



CONOCIMIENTOS DEL
NIQUEL QUÍMICO

ACABADOS SUPERFICIALES BERRITZEN, S.L.
Pol. Ind. Condor II, nave 1-A
48340 AMOREBIETA (BIZKAIA)
Tlf.: 94 631 37 15
e-mail: clientes@berritzen.com
www.berritzen.com

INTRODUCCIÓN AL NIQUEL QUÍMICO.

El Níquel químico (NiP) es un tratamiento superficial en el que se codeposita una capa uniforme y brillante de níquel fosforoso para conferir un buen aspecto a las superficies y ofrecer unas buenas cualidades de dureza, resistencia a la corrosión y al desgaste. Sobre las aleaciones de Aluminio y sobre los aceros inoxidable facilitan la soldadura blanda y fuerte respectivamente.

Aplicado tradicionalmente por electrólisis, las nuevas técnicas puestas a punto permiten los depósitos regulares por inmersión sin utilización de la corriente continua como medio.

Los diferentes tipos de Níquel químico permiten obtener diferentes propiedades físicas, químicas y mecánicas. Se clasifican dependiendo del porcentaje en fósforo de la aleación:

- ➔ Níquel de bajo contenido en fósforo _____ Del 2 al 4 % en fósforo.
- ➔ Níquel de medio contenido en fósforo _____ Del 5 al 9 % en fósforo.
- ➔ Níquel de alto contenido en fósforo _____ Del 10 al 13% en fósforo.

Aparte de estos recubrimientos más convencionales hay un tratamiento específico para el desgaste y el desmoldeo; el **Níquel teflón**. Este recubrimiento es un níquel de alto contenido en fósforo (del 10 al 13% en fósforo) que junto a la aleación de níquel fosforoso convencional codeposita partículas de teflón ocluidas en un 20-25% en volumen.

Todos estos depósitos, son obtenidos por inmersión de la pieza a tratar en un baño donde no existe aporte de corriente, basándose en la reducción, en fase acuosa y caliente, de una sal de níquel mediante un hipofosfito alcalino. Dicha reducción requiere, en medio ácido, la presencia de un catalizador que inicialmente es el metal a recubrir y después el níquel depositado.

Los depósitos que se obtienen son totalmente uniformes, permitiendo de esta forma el tratamiento de piezas de cualquier dimensión, de formas muy complejas y de tolerancias muy severas.

El niquelado químico de los aceros al carbono de baja aleación y de las aleaciones de cobre, de berilio y de titanio se efectúa directamente sobre el metal base, sin ningún recubrimiento intermedio. Sobre los aceros inoxidable y refractarios y sobre las aleaciones base níquel y base cobalto, se deberá aplicar previamente un “flash” de níquel. Sobre las aleaciones de aluminio y las de magnesio hay que depositar primero una película de cinc químico y a continuación un ligero recubrimiento de níquel químico alcalino.

¿POR QUE UTILIZAR EL NÍQUEL QUÍMICO?

La utilización del Niquel químico conlleva las siguientes ventajas:

- ➔ Deposito uniforme cualquiera que sea el perfil o la complejidad de las piezas a tratar: roscas, taladros, hilos, partes internas de piezas, canales, conos, rebordes, etc...
- ➔ Protección anticorrosiva.
- ➔ Resistencia al desgaste y a la abrasión.
- ➔ Ligeramente autolubricante.
- ➔ Permite la realización de soldaduras.
- ➔ Aumenta la conductividad.
- ➔ Cambia las propiedades magnéticas.
- ➔ En muchos casos reemplaza con ventaja al cromo duro, ya que al ser totalmente uniforme no es necesario su posterior rectificado.
- ➔ Elimina las operaciones de acabado mecánico.

 PROPIEDADES DEL DEPOSITO :

- Propiedades mecánicas y físicas:

ADHERENCIA:	Aceros al carbono	40.000-60.000 psi.
	Aluminio	15.000-35.000 psi.
ELONGACION		0,1-1,5
COEFICIENTE DE EXPANSION TERMICA		13.10 ⁶ -15.10 ⁶ cm/cm°C
PUNTO DE FUSION		800-1000 °C

Los depósitos de **NIQUEL QUIMICO** son de una gran resistencia y la ductilidad es limitada. El límite elástico a la tracción excede los 70 Kgrs y la ductilidad de los depósitos es de 4-6%. Aunque esto es menor que las mayorías de los metales de ingeniería, es suficiente para casi todas sus aplicaciones. Las capas de Níquel químico pueden ser plegadas completamente sin rupturas, pudiendo ser usado en el campo de la deformación mecánica. Sin embargo no deberá ser usado con este fin siendo las deformaciones severas causantes de la ruptura del depósito, siendo expuestas a la corrosión y a la abrasión.

Las propiedades físicas del Níquel químico, son similares a las del acero inoxidable austénico:

- ➔ Su resistividad eléctrica es de aproximadamente 75 microhm/cm, siendo más elevada que la de conductores convencionales tales como el cobre.
- ➔ Su conductividad térmica es aproximadamente igual a 0,01 cal/cm.s.°C.
- ➔ Los tratamientos térmicos precipitan el fósforo de la aleación aumentando la conductividad térmica y eléctrica.
- ➔ El Níquel químico alto en fósforo es totalmente amagnético. Esto está confirmado por los diferentes estudios los cuales demuestran que la coercitividad es cero aún a niveles de flux elevados.
- ➔ Rugosidad superficial: El níquel químico “copia” exactamente el material base. Teniendo en cuenta este detalle, podemos decir que hasta 20 micras, la rugosidad superficial del Níquel químico será la misma que la de el material base. A partir de 20 micras, el depósito tendrá una rugosidad superficial mínima.

- Dureza del depósito. Tratamientos térmicos.

Una de las más importantes propiedades para la mayoría de las aplicaciones industriales es la dureza y la resistencia al roce del Ni químico.

El depósito de Níquel químico tiene una microdureza de 550-650 Vickers, equivalente a la mayoría de los aceros. Esta dureza puede ser aumentada hasta 1.000 Vickers después de un tratamiento térmico, siendo una dureza comparable al cromo duro y ciertas cerámicas.

Esta dureza es esencialmente debida a la precipitación del fosfito de Níquel ($P Ni_3$) en la matriz del recubrimiento. A la temperatura de 260°C aproximadamente, las partículas de PNi_3 empiezan a formarse y a la temperatura de 340-360°C el film cristaliza.

La dureza varía de manera sensible dependiendo del tipo de níquel químico usado.*

Aparte de este tratamiento de dureza, suele darse, sobre todo con aluminio y acero inoxidable, pero también con aceros más corrientes, un tratamiento térmico a una temperatura moderada para la mejora de la adherencia de la pieza.

Cuando el cliente lo exige, se puede efectuar un tratamiento térmico en aceros para reducir los riesgos de fragilización del hidrogeno.

Por último, en el caso del níquel teflón, se puede dar un tratamiento térmico para aglomerar el teflón del depósito en la superficie de la pieza, mejorando así la lubricación del mismo.

- Resistencia al roce del depósito

La propiedad de resistencia al roce, se encuentra relacionada indirectamente con la dureza y el índice de deslizamiento, y no sólo con la dureza como se creía de manera errónea. Así, si bien es cierto que en el níquel químico convencional cuanto mayor es su dureza mejor resistencia al roce presenta; no lo es menos que el níquel teflón, aún teniendo una dureza menor, tiene una resistencia al roce mejor debido a que su índice de deslizamiento es ostensiblemente mejor que el del níquel químico convencional (0,08 contra 0,4)*.

La resistencia al roce suele venir determinada por el test Taber de abrasión. Este ensayo consiste en un disco rotatorio por el que se hacen deslizar dos ruedas tratadas con Ni químico previamente pesadas. Después de un número determinado de

ciclos (generalmente 1.000) se vuelven a pesar las ruedas tratadas y se observa su pérdida de peso. El resultado de esta pérdida se da en mg. por cada mil ciclos. En el caso del níquel teflón esta prueba no se puede realizar, debido a que su índice de deslizamiento es mínimo. Se pueden comprobar mediante otras pruebas.*

- Resistencia a la corrosión del depósito.

El Níquel químico es un gran protector ante la corrosión. Protege mucho mejor que la mayoría de los depósitos galvánicos, resistiendo casi totalmente a los alcalinos (Na OH, KOH...), a las soluciones salinas (agua del mar), a los gases ácidos tales como los que provienen de las industrias petroleras y a todos los hidrocarburos. El Níquel químico resiste bien las soluciones amoniacales, los ácidos orgánicos (Láctidos, acéticos, etc...) y los ácidos reductores (HCl, H₂SO₄).

No obstante, no todos los depósitos de Níquel químico dan la misma protección, pues según el contenido en fósforo la resistencia varía.*

- Propiedades especiales para la ind. Electrónica.

Debido al contenido en fósforo, tenemos que a partir del 9-10%, las capas de Níquel químico no son magnéticas manteniendo estas características de no magnetismo a elevadas temperaturas (275 °C). Con un 7-8% en fósforo las capas son magnéticas, aumentando su magnetismo después del tratamiento térmico.

La resistividad de Níquel químico con un 10% de fósforo es de 75 a 100 microohms/cm. En otros recubrimientos con más bajo contenido en fósforo puede ser del orden de 20-25 microohms /cm. Estos valores bajan con el tratamiento térmico a 250°C.

Los baños de bajo contenido en fósforo tienen la más baja resistividad (5-10 microohms/ cm.)*

- Soldabilidad del depósito.

La soldabilidad es perfecta después del niquelado químico sobre depósitos recientes. Sobre depósitos envejecidos puede haber problemas y ser necesario la utilización de flux de soldadura.

No obstante, según nuestra experiencia con un recubrimiento de bajo contenido en fósforo, la soldabilidad es perfecta.

- Apariencia.

El depósito no debe presentar en ningún caso brillos, picaduras, rugosidades, grietas, ampollas o superficie sin recubrimiento. Las películas de Níquel serán lisas, adherentes, de grano fino y apariencia uniforme. Son admisibles manchas superficiales, producidas por los enjuagues, o ligera decoloración originada por los tratamientos térmicos.

CONTROL DE LA PELICULA DE NIQUEL.

- Examen microscópico.

El depósito examinado con un microscopio y con un aumento de 1.000 veces, debe ser completamente amorfo sin poros, y sin estructura laminada.

- Test al ácido nítrico.

Un espesor de 25 micras, debe resistir como mínimo una inmersión durante 3 segundos en HNO₃ concentrado a temperatura ambiente.

- Resistencia a la corrosión.

El depósito debe resistir a la atmósfera salina, comportándose de diferente manera según la condición exigida. Los test de corrosión se efectúan según la norma ASTM B 117.

Después de la exposición al test, la prueba deberá estar desprovista de toda evidencia de corrosión del metal base, así como blister o desprendimiento del depósito. Estas pruebas variaran dependiendo del tipo de níquel químico utilizado.

- Adherencia:

Existen diversos métodos para comprobar la adherencia del depósito, pudiéndose usar cada una de ellas según las circunstancias y los materiales, y siempre mediante acuerdo entre cliente y proveedor.

- Test del doblado. Consiste en doblar la pieza en un cilindro igual al diámetro de la misma. En la zona de rotura, observada con un aumento de 4 veces superior, la aparición de las primeras grietas no deben de llevar separación. (Ensayo no aconsejado para piezas con un material de aluminio).

- Corte por cuadrículas. Consiste en efectuar trazos cortantes por mediación de unas cuchillas de tungsteno, las cuales deben llevar una separación aproximadamente de 3 mm., y una profundidad tal que corten completamente el depósito químico, sin apretar este último sobre el metal base. La prueba se repite en tres lugares diferentes y no deben producirse ni escamas ni desprendimiento del depósito.
- Choque térmico. Consiste en calentar la pieza a una temperatura conveniente de acuerdo con las condiciones del metal base con una tolerancia de 10°C. Para piezas de acero, la temperatura correcta será de 300°C, para el aluminio será de 220°C y para el cobre será de 250°C. Una vez obtenida la temperatura adecuada, se sumerge la probeta en agua a temperatura ambiente, no debiéndose de desprender el depósito en caso de que la adherencia sea la adecuada.

- Porosidad.

Existen diversos métodos para comprobar si una pieza cumple con las condiciones de porosidad. Estas tienen que ser consensuadas entre el proveedor y el cliente. En bajos espesores (menor de 10-15 micras y dependiendo del material base) no se llega a tapar del todo los poros con lo cual el ensayo no puede ser válido. A continuación indicaremos algunas de ellas:

- Test del agua hirviendo. La muestra se coloca en agua desionizada hirviendo durante 5 minutos. Después de aclarar en metano y secar, la pieza no debe presentar ningún punto de óxido. Este test es el más apropiado para espesores débiles.
- Test del ácido clorhídrico. La muestra se sumerge en una solución de HCl al 50% (una parte de HCl y una parte de agua) a temperatura ambiente durante 2 minutos. Durante la inmersión la muestra no debe revelar escapes gaseosos.
- Test del Ferrocianuro. La muestra después de haberla limpiado, se sumerge en una solución de ferrocianuro (25 gr. de ferrocianuro de potasio, 15 gr. de cloruro sódico y 2 cc. de ácido clorhídrico en un litro de agua) durante 5 minutos, después de la inmersión no debe aparecer ninguna mancha azul.

APLICACIONES

➔ SELECCIÓN DE LA CAPA DE NIQUEL PARA APLICACIONES DE RESISTENCIA A LA CORROSION Y A LA ABRASION :

CONDICIONES DE SERVICIO	BAJA	MODERADA
	Humedad: Media	Humedad: Alta.
	Medio alcalino suave	Baja temperatura.
	La capa está expuesta al aire industrial no agresivo.	Servicios de inmersión en alcalino o en procesos suaves.

ACABADO DE LA SUPERFICIE.	ESPESOR RECOMENDADO (Condiciones de servicio BAJA)	ESPESOR RECOMENDADO (Condiciones de servicio MODERADA)
Superficie lisa o pulida.	7,5-15 micras	12,5-35 micras
Superficie rugosa o arenada.	12-20 micras	20-40 micras
Material tratado mecánicamente con cubetas	15-25 micras	25-50 micras
Fundiciones	15-25 micras	25-50 micras

➔ ¿SOBRE QUE MATERIAL BASE Y EN QUE CAMPOS DEBE UTILIZARSE EL NI QUIMICO?

El Ni químico se puede aplicar sobre todos los metales tanto ferrosos como no ferrosos, tales como: El aluminio, berilio, cobre y sus aleaciones, aceros al carbono, aceros inoxidable, hierro, molibdeno, níquel, titanio y sus aleaciones, tungsteno, etc....

Los campos a tratar son prácticamente todos, pues sus aplicaciones son numerosas. Indicaremos algunos ejemplos, donde daremos razón por los motivos que consideramos su necesidad:

INDUSTRIA DE LA AERONAUTICA:

PIEZAS:	Cercos metálicos de latón	Canalización de ventilador	Engranajes
	Interiores de reactores	Piezas de máquinas teledirigidas	Cojinetes
	Palas de turbinas	Piezas de equipo hidráulico	Piezas de visores
	Piezas de avión trabajadas en caliente	Piezas de misiles	Estator
	Piezas de motor (Rocket)	Piezas de compresor	Pistones
	Tubos Pitot	Cabezas de pistones en aluminio	Tubos de cambio de Tª.
	Partes giromagnéticas.	Turbinas de reactores	Montantes
	Válvulas de circulación de aire y aceite	Piezas de entrada de aire a reactores	Componentes tren de aterrizaje
	Tornas puntas	Cierres herméticos.	Cilindros hidráulicos
CAUSAS:	A todas estas piezas el níquel químico les confiere una gran resistencia al desgaste, su depósito se verifica con uniformidad, aumenta la resistencia a la corrosión, hay un reforzamiento de las superficies mal mecanizadas o desgastadas y sus cualidades lubricantes evitan en algunos casos el "gripaje" de las piezas.		

INDUSTRIA DE LA AUTOMOCIÓN:

PIEZAS:	Disipadores de calor	Componentes de carburador	Árbol de transmisión
	Muelles	Partes equipo transmisión	Diodos del alternador
	Cilindros	Amortiguadores	engranajes
	Transmisiones	Discos y cilindros de aluminio	Conducciones diversas
	Inyectores de fuel	Coronas	Rotulas
	Componente bomba inyectora	Poleas	Pistones de freno
	Sincronizadores	Juntas de articulación	
CAUSAS:	Aplicando el Níquel químico en este campo de la industria, se consigue mejorar la resistencia al desgaste así como a la corrosión. Mejoramos su efecto lubricante, aumentamos la resistencia al desgaste, mantenemos una gran uniformidad y no perdemos la soldabilidad.		

INDUSTRIA DE LA MEDICINA Y FARMACIA:

PIEZA	Pantallas	Maquinas de pastillas	Herramientas dentales
	Moldes de piensos		
CAUSAS:	Aquí, el Níquel químico se usa igualmente por su total carencia de toxicidad, fácil limpieza y alta resistencia a la corrosión y al desgaste.		

INDUSTRIA DE LA ALIMENTACIÓN:

PIEZAS:	Prensas	Hojas de corte	Equipos de moldeo
	Maquinas para la fabricación de la margarina	Rodillos	Elementos de maquinas de charcutería
	Material de conserva	Parrillas	Moldes de pan
	Maquinas magnéticas	Tornillos	Cuchillería
	Piezas de desescamado	Válvulas	Moldes en general
	Bombas	Ganchos	
CAUSAS:	El Níquel químico es con respecto a esta industria en primer lugar, totalmente inocuo, se encuentra homologado por la O.M.S., en los moldes hace que la salida de los mismos se facilite, es resistente a las altas temperaturas, se limpia con gran facilidad y es altamente resistente a la corrosión.		

INDUSTRIA DEL ARMAMENTO:

PIEZAS:	Cañones y fusiles	Básculas	Equipos de radar
	Cojinetes de tanque.	Piezas de explosivos	Detonadores
CAUSAS	El Níquel químico se emplea en esta industria por su resistencia a la corrosión y al desgaste, así como su uniformidad y poder de flexión.		

INDUSTRIA MINERA:

PIEZAS:	Sistemas hidráulicos	Bielas de mando	Equipos de radar
	Encofradores	Conectores de tubería	Barrenos
	Punzones	Bombas inyectoras	Estuches
CAUSAS:	El Níquel químico por su alta resistencia a la abrasión, desgaste y corrosión es insustituible en este tipo de industria.		

INDUSTRIA DE LA QUIMICA, PARAQUIMICA Y PETROLEO:

PIEZAS:	Medidores de presión	Carters	Bombas perforadoras
	Obturadores y válvulas control	Secadores	Partes de turbina
	Mezcladores	Elementos de electrólisis	Prevención de escapes
	Conductores de aceite	Autoclaves	Intercambiadores de calor
	Carcasas	Sistemas de mando e hidráulicos	Filtros
	Bombas	Reactores	Cajeras
	Válvulas en general	Tubos	

CAUSAS:	Es indudable que el Níquel químico por su alta resistencia a la corrosión, desgaste y abrasión así como a la erosión su poder de lubricación, se hace imprescindible en estos tipos de industrias como recubrimiento final.
----------------	---

INDUSTRIA DE MOLDES Y MATRICES

PIEZA	Moldes para Zinc	Inyectores de tornillo	Extrusión de plástico
	Moldes de vidrio	Moldes de plástico	Tornillos

CAUSAS:	El Níquel químico confiere a esta industria un alto poder anticorrosivo, su fácil desmolde, su gran resistencia al desgaste que hace que su tirada de piezas se multiplique por cinco y hasta por diez veces sin que haya que desmontar el molde de maquina. Igualmente su posibilidad de recubrimiento parcial hace de este proceso muy interesante en esta industria.
----------------	---

INDUSTRIA DE LA ENERGIA ATOMICA:

PIEZAS:	Válvulas	Cajas de vida	- Estabilizadores
	Elementos de turbina	Racores	Cojinetes de compresores
	Émbolos y otros elementos para hexafluoruro de uranio	Émbolos y tuberías para el bombeo de agua	

CAUSAS:	El Níquel químico se hace imprescindible en este tipo de industria por su alto poder anticorrosivo.
----------------	---

INDUSTRIA ELECTRICA Y ELECTRONICA:

PIEZAS:	Aparatos de seguridad	Discos memoria	Condensadores
	Diodos	Instrumentos de contacto	Conectores de conductos
	Transistores	Armazones de relé	Contactos giratorios
	Capacitores	Caja	Radiadores para tiristores
	Resistores	Chasis	Frenos
	Circuitos híbridos	Mecanismos guía	Bornas de apretar
	Cuerpos	Frenos	Elementos de motor
	Computadoras	Guía de onda y piezas de acoplar radar	Elementos de válvulas magnéticas
	Refrigeradores de diodos	Terminales	Microondas
	Selectores señal a alta frecuencia	Piezas de equipamiento de radares	Soportes de memoria

CAUSAS:	El Níquel químico en este caso se basa en el aprovechamiento de su propiedad de ser una capa no magnética, así como de su fácil soldabilidad. Igualmente se aprovecha su conductividad, resistencia al desgaste y a la corrosión.
----------------	---

INDUSTRIA TEXTIL Y DE IMPRESIÓN:

PIEZAS:	Accesorios	Cuchillas	Raquetas de telar
	Cilindros	Spinerettes	Agujas de tejer
	Engranajes	Peines y guías.	Rodillos rotativos
	Rodillos de grabación	Planchas y rodillos para imprimir	Rodillos para distribución del papel
CAUSAS:	En ambos tipos de industrias el Níquel químico se usa por sus cualidades en lo que respecta a la resistencia al desgaste y a la corrosión.		

INDUSTRIA MECANICA EN GENERAL:

PIEZAS:	-Abrasión de diamante.	-Frenos	-Diodos para alternadores
	Aparatos de distribución	Calibres	Discos y cilindros de AL.
	Árboles de rueda	Cámaras de combustión	Elementos de medidores
	Árboles de transmisión	Clavijas	Elementos de bombas
	Adaptadores	Engranajes	Coronas
	Acoplamientos de materiales mixtos	Componentes frenos hidráulicos	Piezas para aire acondicionado
	Atomizadores	Compresores a gas	Inyectores
	Ejes de diferenciales	Conductores	Cuerpos de servo frenos
	Cajas giratorias de bolas	Suflés mecánicos	Cilindros
	Piezas rotativas	Segmentos	Bocinas
	Manivelas mecánicas	Pistones	Guías
	Piezas de circuitos hidráulicos	Pistones para freno y disco	Tirantes y cuerpos de tornillo
	Piezas giroscópicas	Racores de tuberías	Tubulares de gasoil
	Cigüeñales de diesel	Valvulería	Turbinas de ventiladores
	Visores	Tuberías de precisión	Bancanas
	Recambios de maquinas	Cadenas de aluminio	
CAUSAS:			

Después de todo lo indicado del NIQUEL QUIMICO, esperamos que sepan aprovechar las características del mismo, para acoplarlas a las necesidades de cada una de las piezas enumeradas anteriormente, es decir aprovechando bien sea su dureza, su resistencia al desgaste y a la corrosión, etc...

TABLA COMPARATIVA.

Propiedades	NIQUEL QUIMICO CON % EN FÓSFORO:			Níquel Teflón	Níquel electrolítico	Cromo duro	
	BAJO % P	MEDIO % P	ALTO % P				
% en fósforo (peso)	2-4	5-9	10-13	10-12	—	—	
% en PTFE (peso)	—	—	—	8-9	—	—	
% en PTFE (Volumen)	—	—	—	20-25 %	—	—	
Estructura	Microcristalina	Mixta: Cristalina y amorfa	Amorfa	Amorfa	Cristalina	Cristalina	
Aspecto	Muy brillante	Brillante	Semi-Brillante	Gris mate	Muy brillante	Muy brillante	
Velocidad deposición (μ/hora)	18-22	17-20	10-12	6-9	48-50	60	
Dureza Vicker	Sin trat. térmico	700	600	530	350	200	1000
	Con trat. térmico	960	1000	1050	450	N/A	N/A
Resistencia a la corrosión. <small>Ensayo de cámara de niebla salina. Material sin poros. 25 micras de capa.</small>	24	96	1000	240	24	< 24	
Propiedades magnéticas	Magnético	Ligeramente magnético	No magnético	No magnético	Magnético	ND	
Coefficiente magnético	130	1,4	0	0	70	—	
Coefficiente de fricción.	0,40	0,40	0,4	< 0,11	ND	0,43	
Soldabilidad	Buena	—	—	—	—	—	
Tensiones internas (Mpa)	-10	40	-20	—	140	200	
Punto de fusión (°C)	1275	1000	880	ND	1450	1890	
Densidad (gr./cm ³)	8,6	8,1	7,8	ND	8,9	7,1	
Coefficiente de expansión térmica (μ/m/°C)	12,4	13	12	ND	14	8,4	
Resistividad eléctrica (micro-ohm/cm.)	30	75	100	ND	10	40	
Conductividad térmica (W/cm.K)	0,6	0,05	0,08	ND	0,95	0,67	

Propiedades	NIQUEL QUIMICO CON % EN FÓSFORO:			Níquel Teflón	Níquel electrolítico	Cromo duro	
	BAJO % P	MEDIO % P	ALTO % P				
Calor específico (cal/gK)	0,25	ND	0,11	ND	0,11	0,11	
Tensión de rotura a la tracción (Mpa)	300	900	800	ND	400	120	
Ductilidad	0,7 %	0,7%	1,5%	ND	18%	0,1%	
Modulo de elasticidad (Gpa)	130	110	170	ND	180	120	
Índice Taber*	Sin tratamiento térmico	11	16	19	ND	25	2
	Con tratamiento térmico	9	12	12	ND	N/A	N/A

ND: No determinado N/A: No aplicable. * Indica la pérdida de peso en mgr. por mil ciclos.

TABLA COMPARATIVA DE DESGASTE.		
Recubrimiento rozando con un eje de acero	Velocidad de desgaste (m ³ /Nm)	Coefficiente de fricción
Níquel teflón /acero	3x10 ⁻¹⁵	0,10-0,07
Níquel químico / acero	3,4x10 ⁻¹³	0,38-0,21
Cromo duro / Acero	6,9x10 ⁻¹⁴	0,21-0,15
Acero/Acero	5,5x10 ⁻¹²	0,48-0,30

OBSERVACIONES:

- Estos datos han sido suministrados por ENTHONE España, S.A.
- Son datos teóricos, que podrán variar dependiendo del material y de los espesores.