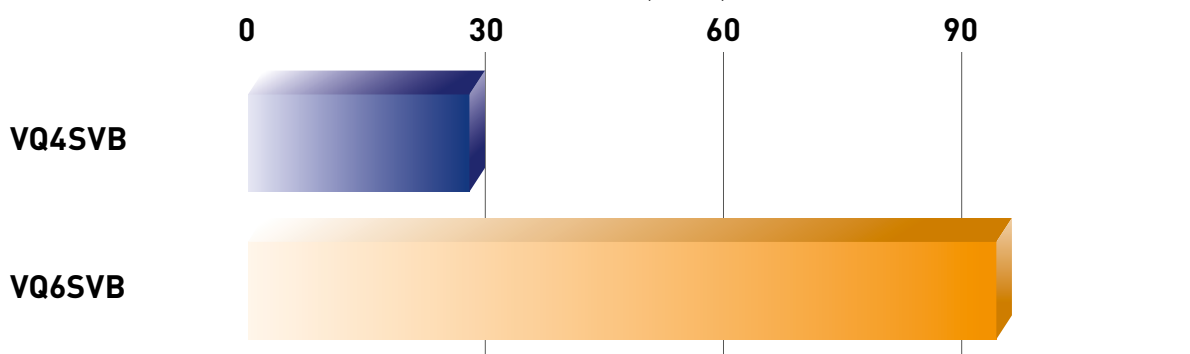
<b>Fresa</b>	VQ4SVBR0600
<b>Material de trabajo</b>	Ti-10V-2Fe-3Al
<b>Velocidad de corte</b>	vc 200 m/min (n 5300 min <sup>-1</sup> )
<b>Avance</b>	vf 1590 mm/min
<b>Profundidad de corte</b>	ap 1.0 mm, ae 0.5 mm
<b>Refrigerante</b>	Emulsión

## Claves para un buen mecanizado

- Durante el mecanizado de perfiles de aleaciones de titanio, es posible que se produzcan vibraciones, astillados y daños atípicos en el filo de corte. Usar una herramienta diseñada para el control de las vibraciones es eficaz. Las últimas fresas de punta esférica con control de las vibraciones de la serie SMART MIRACLE poseen una geometría de paso variable con unos filos de corte recién diseñados para reducir las vibraciones.



## Vida útil de la herramienta (mín.)





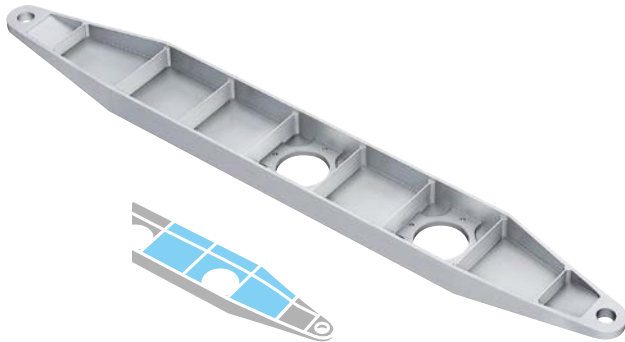


# TREN DE ATERRIZAJE

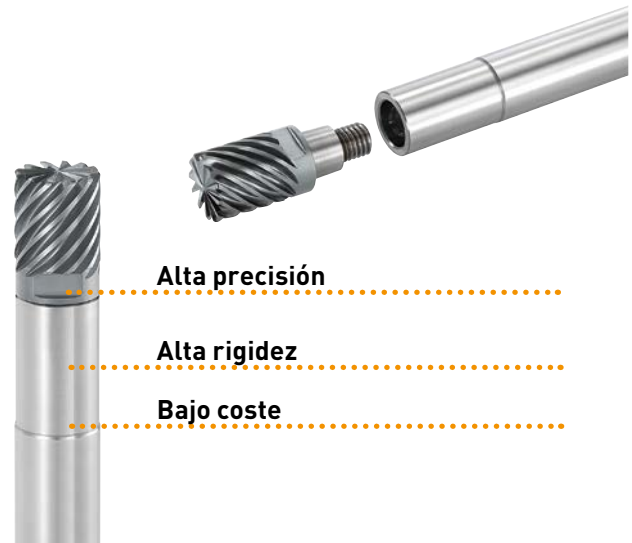
## Ejemplo de aplicación

- Se obtiene una vida útil de la herramienta hasta 7 veces superior y un mecanizado estable sin vibraciones.

## Material de trabajo [aleación de titanio]



Fresado de cavidades para acabado



Alta precisión

Alta rigidez

Bajo coste

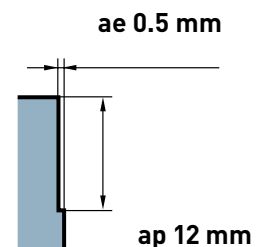
iMX

Fresas con cabezal intercambiable

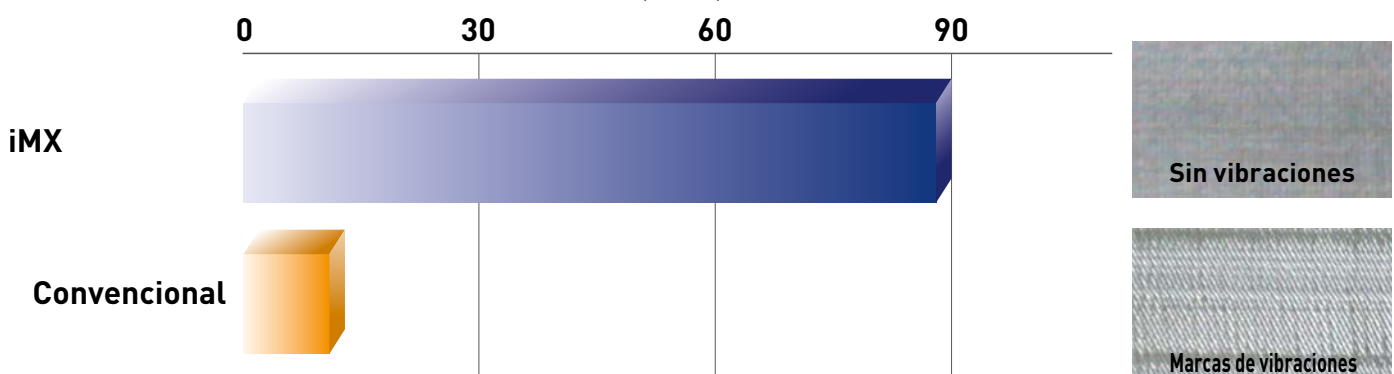
<b>Cabezal (Calidad)</b>	IMX16C10HV160R10016 (EP7020)
<b>Portaherramientas</b>	IMX16-U16N056L110C
<b>Material de trabajo</b>	Ti-6Al-4V
<b>Velocidad de corte</b>	vc 150 m/min (n 3000 min <sup>-1</sup> )
<b>Avance</b>	fz 0,05 mm/diente (vf 1500 mm/min)
<b>Profundidad de corte</b>	ap 12 mm, ae 0.5 mm
<b>Refrigerante</b>	Emulsión

## Claves para un buen mecanizado

- Durante el mecanizado de perfiles de aleaciones de titanio, es posible que se produzcan vibraciones, astillados y daños atípicos en el filo de corte. Usar una herramienta diseñada para el control de las vibraciones es eficaz. Las fresas con cabezal intercambiable con una geometría de paso variable evitan las vibraciones y mejoran el rendimiento de la evacuación de virutas.



## Vida útil de la herramienta (mín.)



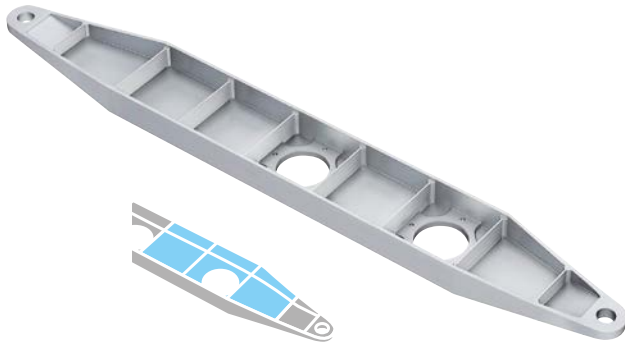


# TREN DE ATERRIZAJE

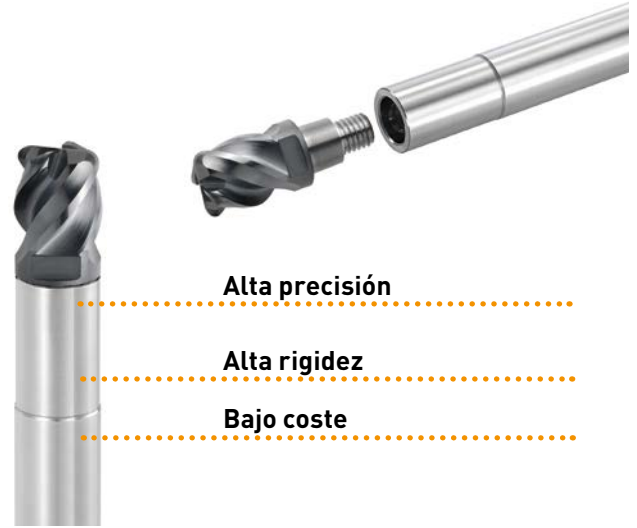
## Ejemplo de aplicación

- Se duplica la vida útil de la herramienta y se obtiene un mecanizado estable sin vibraciones.

## Material de trabajo [aleación de titanio]



Fresado de cavidades para acabado



Alta precisión

Alta rigidez

Bajo coste

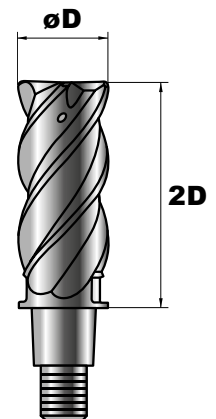
**iMX**

Fresas con cabezal intercambiable

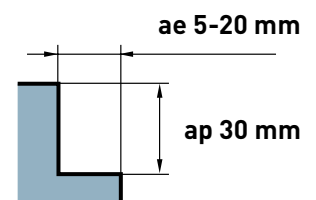
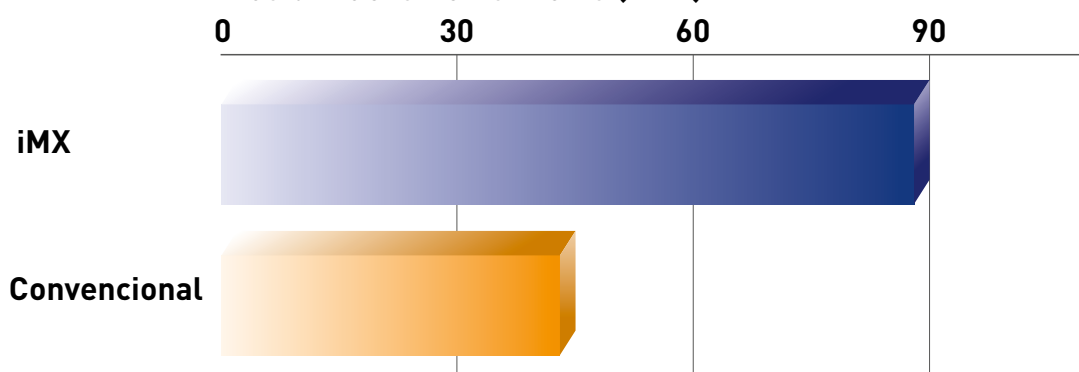
<b>Cabezal (Calidad)</b>	IMX20C4HV200R10040 (EP7020) Longitud del filo de corte 2D / Artículo sin stock
<b>Portaherramientas</b>	IMX20-U20N070L130C
<b>Longitud del voladizo</b>	125 mm
<b>Material de trabajo</b>	Ti-5Al-5Mo-5V-3Cr
<b>Velocidad de corte</b>	vc 38 m/min (n 600 min <sup>-1</sup> )
<b>Avance</b>	fz 0,04 mm/diente (vf 60 mm/min)
<b>Profundidad de corte</b>	ap 30 mm, ae 5-20 mm
<b>Refrigerante</b>	Emulsión

## Claves para un buen mecanizado

- Durante el mecanizado de acabados de aleaciones de titanio, es fácil que se produzcan vibraciones, astillados y daños atípicos en el filo de corte. Usar una herramienta diseñada para el control de las vibraciones es eficaz. La serie de fresas de cabeza intercambiable iMX, con una geometría de paso variable, evitan las vibraciones y mejoran el rendimiento de la evacuación de virutas. Esto ofrece estabilidad a aquellas aplicaciones de mecanizado que requieren el uso de herramientas de voladizo largo.



## Vida útil de la herramienta (mín.)



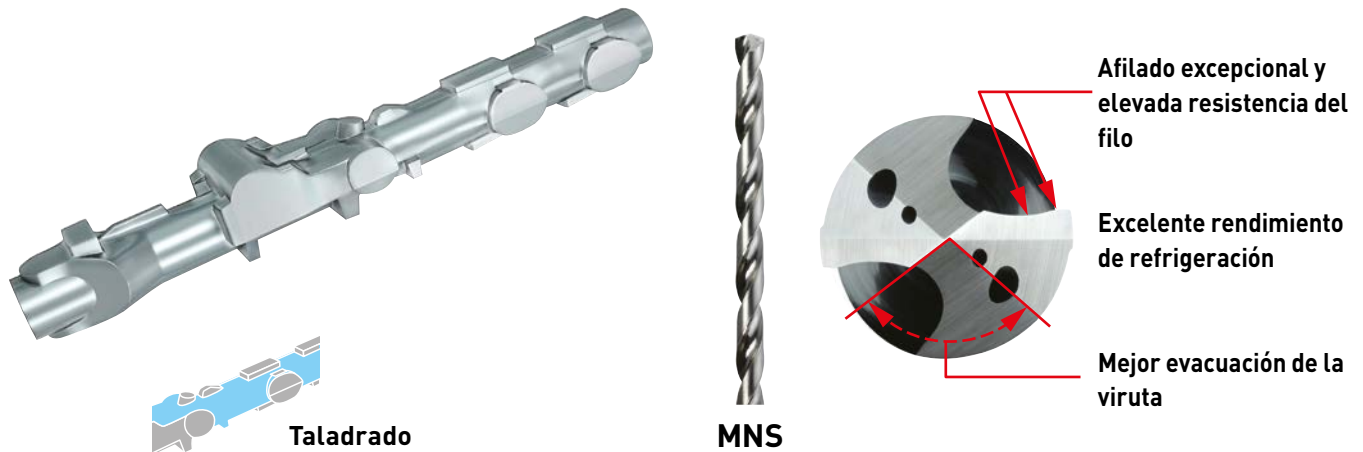


# TREN DE ATERRIZAJE

## Ejemplo de aplicación

- Se obtiene un mecanizado estable gracias a la excelente refrigeración y evacuación de las virutas.

## Material de trabajo [aleación de titanio]



<b>Broca (calidad)</b>	MNS0600X20DB (TF15)
<b>Material de trabajo</b>	Ti-6Al-4V
<b>Velocidad de corte</b>	vc 30 m/min
<b>Avance</b>	f 0,06 mm/rev
<b>Profundidad del agujero</b>	120 mm
<b>Refrigerante</b>	Emulsión (3 MPa)

## Claves para un buen mecanizado

- La baja conductividad térmica de las aleaciones de titanio puede provocar fácilmente la adhesión y la concentración de calor en el filo de corte durante el taladrado. Por tanto, es importante eliminar eficazmente el calor del filo de corte y prestar atención a la evacuación de las virutas. Las brocas MNS proporcionan un taladrado estable con un rendimiento de evacuación de virutas y una refrigeración excelente gracias a la exclusiva disposición de los agujeros de refrigeración y al empleo de una forma óptima de la hélice, respectivamente.



## RED DE VENTAS EUROPEA

### GERMANY

MMC HARTMETALL GMBH  
Comeniusstr. 2 . 40670 Meerbusch  
Phone +49 2159 91890 . Fax +49 2159 918966  
Email admin@mmchg.de

### U.K.

MMC HARDMETAL U.K. LTD.  
Mitsubishi House . Galena Close . Tamworth . Staffs. B77 4AS  
Phone +44 1827 312312  
Email sales@mitsubishicarbide.co.uk

### SPAIN

MITSUBISHI MATERIALS ESPAÑA, S.A.  
Calle Emperador 2 . 46136 Museros/Valencia  
Phone +34 96 1441711 . Fax +34 96 1443786  
Email comercial@mmevalencia.es

### FRANCE

MMC METAL FRANCE S.A.R.L.  
6, Rue Jacques Monod . 91400 Orsay  
Phone +33 1 69 35 12 53 . Fax +33 1 69 35 53 50  
Email mmmts@mmc-metal-france.fr

### POLAND

MMC HARDMETAL POLAND SP. Z O.O  
Al. Armii Krajowej 61 . 50-541 Wrocław  
Phone +48 71335 1620 . Fax +48 71335 1621  
Email sales@mitsubishicarbide.com.pl

### ITALY

MMC ITALIA S.R.L.  
Viale Certosa 144 . 20156 Milano  
Phone +39 0293 77031 . Fax +39 0293 589093  
Email info@mmc-italia.it

### TURKEY

MMC HARTMETALL GMBH ALMANYA - İZMİR MERKEZ ŞUBESİ  
Adalet Mahallesi Anadolu Caddesi No: 41-1 . 15001 35530 Bayraklı /İzmir  
Phone +90 232 5015000 . Fax +90 232 5015007  
Email info@mmchg.com.tr

[www.mmc-carbide.com](http://www.mmc-carbide.com)

DISTRIBUIDO POR:

□

□

□

□

EXAMPLE 

Publicado por: MMC Hartmetall GmbH – A Sales Company of  MITSUBISHI MATERIALS | 2024.XX

2014.07 (500 IDD)  
Printed in Germany

