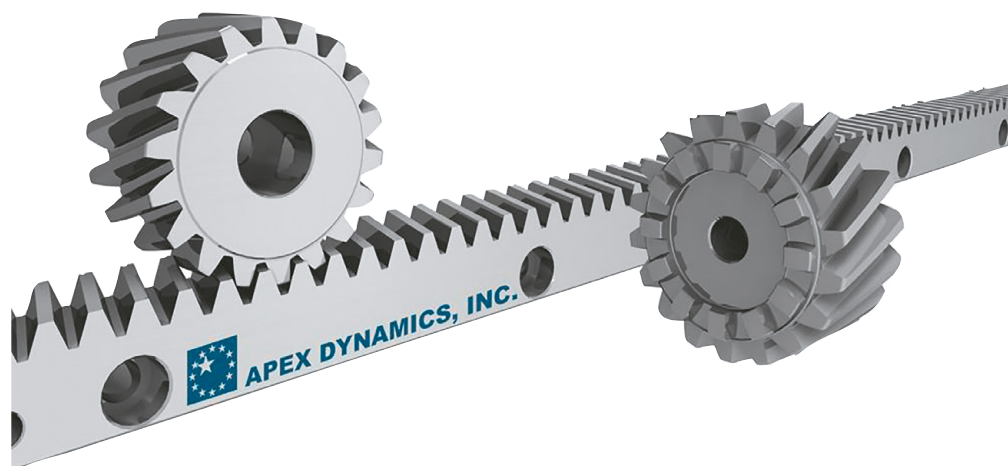


CARACTERÍSTICAS

APEX, líder mundial en la fabricación de reductores planetarios de precisión con tecnología helicoidal, incorpora a su gama de productos las **cremalleras** y los **piñones de precisión**.

- TOLERANCIA GEOMÉTRICA DE TODAS LAS DIMENSIONES
- RECTITUD, PERPENDICULARIDAD Y PARALELISMO
- ÁNGULO HELICOIDAL Y ÁNGULO DE PRESIÓN CON TOLERANCIA
- RUGOSIDAD SUPERFICIAL DE LOS DIENTES
- DUREZA Y ESPESOR DE LOS DIENTES.



- **ALTA PRECISIÓN**
- **ALTA CAPACIDAD DE CARGA**
- **ALTA VELOCIDAD**
- **BAJA RUMOROSIDAD**
- **ENTREGA RÁPIDA**

Con las **cremalleras de precisión**, los **piñones** y los **reductores de precisión**, **APEX** diseña y produce equipos de transmisión con un alto grado de calidad, para satisfacer los más diversos requisitos de velocidad y precisión, desde **módulo 1 hasta módulo 12**.

SÍMBOLOS USADOS

1. CALIDAD



2. MATERIAL



3. DENTADO



4. TRATAMIENTO



5. DIENTES



6. CARAS



EJEMPLO CREMALLERA



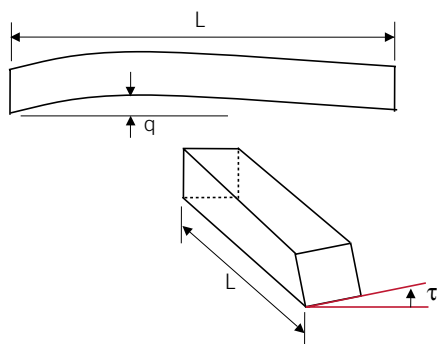
EJEMPLO PIÑÓN



SISTEMA REDUCTOR + PIÑÓN + CREMALLERA	2	PIÑÓN CON DIENTES HELICOIDALES (con chaveta Series AE / AF / PII)	45
CARACTERÍSTICAS PIÑONES Y CREMALLERAS. SÍMBOLOS	3	PIÑÓN CON DIENTES HELICOIDALES (con chaveta)	47
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CREMALLERA DE PRECISIÓN	5	PIÑÓN CON DIENTES HELICOIDALES (Eje largo con chaveta para eje hueco)	54
INDICACIÓN DE TOLERANCIA	8	PIÑÓN CON DIENTES HELICOIDALES (Eje largo sin chaveta para eje hueco)	56
TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LA CREMALLERA Y EL PIÑÓN	11	CREMALLERA CON DIENTES RECTOS	58
CALIDAD Y APLICACIONES DE LA CREMALLERA	12	Q5 / Acero al carbono	59
CÓDIGO DE PEDIDO DE LA CREMALLERA	12	Q5 / Acero al carbono	60
CREMALLERA CON DIENTES HELICOIDALES	13	Q6 / Acero al carbono	61
Q4 / Acero al carbono	13	Q6M / Acero al carbono	62
Q5 / Acero al carbono	14	Q8H / Acero templado revenido	63
Q5 / Acero al carbono	15	Q8 / Acero al carbono	64
Q5+ / Acero al carbono	16	Q9 / Acero inoxidable	65
Q6 / Acero al carbono	17	Q10 / Acero al carbono	66
Q6M / Acero al carbono	18	CREMALLERA CON DIENTES RECTOS (para montaje en guía lineal, a 90°)	67
Q8H / Acero templado revenido	19	CREMALLERA CON DIENTES RECTOS (para montaje en guía lineal, a 180°)	68
Q8 / Acero al carbono	20	PIÑÓN CON DIENTES RECTOS (Sistema Curvic / EN ISO 9409-1-A)	69
Q10 / Acero al carbono	21	PIÑÓN CON DIENTES RECTOS (Piñón con brida soldada. ISO 9409-1-A)	73
CREMALLERA CON DIENTES HELICOIDALES (para montaje en guía lineal, a 90°)	22	PIÑÓN CON DIENTES RECTOS (con chaveta)	79
CREMALLERA CON DIENTES HELICOIDALES (para montaje en guía lineal, a 180°)	23	PIÑÓN CON DIENTES RECTOS (con chaveta / paso métrico)	87
SISTEMAS DE TRANSMISIÓN CON PIÑONES DE PRECISIÓN APEX	24	PIÑÓN CON DIENTES RECTOS (Eje largo con chaveta para eje hueco)	89
SISTEMA CURVIC	25	PIÑÓN CON DIENTES RECTOS (Eje largo sin chaveta para eje hueco)	91
CÓDIGO DE PEDIDO DEL PIÑÓN	26	ACCESORIOS	93
PIÑÓN CON DIENTES HELICOIDALES (Sistema Curvic / EN ISO 9409-1-A)	27	CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LA CREMALLERA	96
PIÑÓN CON DIENTES HELICOIDALES (Piñón con brida soldada. ISO 9409-1-A)	32	REDUCTORES	97
PIÑÓN DIRECTO CON DIENTES HELICOIDALES (Piñón. ISO 9409-1-A)	38		
PIÑÓN CON DIENTES HELICOIDALES (Piñón con brida. ISO 9409-1-A)	39		
PIÑÓN CON DIENTES HELICOIDALES (Eje y cubo estriado - DIN 5480)	43		

CARACTERÍSTICAS

TECNOLOGÍA NECESARIA



BUENA RECTITUD, MENOR TORSIÓN

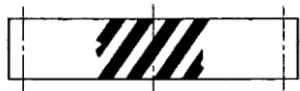
- Tiene influencia en la precisión del ángulo de presión, el ángulo helicoidal y el error de paso, lo que influye en el acoplamiento entre reductor y piñón.
- Evite tareas de reenderezamiento después del almacenamiento a largo plazo debido a la liberación lenta de la tensión interna.

- Tratamiento térmico.
- Enderezamiento.
- Mecanizado en todos los lados.
- Fresado y rectificado de los dientes.
- Dientes templados por inducción.

Helicoidales, izquierda



Helicoidales, derecha (estándar)

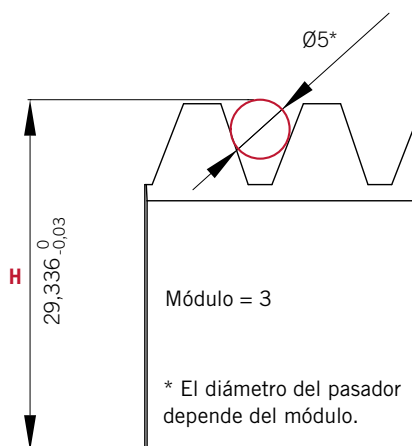
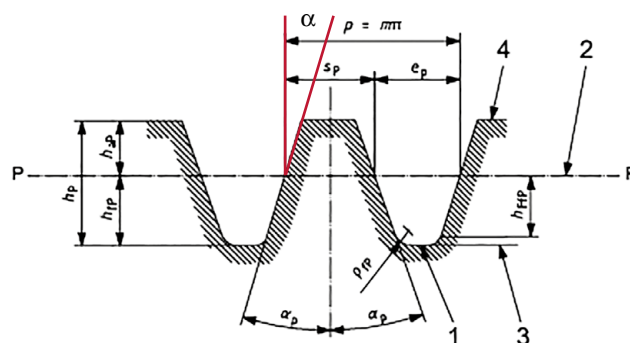
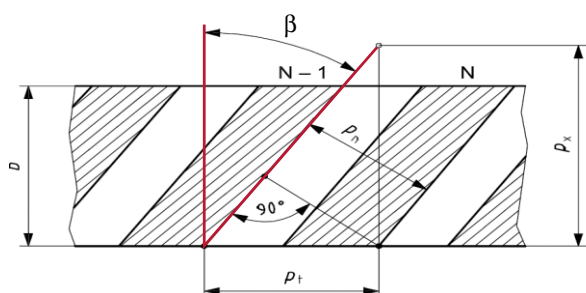


$\alpha = 20^\circ$
 $\beta = 19^\circ 31' 42'' (19,5283^\circ)$
 ó 0° con dientes rectos

ÁNGULO DE PRESIÓN α Y ÁNGULO HELICOIDAL β CON LO QUE CONSEGUIMOS:

- Optimización del acoplamiento del reductor con el piñón.
- Optimización de la transmisión de par o fuerza de avance.
- Para alta velocidad, bajo ruido, menos desgaste, mayor vida del sistema.

- Tratamiento térmico.
- Enderezamiento.
- Mecanizado en todos los lados.
- Fresado y rectificado de los dientes.
- Dientes templados por inducción.



ALTURA SOBRE PASADOR H

- Es una medida de la precisión del perfil de los dientes.
- Mejora del acoplamiento del reductor con el piñón.
- Tiene influencia sobre el retroceso entre la cremallera y el piñón.

- Tratamiento térmico.
- Enderezamiento.
- Mecanizado en todos los lados.
- Fresado y rectificado de los dientes.
- Dientes templados por inducción.

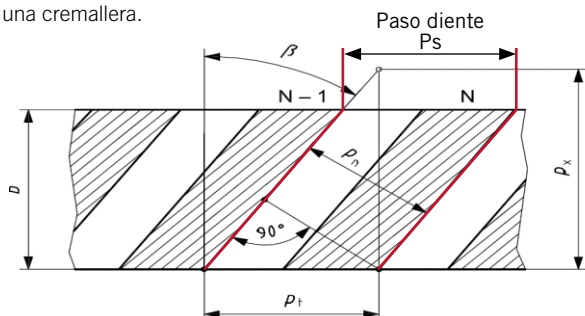
CARACTERÍSTICAS

ERROR DE PASO DEL DIENTE E_s / ERROR DE PASO TOTAL E_t

- Optimización del acoplamiento del reductor con el piñón.
- Menor rumorosidad, menos desgaste, mayor vida del sistema.
- Alta precisión de posicionado.
- Influencia sobre el juego.

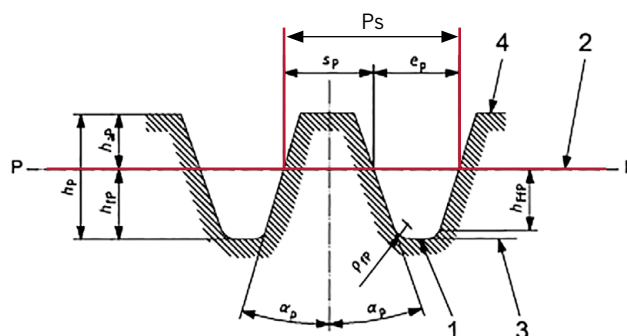
Paso = $\pi \times N.$ de módulo

El error de paso total E_t debe medirse entre el primer y el último diente de una cremallera.



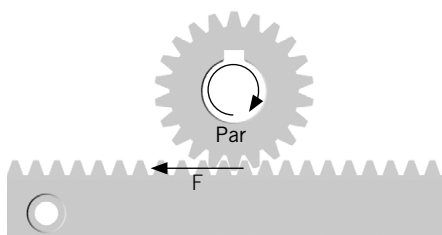
TECNOLOGÍA NECESARIA

- Tratamiento térmico.
- Enderezamiento.
- Mecanizado en todos los lados.
- Fresado y rectificado de los dientes.
- Dientes templados por inducción.



RIGIDEZ/DUREZA DEL MATERIAL

- Ninguna deformación durante el acoplamiento del reductor con el piñón.
- Alta resistencia de la cremallera/los dientes.
- Transmisión de un alto par y una elevada fuerza de avance.
- Alta velocidad, menos desgaste, mayor vida útil del sistema.



- Tratamiento térmico
- Dientes templados por inducción.

ALTA DUREZA SUPERFICIAL

- Alta resistencia de los dientes de la cremallera.
- Transmisión de un alto par y una elevada fuerza de avance.
- Alta resistencia al desgaste.

ESPESOR DE LA CAPA TRATADA

- Conseguimos mantener la precisión y reducir el desgaste.

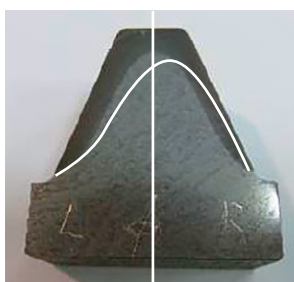
SIMETRÍA DE LA CAPA TRATADA SOBRE LOS PERFILES DE LOS DIENTES

- Conseguimos mantener la precisión y reducir el desgaste en ambas direcciones.

- Tratamiento térmico.
- Dientes templados por inducción.
- Rectificado de los dientes

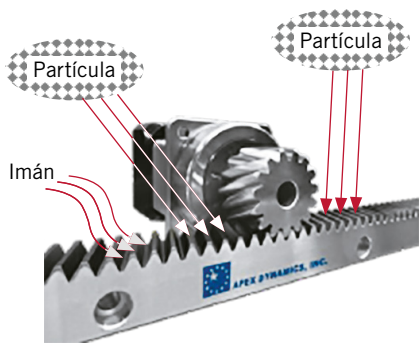
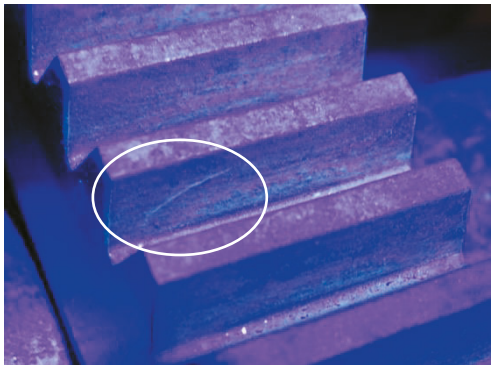
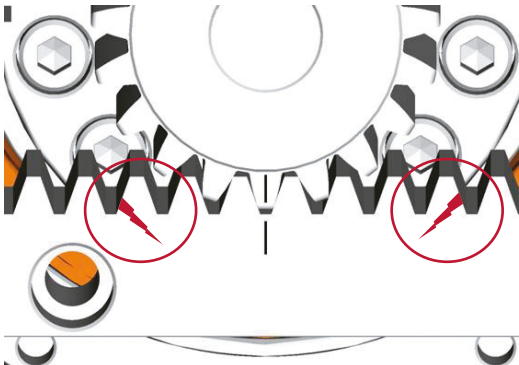


Templado por inducción satisfactorio y deficiencias en el rectificado de los dientes.

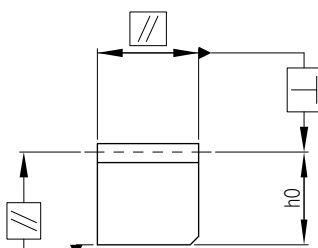


Deficiencias en el templado por inducción y/o el rectificado de los dientes.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CREMALLERA DE PRECISIÓN

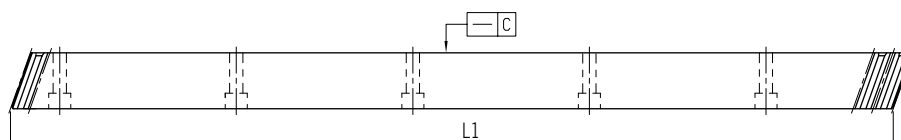
	CARACTERÍSTICAS	TECNOLOGÍA NECESARIA
 Las cremalleras APEX se desmagnetizan hasta 10 ± 3 Gauss	REDUCCIÓN DEL MAGNETISMO RESIDUAL • Evita la adhesión de partículas entre la cremallera y el piñón que provocaría roturas y daños en el perfil de los dientes. • Funcionamiento más suave. • Mantiene la precisión y se reduce el desgaste.	• Dispositivo desmagnetizador
	INSPECCIÓN MAGNÉTICA DE GRIETAS • Mantiene la precisión. • Garantiza una larga vida.	• Dispositivo de inspección magnética de grietas  Las cremalleras APEX se comprueban con un dispositivo de inspección magnética de grietas

PARALELISMO Y PERPENDICULARIDAD

	Calidad	Q4 ~ Q5		Q6		Q6M		Q8 / Q9		Q10	
	Sección transversal										
> 10 ~ 16		0,004	0,006	0,006	0,01	0,015	0,025	0,025	0,04	0,04	0,06
> 16 ~ 25		0,005	0,008	0,008	0,012	0,02	0,03	0,03	0,05	0,05	0,08
> 25 ~ 40		0,006	0,01	0,01	0,015	0,025	0,04	0,04	0,06	0,06	0,1
> 40 ~ 63		0,008	0,012	0,012	0,02	0,03	0,05	0,05	0,08	0,08	0,12
> 63 ~ 100		0,01	0,015	0,015	0,025	0,04	0,06	0,06	0,1	0,1	0,15
> 100 ~ 160		0,012	0,02	0,02	0,03	0,05	0,08	0,08	0,12	0,12	0,2

Valores en mm.

RECTITUD *

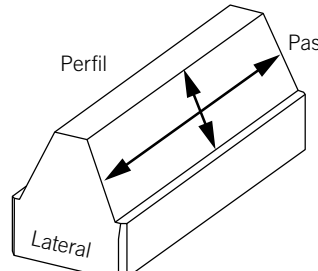


Calidad		Q4 ~ Q6		Q6M		Q8 ~ Q9		Q10	
Longitud 1000 mm		Fija	Libre	Fija	Libre	Fija	Libre	Fija	Libre
M1 ~ M2	fresada	-	-	0,04	0,45	0,05	0,45	0,08	0,5
	rectificada	0,02	0,4	-	-	-	-	-	-
M3 ~ M6	fresada	-	-	0,04	0,45	0,05	0,45	0,08	0,5
	rectificada	0,02	0,3	-	-	-	-	-	-
M8 ~ M12	fresada	-	-	0,04	0,45	0,05	0,45	0,08	0,5
	rectificada	0,02	0,25	-	-	-	-	-	-

* La rectitud se indica en situación desmontada o montada sobre una superficie plana rectificada. En el caso "desmontada", la cremallera se apoya sobre la superficie rectificada con los dientes de lado.

Valores en mm.

RUGOSIDAD SUPERFICIAL

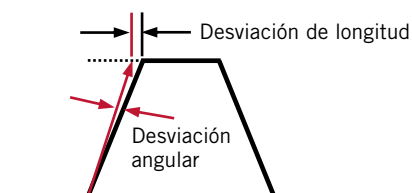
	Calidad	Q4 ~ Q6	Q6M	Q8 ~ Q9	Q10
Paso		$Ra \leq 0,5$	$Ra \leq 0,5$	$Ra \leq 1,0$	$Ra \leq 1,6$
Perfil		$Ra \leq 1,0$	$Ra \leq 1,0$	$Ra \leq 3,0$	$Ra \leq 6,3$
Lateral		$Ra \leq 0,8$	$Ra \leq 2,0$	$Ra \leq 2,0$	$Ra \leq 2,0$

Valores en μm .

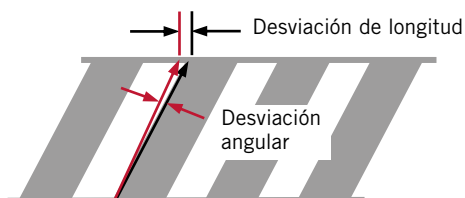
TOLERANCIA DE LOS DIENTES DE LA CREMALLERA

APEX indica claramente todas las tolerancias de las dimensiones y la geometría de la cremallera, empezando desde la etapa de diseño y durante toda la fabricación.

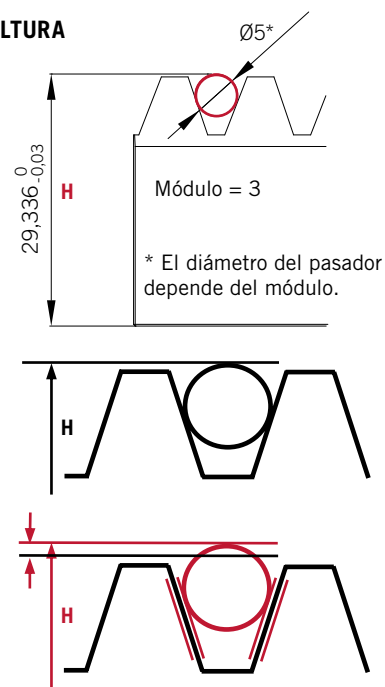
DESVIACIÓN DEL ÁNGULO DE PRESIÓN



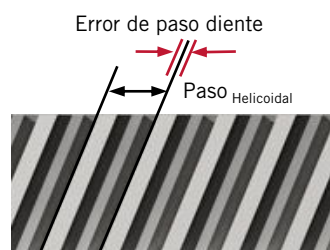
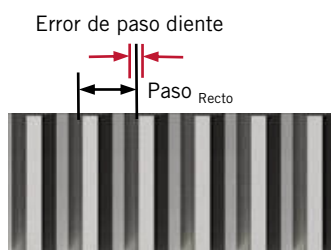
DESVIACIÓN DEL ÁNGULO HELICOIDAL



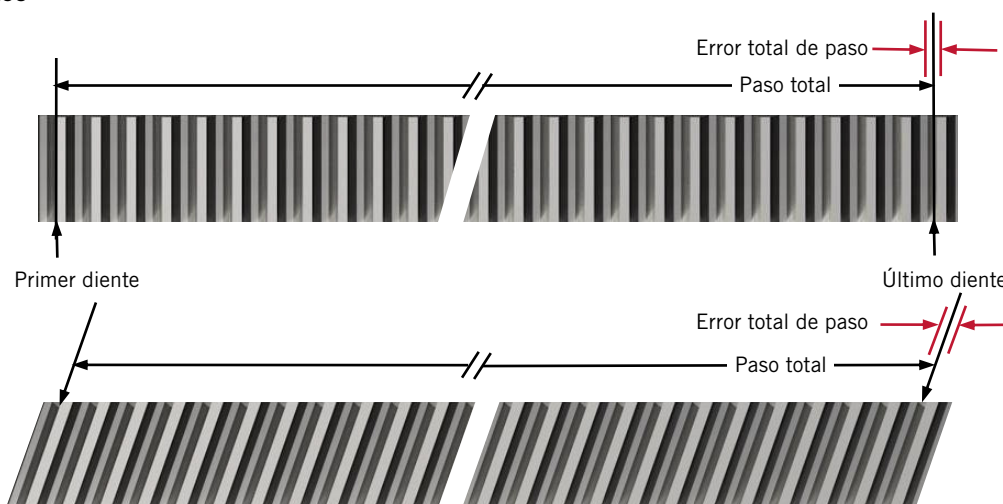
DESVIACIÓN DE ALTURA



ERROR DE PASO DIENTE



ERROR TOTAL DE PASO



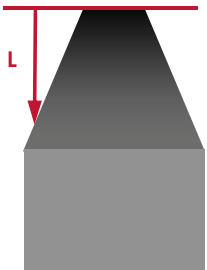
PRECISIÓN / TOLERANCIA DE LOS DIENTES DE LA CREMALLERA

Módulo	Desviación	Q4	Q5	Q5 ⁺	Q6 / Q6M	Q8H / Q8	Q9	Q10
1	Desviación del ángulo de presión (μm)	≤ 4	≤ 6		≤ 8	≤ 16	≤ 23	≤ 36
	Desviación del ángulo helicoidal (μm)	≤ 6	≤ 7		≤ 9	≤ 18	≤ 28	≤ 45
	Desviación de altura sobre pasador (μm)	0	0		0	0	0	0
	Error de paso diente ⁽¹⁾ (μm)	≤ 4,5	≤ 6		≤ 8	≤ 16	≤ 23	≤ 37
	Error de paso total ⁽¹⁾ (μm)	≤ 17	≤ 24		≤ 33	≤ 65	≤ 91	≤ 146
1,5	Desviación del ángulo de presión (μm)	≤ 4	≤ 6		≤ 8	≤ 16	≤ 23	≤ 36
	Desviación del ángulo helicoidal (μm)	≤ 6	≤ 7		≤ 9	≤ 18	≤ 28	≤ 45
	Desviación de altura sobre pasador (μm)	0	0		0	0	0	0
	Error de paso diente ⁽¹⁾ (μm)	≤ 4,5	≤ 6		≤ 8	≤ 16	≤ 23	≤ 37
	Error de paso total ⁽¹⁾ (μm)	≤ 17	≤ 24		≤ 34	≤ 66	≤ 91	≤ 148
2	Desviación del ángulo de presión (μm)	≤ 4	≤ 6		≤ 8	≤ 16	≤ 23	≤ 36
	Desviación del ángulo helicoidal (μm)	≤ 6,5	≤ 8		≤ 10	≤ 20	≤ 32	≤ 52
	Desviación de altura sobre pasador (μm)	0	0		0	0	0	0
	Error de paso diente ⁽¹⁾ (μm)	≤ 4,5	≤ 6		≤ 8	≤ 16	≤ 23	≤ 37
	Error de paso total ⁽¹⁾ (μm)	≤ 17	≤ 24		≤ 34	≤ 66	≤ 91	≤ 148
2,5	Desviación del ángulo de presión (μm)	≤ 5	≤ 7		≤ 10	≤ 20	≤ 28	≤ 45
	Desviación del ángulo helicoidal (μm)	≤ 6,5	≤ 8		≤ 10	≤ 20	≤ 32	≤ 52
	Desviación de altura sobre pasador (μm)	0	0		0	0	0	0
	Error de paso diente ⁽¹⁾ (μm)	≤ 4,5	≤ 6		≤ 9	≤ 18	≤ 25	≤ 39
	Error de paso total ⁽¹⁾ (μm)	≤ 19	≤ 26		≤ 36	≤ 72	≤ 100	≤ 160
3	Desviación del ángulo de presión (μm)	≤ 5	≤ 7	≤ 7	≤ 10	≤ 20	≤ 28	≤ 45
	Desviación del ángulo helicoidal (μm)	≤ 6,5	≤ 8	≤ 8	≤ 10	≤ 20	≤ 32	≤ 52
	Desviación de altura sobre pasador (μm)	0	0	0	0	0	0	0
	Error de paso diente ⁽¹⁾ (μm)	≤ 4,5	≤ 6	≤ 6	≤ 9	≤ 18	≤ 25	≤ 39
	Error de paso total ⁽¹⁾ (μm)	≤ 19	≤ 26	≤ 26	≤ 37	≤ 72	≤ 101	≤ 162
4	Desviación del ángulo de presión (μm)	≤ 7	≤ 9	≤ 9	≤ 13	≤ 25	≤ 35	≤ 56
	Desviación del ángulo helicoidal (μm)	≤ 6,5	≤ 8	≤ 8	≤ 10	≤ 20	≤ 32	≤ 52
	Desviación de altura sobre pasador (μm)	0	0	0	0	0	0	0
	Error de paso diente ⁽¹⁾ (μm)	≤ 5	≤ 7	≤ 7	≤ 10	≤ 19	≤ 18	≤ 43
	Error de paso total ⁽¹⁾ (μm)	≤ 20	≤ 28	≤ 28	≤ 40	≤ 78	≤ 72	≤ 175
5	Desviación del ángulo de presión (μm)	≤ 7	≤ 9	≤ 9	≤ 13	≤ 25	≤ 35	≤ 56
	Desviación del ángulo helicoidal (μm)	≤ 8	≤ 10	≤ 10	≤ 13	≤ 25	≤ 41	≤ 65
	Desviación de altura sobre pasador (μm)	0	0	0	0	0	0	0
	Error de paso diente ⁽¹⁾ (μm)	≤ 5	≤ 7	≤ 7	≤ 10	≤ 19	≤ 27	≤ 43
	Error de paso total ⁽¹⁾ (μm)	≤ 20	≤ 28	≤ 28	≤ 40	≤ 78	≤ 109	≤ 175
6	Desviación del ángulo de presión (μm)	≤ 7	≤ 9	≤ 9	≤ 13	≤ 25	≤ 35	≤ 56
	Desviación del ángulo helicoidal (μm)	≤ 8	≤ 10	≤ 10	≤ 13	≤ 25	≤ 41	≤ 65
	Desviación de altura sobre pasador (μm)	0	0	0	0	0	0	0
	Error de paso diente ⁽¹⁾ (μm)	≤ 5	≤ 7	≤ 7	≤ 10	≤ 19	≤ 27	≤ 43
	Error de paso total ⁽¹⁾ (μm)	≤ 20	≤ 28	≤ 28	≤ 40	≤ 78	≤ 109	≤ 175
8	Desviación del ángulo de presión (μm)	≤ 8	≤ 12		≤ 16	≤ 32	≤ 45	≤ 72
	Desviación del ángulo helicoidal (μm)	≤ 8	≤ 10		≤ 13	≤ 25	≤ 41	≤ 65
	Desviación de altura sobre pasador (μm)	0	0		0	0	0	0
	Error de paso diente ⁽¹⁾ (μm)	≤ 5,5	≤ 8		≤ 11	≤ 22	≤ 31	≤ 49
	Error de paso total ⁽¹⁾ (μm)	≤ 22	≤ 31		≤ 43	≤ 84	≤ 118	≤ 188
10	Desviación del ángulo de presión (μm)	≤ 8	≤ 12		≤ 16	≤ 32	≤ 45	≤ 72
	Desviación del ángulo helicoidal (μm)	≤ 8	≤ 10		≤ 13	≤ 25	≤ 41	≤ 65
	Desviación de altura sobre pasador (μm)	0	0		0	0	0	0
	Error de paso diente ⁽¹⁾ (μm)	≤ 5,5	≤ 8		≤ 11	≤ 22	≤ 31	≤ 49
	Error de paso total ⁽¹⁾ (μm)	≤ 22	≤ 31		≤ 43	≤ 84	≤ 118	≤ 188
12	Desviación del ángulo de presión (μm)	≤ 11	≤ 15		≤ 21	≤ 42	≤ 58	≤ 93
	Desviación del ángulo helicoidal (μm)	≤ 10	≤ 13		≤ 16	≤ 32	≤ 51	≤ 82
	Desviación de altura sobre pasador (μm)	0	0		0	0	0	0
	Error de paso diente ⁽¹⁾ (μm)	≤ 7	≤ 10		≤ 13	≤ 26	≤ 37	≤ 59
	Error de paso total ⁽¹⁾ (μm)	≤ 23	≤ 33		≤ 46	≤ 90	≤ 126	≤ 202

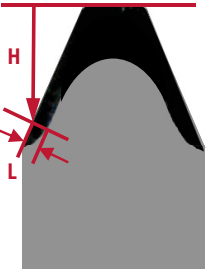
(1) Para dientes helicoidales y rectos, la base es una longitud nominal de 1000 mm.
La rectitud debe medirse sobre una superficie plana rectificada en situación de montaje fija.

TRATAMIENTO TÉRMICO DE LA CREMALLERA

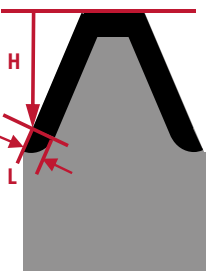
TRATAMIENTO POR INDUCCIÓN POR AVANCE

	Dureza superficial 550 ± 40 HV	Dureza por espesor efectivo L 440 ± 32 HV	
	N.º de módulo	H	L
	1	-	1,75
	1,5	-	2,63
	1,591 (paso 5)	-	2,79
	2	-	3,5
	2,5	-	4,38
	3	-	4,8
	3,183 (paso 10)	-	5,09

TRATAMIENTO POR INDUCCIÓN DIENTE A DIENTE

	Módulo	H	L
	4	7,2	0,3
	4,244 (paso 13,33)	7,64	0,3
	5	9	0,3
	6	10,8	0,3
	8	14,4	0,3
	10	18	0,3
	12	21,6	0,3

CARBURIZADA Y CEMENTADA

	Dureza superficial 640~720 HV	Dureza por espesor del tratamiento L 515~580 HV	
	Módulo	H	L
	2	3,5	0,4
	2,5	4,38	0,48
	3	4,8	0,55
	4	6	0,68
	5	10	0,88
	6	12	1,03
	8	16	0,91
	10	20	0,87

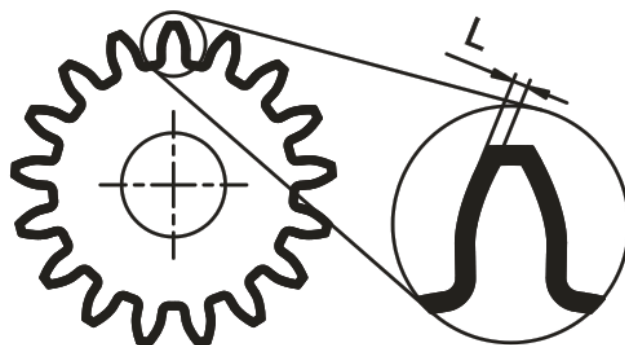
Nota: En la sección transversal puede garantizarse el espesor efectivo por encima del 80% en la parte central del ancho de los dientes.

TRATAMIENTO TÉRMICO DEL PIÑÓN

Material: Acero al carbono

Tratamiento térmico: Cementado

Dientes: Rectificados



TRATAMIENTO POR INDUCCIÓN

Dureza superficial 640~720 HV	Dureza por espesor del tratamiento L 515~580 HV
----------------------------------	---

(La dureza superficial se mide en el círculo de contacto)

Módulo	L (en mm)
1,5	0,3
1,591 (paso 5)	0,3
2	0,3
2,5	0,38
3	0,45
3,183 (paso 10)	0,48
4	0,6
4,244 (paso 13,33)	0,64
5	0,75
6	0,9
8	1,2
10	1,5