

CASTELLANOS & CO LTDA
ABOGADOS
Calle 94 A No. 7 A-09
Bogotá, D.C. - COLOMBIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 07-098811- -00003-0000

Fecha: 2008-06-11 14:29:28 Dep. 2020 NUECREACION
Tra. 11 PATENTEIYI Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 538 PETICION Folios: 2

Señor

Jefe de la División de Nuevas Creaciones

Superintendencia de Industria y Comercio

Ministerio de Comercio, Desarrollo, Industria y Turismo

E. S. D.

Re.: Expediente No. 07.098.811

Solicitud del examen de patentabilidad correspondiente a la Patente PCT
Entrada en Fase Nacional, para:

"PRODUCCION DE FERRONIQUEL"

Solicitante: **BHP BILLITON SSM TECHNOLOGY PTY LTD.**

SOLICITUD EXAMEN DE PATENTABILIDAD

(CAPITULO I)

Yo, **MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO**, mayor de edad, identificada y domiciliada como aparece al pie de mi firma, obrando en mi calidad de apoderada de la sociedad solicitante, atentamente me permito solicitar a Ud. que se realice el examen de patentabilidad de la invención arriba citada, para lo cual anexo el comprobante de pago No. 08- 46.406 de Junio 10 de 2008, correspondiente a la tasa establecida para dicha solicitud.

En consecuencia, atentamente solicito a Ud. se anexe este memorial junto con el comprobante de pago al expediente correspondiente a esta solicitud de Patente PCT Entrada en Fase Nacional, y se continúe con su tramitación.

Señor Jefe,


Margarita Castellanos Abondano
C.C. No. 39.779.654 de Usaquén
T.P.A. No. 70.819 del C. S. J.
Calle 94 A No. 7 A-09 - Bogotá, D.C.
Teléfono (PBX): 610 7420

Bogotá,
MCA/gcb/P1524

11 JUN 2008

157
163

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800176089-2

RECIBO OFICIAL DE CAJA : 08 - 46,406
FECHA : JUNIO 10 DE 2008

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 07-098811- -00003-0000

Fecha: 2008-06-11 14:29:28 Dep. 2020 NUECREACIONE
Tra. 11 PATENTEIYII Eve: 378 FASENACIONALI
Act. 538 PETICION Folios: 2

***** CONSIGNACION *****

DEPOSITANTE	TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	Vr. PAGO
ALVARO CASTELLANOS	CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	341530	10/06/2008	3,489,000.00

***** CONCEPTO *****

CANT.	RENTISTICO	CONCEPTO	TOTAL CONCEPTO
1	50005-01-01	SOLICITUDES	
		85 EXAMEN DE PATENTABILIDAD DE INVEN	420,000.00
		TOTAL :	\$ 420,000.00

SON: CUATROCIENTOS VEINTE MIL PESOS

RESPONSABLE : _____

RECIBO DE CAJA APLICADO AL EXPEDIENTE No. _____

106

DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES

RADICACIÓN EXPEDIENTE No. 07-98811

EL EXTRACTO DE LA PRESENTE SOLICITUD DE **PATENTE DE INVENCION**
FUE PUBLICADO EN LA GACETA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL No **591** DE
FECHA **30 DE ABRIL DE 2008** EL TÉRMINO HÁBIL SEÑALADO POR LA LEY
EXPIRA EL **30 DE JULIO DE 2008**

NOTA: Dentro del plazo de los seis (6) meses siguientes a partir de la fecha de publicación en la gaceta de Propiedad Industrial, deberá solicitar y cancelar el examen de patentabilidad so pena de que la solicitud caiga en abandono, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 44 de la Decisión 486/2000.

SE PRESENTARON OPOSICIONES POR PARTE DE TERCEROS.

SI _____

NO X

**SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES**

2020

Bogotá, D. C., 21 de diciembre de 2010

Doctora

Margarita Castellanos Abondano

Representante

BHP Billinton SSM Technology PTY Ltda

ASUNTO

Radicación **07-98811**

Trámite **002**

Evento **001**

Actuación **430**

Oficio

Folios **005**

001021

Patente de Invención

☒

Patente de Modelo de Utilidad

☐

Vía Nacional

☐

Vía PCT (fase nacional)

☒

Cap. I

☒

Cap. II

☐

No. Sol. Internacional

PCT/AU2006/000225

Fecha de Presentación Interna

23 de febrero de 2006

Como resultado del examen de fondo, realizado con fundamento en el artículo 45 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, se le comunica:

1. Documentos estudiados

1.1. Descripción:

Folios:

46 a 76

tal como se radicó inicialmente

1.2. Reivindicaciones:

Folios

77 a 82

tal como se radicó inicialmente

1.3. Dibujos:

Folios

83 a 84

tal como se radicó inicialmente

1.4. Prioridad:

Fecha **24 de febrero de 2005**

País **Australia**

Número **2005900852**

2. Objeto de la invención

- Título de la solicitud (folio 1)

Producción de ferroníquel

- Las reivindicaciones 1 a 32 de la solicitud en estudio se refieren a
 - 1.- *Se reivindica un proceso para la producción de un producto a base de ferroníquel a partir de un producto mixto a base de hidróxido de hierro y níquel, proceso éste que incluye los siguientes pasos:*
 - a) *disponer de un producto mixto a base de hidróxido de hierro y níquel;*
 - b) *peletizar el producto mixto a base de hidróxido de hierro y níquel a los efectos de producir pellas de hidróxido de hierro y níquel;*
 - c) *calcinar las pellas de hidróxido de hierro y níquel a los fines de producir pellas mixtas a base de óxido de hierro y níquel; y*
 - d) *reducir las pellas de óxido de hierro y níquel con uno o más gases reductores a temperaturas elevadas, con el objeto de producir pellas de ferroníquel.*
 - 21. *Un proceso...*
 - 26. *Un proceso...*
 - 30. *Un producto...*
 - 31. *Un producto*
 - 32. *Un producto...*
- Los anteriores procedimientos y productos buscan obtener compuestos de níquel más económicos. (folio 48)
- La Clasificación Internacional de Patentes (IPC) para esta solicitud es C 22 B 1/02

3. De la solicitud de Patente

3.1. Descripción (Artículo 28 D. 486)

La descripción de la solicitud en estudio presenta los siguientes defectos:

- La traducción de la solicitud no es la mejor, pues se trata de una traducción literal que distorsiona el sentido del original en inglés. Por ejemplo, frases como "no se alcanza el valor financiero de todo cobalto presente en el mineral", "pellas", "hidróxido mixto de hierro y níquel", "mineral contentivo", "peleteado", entre muchas otras frases, corresponden a mal empleo del lenguaje técnico y no tienen sentido en español.

El solicitante deberá anexar nuevo texto completo con una traducción revisada por una persona que entienda del arte.

Por lo anterior, la descripción no cumple con el requisito de claridad y/o divulgación completa que permita su comprensión y ejecución de acuerdo al art. 28 de la Decisión 486 y/o art. 22 del Tratado PCT

3.2. Reivindicaciones (Artículo 30 D. 486)

El capítulo reivindicatorio de la solicitud en estudio presenta los siguientes defectos:

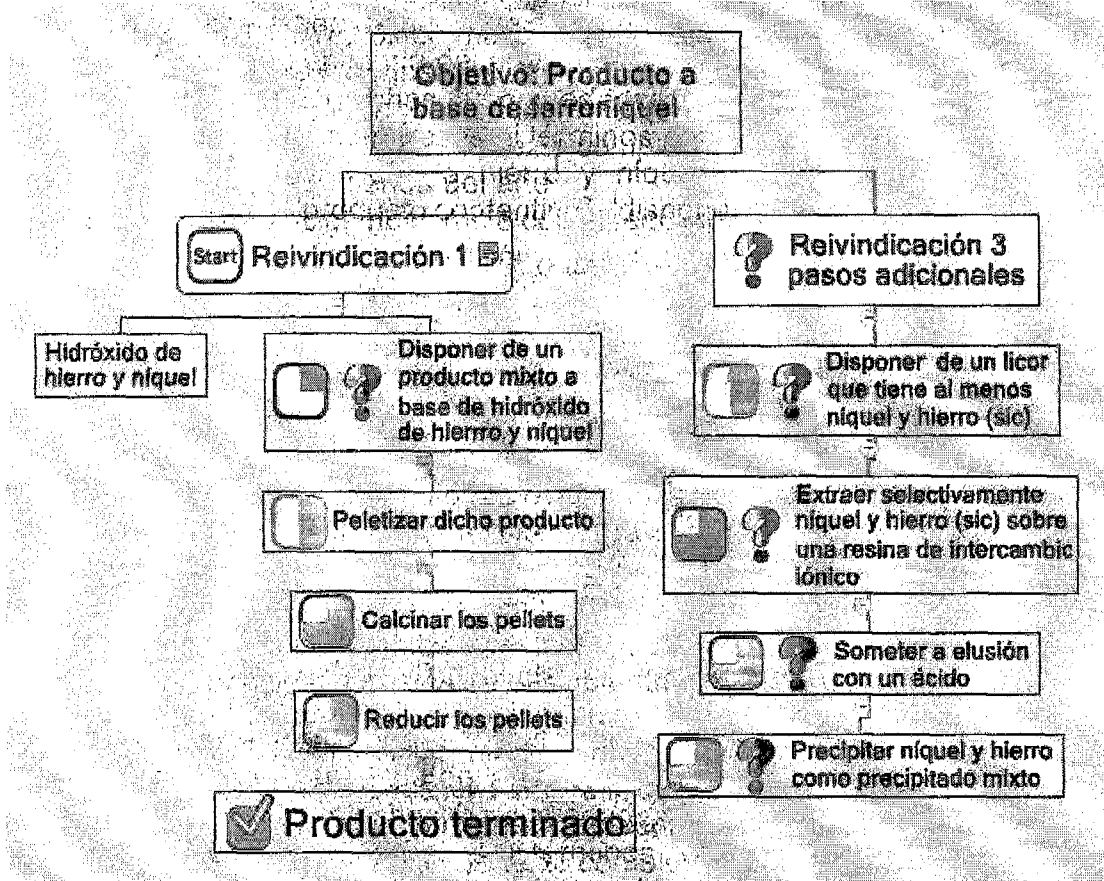
- La traducción de la solicitud no es la mejor, pues se trata de una traducción literal que distorsiona el sentido del original en inglés. Por ejemplo, frases como "no se alcanza el valor financiero de todo cobalto presente en el mineral", "pellas", "hidróxido mixto de hierro y níquel", "mineral contentivo", "peleteado", entre muchas otras frases, corresponden a mal empleo del lenguaje técnico y no tienen sentido en español.

El solicitante deberá anexar nuevo texto completo con una traducción revisada por una persona que entienda del arte.

- El solicitante emplea muchas ambigüedades en su solicitud, algo que es inaceptable. No se admiten frases ni términos como "disponer de un producto mixto a base de hidróxido de hierro y níquel", "temperaturas elevadas", "aproximadamente", "producto contentivo", "disponer de una pella", "ferroníquel"

de alta pureza", "agregar un flujo", "elevada solubilidad", etc. El solicitante debe ser claro y preciso en la materia que desea proteger. No se admite ninguna ambigüedad.

- El solicitante no redactó adecuadamente su solicitud, toda vez que las reivindicaciones dependientes no coinciden con lo relacionado en la reivindicación principal. Obsérvese el siguiente diagrama de flujo



Nótese como la reivindicación 3 que depende de la 2 y a su vez depende de la número 1 corresponde a una falsa dependencia toda vez que la reivindicación principal no menciona ni sugiere la extracción selectiva, la elusión o la precipitación del níquel y el hierro; por demás no es claro donde deben ir dichas etapas ni como permiten alcanzar el producto deseado.

Es conveniente anotar que la reivindicación 2 es totalmente ambigua pues señala un producto intermedio sin indicar en que parte del proceso se forma o sus propiedades; además la reivindicación 3 que depende de esta no tiene una relación lógica o explícita con la número 2.

El solicitante debe recordar que "(...) todo invento, para hacerse acreedor a un privilegio, debe tener un solo objeto principal (...) que se define en la primera reivindicación, cuyo contenido debe concretarse a enunciar la característica o el conjunto de características que reflejan la novedad del invento. Es, por lo tanto, la primera reivindicación expresión exacta de la novedad del nivel inventivo o, lo que es igual, de su objeto principal. El privilegio otorgado se limita, en consecuencia, a lo enunciado en la primera reivindicación y dos patentes de invención pueden coexistir si los contenidos de la primera reivindicación de cada una de ellas no coinciden (...) Las reivindicaciones subsiguientes deben estar subordinadas a la primera como otras tantas características que subsidiariamente concurren a la realización del objetivo principal del invento en múltiples formas, todas ellas comprendidas por su esencia en la primera reivindicación." (Tribunal Andino Proceso 69-IP-2007)

El problema relacionado con las reivindicaciones 1, 2 y 3 se observa en todo el resto de reivindicaciones. Por consiguiente el solicitante esta obligado a describir un *solo objeto principal que se define en la primera reivindicación, cuyo contenido debe concretarse a enunciar la característica o el conjunto de características que reflejan la novedad del invento*; además, el solicitante deberá redactar las reivindicaciones dependientes de forma tal que queden subordinadas a la primera como otras tantas características que subsidiariamente concurren a la realización del objetivo principal del invento en múltiples formas, todas ellas comprendidas por su esencia en la primera reivindicación.

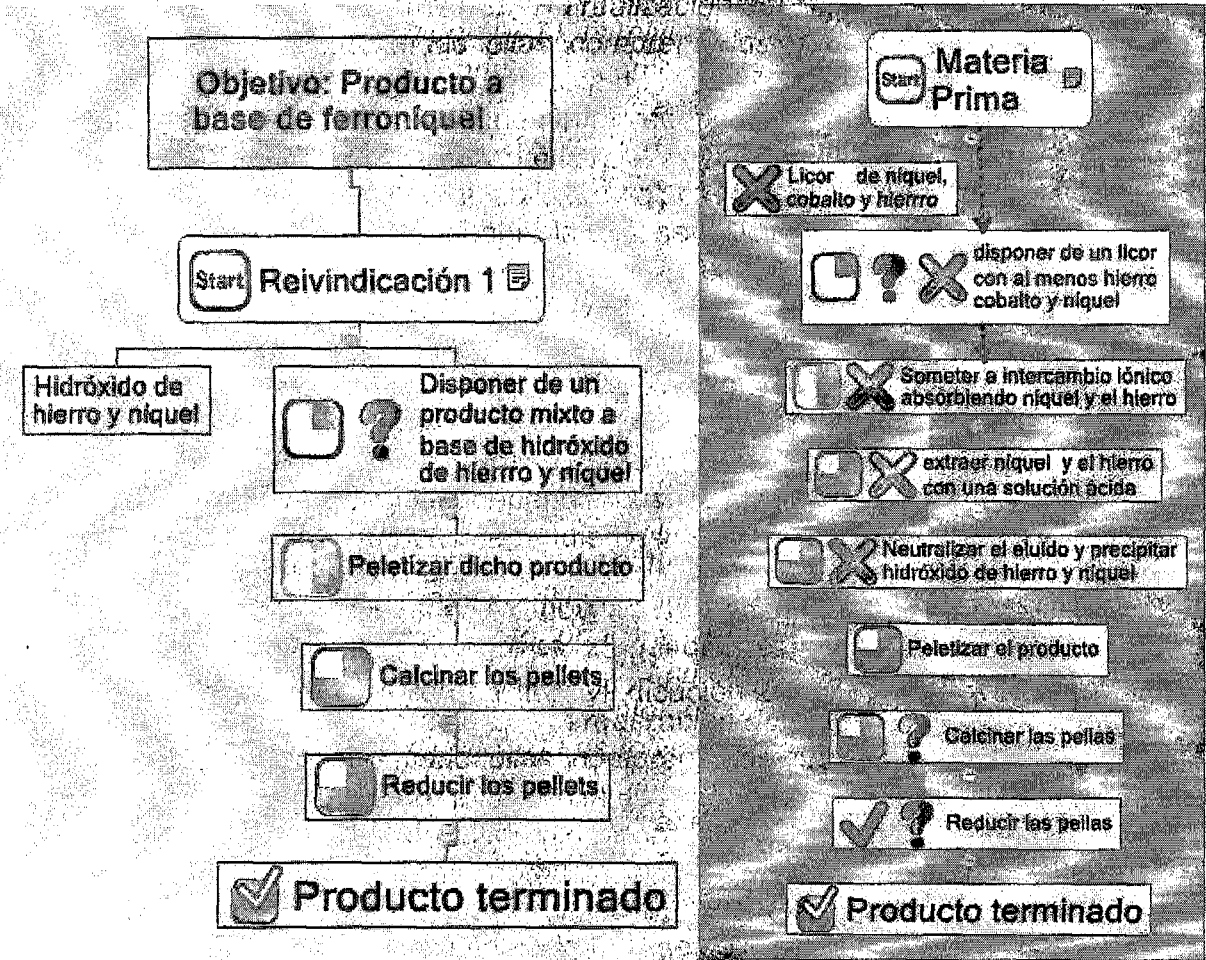
- La reivindicación 29 no tiene ningún sentido.
- No se precisa la materia sobre la cual se solicita protección. Cómo se explicará en el punto 4), la presente solicitud no posee unidad de invención, por lo que no está definida la materia sobre la cual se solicita protección.

4. Unidad de invención (Artículo 25 D. 486)

La presente solicitud no tiene unidad de invención, dado que contempla diferentes conceptos inventivos relacionados así:

- Reivindicación 1 y sus dependientes
- Reivindicación 21 y sus dependientes
- Reivindicación 26 y sus dependientes
- Reivindicación 30
- Reivindicación 31
- Reivindicación 32

Obsérvese la reivindicación 1 y la reivindicación 21:



Obsérvese como en las etapas señaladas con una X en la reivindicación 21, corresponden a pasos que no necesariamente tienen relación con los señalados en la reivindicación 1, el licor de níquel cobalto y hierro difiere de hidróxido de níquel y hierro, el intercambio iónico, etc.
De la misma forma el proceso de la reivindicación 26 es diferente al de las reivindicaciones 1 y 21.

En cuanto a los productos de cada una de las reivindicaciones 30, 31 y 32 se encuentra que dichos productos son diferentes entre sí por las características enunciadas y además, no necesariamente se obtienen por los procesos señalados en las primeras reivindicaciones

Por lo anterior, se puede concluir que la presente solicitud no cumple con el requisito de unidad de invención.

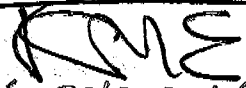
5. Determinación del Estado de la Técnica

De acuerdo a lo observado, **NO** es posible realizar una correcta **Determinación del Estado de la Técnica y Evaluación de los requisitos de patentabilidad**. Solo cuando se haya corregido adecuadamente la solicitud y se haya orientado de forma tal que sea claro lo que quiere ser protegido, sólo en ese momento esta oficina podrá elaborar una determinación correcta del estado de la técnica y una evaluación correcta de los requisitos de patentabilidad.

6. Conclusión:

En cumplimiento del artículo 45 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, se le indica que debe dar respuesta dentro del término de **SESENTA** días contados a partir de la fecha de notificación de la presente comunicación. En caso de no dar respuesta al presente requerimiento, o si a pesar de la respuesta subsistieran los impedimentos para la concesión, se denegará la patente.

Notifíquese el presente oficio conforme a lo dispuesto en el numeral 5.2, literal e), del capítulo quinto del título primero de la Circular Única N° 10 de 2001.


José Luis Salazar López
Director de Nuevas Creaciones (E)

Concepto Técnico No. **4164**
Examinador Técnico **202003**

El anterior requerimiento fue notificado por fijación en lista, de fecha 10/12/2010

112

introducción a la metalurgia física

(SEGUNDA EDICION)

Autor: SYDNEY H. AVNER

Profesor
New York City Community College
City University of New York

Traductor: LIC. JOSE LUIS ESTRADA
HAEN

Instituto Politécnico Nacional

Revisor Técnico: ING. GUILLERMO BARRIOS
MEJIA

McGRAW-HILL

MÉXICO • BUENOS AIRES • CARACAS • GUATEMALA • LISBOA • MADRID • NUEVA YORK
PANAMÁ • SAN JUAN • SANTAFÉ DE BOGOTÁ • SANTIAGO • SÃO PAULO
AUCKLAN • HAMBURGO • LONDRES • MILÁN • MONTREAL • NUEVA DELHI • PARÍS
SAN FRANCISCO • SINGAPUR • ST. LOUIS • SIDNEY • TOKIO • TORONTO

114

TABLA 12.11 Composición nominal y propiedades mecánicas típicas de algunos níqueles comerciales*

MATERIAL	COMPOSICIÓN NOMINAL (ELEMENTOS ESENCIALES, PORCENTAJE)	CONDICIÓN	RESISTENCIA TENSIL, 1 000 LB./PULG. ²	RESISTENCIA A LA CEDENCIA, 0.2% DE DEFORMACIÓN, 1 000 LB./PULG. ²	ELONGACIÓN, PORCENTAJE EN 2 PULG.	BHN
Níquel (puro)	Ni 99.99	Recocido	48	8.5	30	
Níquel A (forjado)	99.40 Ni (+ Co), 0.06 C, 0.25 Mn, 0.15 Fe, 0.05 Si, 0.05 Cu, 0.005 S	Recocido	70	20	40	100
		Laminado en caliente	75	25	40	110
		Estirado en frío	85	70	25	170
		Laminado en frío	105	85	5	210
Níquel D	95.00 Ni (+ Co), 0.10 C, 4.75 Mn, 0.05 Fe, 0.85 Si, 0.02 Cu, 0.005 S	Recocido	75	35	40	140
		Laminado en caliente	90	50	35	150
		Estirado en frío	100	60	25	190
Níquel (fundido)	95.6 Ni, 0.5 Cu, 0.5 Fe, 0.8 Mn, 1.5 Si, 0.8 C	Fundido sin tratamiento térmico	57	25	22	110
Duraníquel	93.90 Ni (+ Co), 0.15 C, 0.25 Mn, 0.15 Fe, 0.005 S, 0.55 Si, 0.85 Cu, 4.50 Al, 0.45 Ti	Recocido	100	45	40	180
		Recocido, endurecido por envejecimiento	170	125	25	330
		Resorte templado	175		5	320
		Resorte, endurecido por envejecimiento	205		10	370
Permaníquel	98.65 Ni (+ Co), 0.25 C, 0.10 Mn, 0.10 Fe, 0.005 S, 0.06 Si, 0.02 Cu, 0.45 Ti, 0.35 Mg	Recocido	105	45	45	180
		Recocido, endurecido por envejecimiento	175	125	25	325
		Resorte templado	180		5	
		Resorte, endurecido por envejecimiento	210	195	10	

* "Propiedades de algunos metales y aleaciones", The International Nickel Co.

en general, combinada con resistencia a la corrosión y a la oxidación. El níquel laminado lo emplean las industrias químicas y del jabón para construir evaporadores, hervidores encamisados, bobinas de calentamiento y otro equipo de procesamiento.

Los níqueles D y E se aproximan generalmente a la composición del níquel A, siendo la diferencia importante la inclusión de alrededor de 4.5 y 2.0% respectivamente, de manganeso que sustituye una similar cantidad de níquel. Agregar manganeso mejora la resistencia al ataque atmosférico a elevadas temperaturas. La resistencia mecánica del níquel D, tanto a temperaturas normales como a elevadas, es un poco mayor que la del níquel A y tiene mejor resistencia al ataque por azufre. El níquel D se utiliza ampliamente en electrodos para bujías, tubos de ignición, alambres para red de tubos de radio y pernos refractarios para calderas de vapor. Como el níquel E tiene menor contenido de manganeso que el D, sus propiedades mecánicas son intermedias entre las de níqueles A y D. Entre los usos típicos están cables para bujías y cables eléctricos para hornos.

El duraníquel es una aleación níquel-aluminio forjada, endurecible por envejecimiento y resistente a la corrosión. Ofrece una combinación de alta resistencia (comparable a la de los aceros tratados térmicamente) y excelente resistencia a la corrosión del níquel. Los resortes de duraníquel se emplean como grapas para ropa, piezas de joyería y amrazones ópticos. Esta aleación también se utiliza para piezas de instrumentos (como diafrágramas, flejes, hojas de interruptor de resorte) y en los deportes, para anillos y piezas de aparatos de pescar.

El permaníquel es una aleación al alto níquel templable por envejecimiento que tiene propiedades mecánicas y resistencia a la corrosión similares a las del duraníquel; además, posee buena conductividad eléctrica y térmica. Su resistencia al suavizamiento a altas temperaturas es un poco inferior a la del duraníquel y debe utilizarse con los del duraníquel sólo en aplicaciones en que sean esenciales mayor conductividad eléctrica y mejores propiedades magnéticas.

La tabla 12.11 muestra la composición química y las propiedades mecánicas típicas de las clases comerciales de níquel.

12.32 Aleaciones al níquel Los elementos de aleación más comunes con níquel son el cobalto, el hierro, el cromo, el silicio, el molibdeno, el manganeso y el aluminio. Aleaciones de base níquel-cobre. El cobre es completamente soluble en níquel y se añade para incrementar la formabilidad, disminuir el precio y aun retener la resistencia a la corrosión del níquel. El monel es la más importante de las aleaciones níquel-cobre; contiene aproximadamente dos tercios partes de níquel y una de cobre; tiene alta resistencia a los ácidos, álcalis, salmueras, aguas, productos alimenticios y a la atmósfera. Además, posee propiedades mecánicas mayores que las de los latones y bronceos, pero menores que las de los aceros aleados. También tiene buena tenacidad y resistencia a la fatiga y encuentra considerables aplicaciones a elevadas temperaturas. No oxida a una rapidez destructiva inferior a aproximadamente 1 000°F en atmósferas que no tengan azufre, y tiene algunas aplicaciones a temperaturas hasta de 1 500°F. El monel tiene amplia y extensa utilización en los campos químico, farmacéutico, marino, energético, eléctrico, de lavandería, textil y equipo de fabricación de papel. La figura 3.16 muestra la microestructura del monel recocido y estirado en frío.

El monel R es una aleación níquel-cobre que contiene mucho azufre para mejorar la maquinabilidad; se produce principalmente para trabajos en máquinas automáticas con el fin de hacer tornillos.

113

El *monel K* contiene aproximadamente 3% de aluminio, el cual hace a la aleación templable por envejecimiento. La figura 12.35 muestra el fino precipitado de $Ni_3(Al,Ti)$ como manchas negras en la aleación *monel K-500* después de envejecer por 4 horas a 1 300°F. Como el precipitado se puede unir con el microscopio óptico, la aleación está sobre-envejecida; por ende, es posible obtener un material no magnético resistente a la corrosión, con resistencia y dureza extras. Entre algunas de las aplicaciones típicas del *monel K* están las flechas para bombas marinas, resortes, instrumentos para avión, cojinetes de bolas y herramientas de seguridad.

Los *monels H* y *S*, con 3 y 4% de silicio, respectivamente, son aleaciones de fundición que combinan características de alta resistencia, resistencia a pérdida de presión, no se raspan, ni se "agarran" a piezas en movimiento, además de que tienen resistencia al ataque corrosivo. Ambas aleaciones poseen propiedades mecánicas semejantes, pero la *monel H*, con menos silicio, tiene mejor maquinabilidad. Entre las aplicaciones típicas se incluyen asientos para válvula, camisas para bombas e impulsores.

El *constantán* (45% de níquel y 55% de cobre) tiene la más alta resistividad eléctrica, el más bajo coeficiente de resistencia eléctrica a la temperatura y la más alta fem térmica junto con el platino, de cualquiera de las aleaciones cobre-níquel. Las dos primeras propiedades son importantes para resistores eléctricos, mientras que la última es deseable para termopares. Los termopares cobre-constantán y hierro-constantán se estudiaron en el capítulo 1.

Aleaciones basadas en níquel-silicio-cobre La aleación de este grupo más conocida comercialmente es la *Hastelloy D*; contiene 10% de silicio y 3% de cobre. Es una aleación de fundición fuerte, tenaz y extremadamente dura; puede maquinarse sólo con dificultad y generalmente se termina mediante esmerilado. Su característica

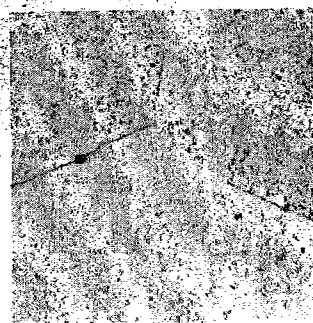


Fig. 12.38 *Monel K-500*, mantenido durante 1 hr a 2 200°F, transferido a un horno a 1 300°F y envejecido por 4 hr, templado en agua. Las manchas negras son precipitado de $Ni_3(Al,Ti)$. Atacado químicamente en $NaCN$, $(NH_4)_2S_2O_8$, 1 000x. (Tomada del *Metals handbook*, vol. 7, "Atlas of microstructures", American Society for Metals, 1972.)

más importante es su excelente resistencia a la corrosión al ácido sulfúrico concentrado a elevadas temperaturas. Se utiliza para evaporadores, recipientes para reacción, ductos, tuberías y accesorios en la industria química.

Aleaciones basadas en níquel-cromo-hierro Una variedad de aleaciones binarias níquel-cromo y ternarias níquel-cromo-hierro se emplean como aleaciones para resistencia eléctrica. Algunas composiciones nominales son 80Ni-20Cr (*chromel A*, *Nichrome V* y otras), utilizada como elemento eléctrico de calefacción para aparatos caseros y hornos industriales; 60Ni-16Cr-24Fe (*Chromel C*, *Nichrome* y otras), empleada como elemento eléctrico de calefacción para tostadoras, cafeteras, planchas, almohadillas calentadoras, secadoras para pelo y calentadores para agua, también en reóstatos de alta resistencia para equipo electrónico y como canastas en los baños de ácido para limpiar superficies metálicas y la 35Ni-20Cr-45Fe, utilizada para reóstatos de trabajo pesado. Muchas de las aleaciones anteriores muestran buena resistencia a la oxidación, a la fatiga por calor y a los gases de carburización. Se utilizan mucho en forma forjada y fundida para equipo de tratamiento térmico, piezas para horno, canastas para procesos de carburación y nitruración, ollas de cianuración y otro equipo que debe soportar temperaturas hasta de 1 800°F.

El *Inconel*, con una composición nominal de 76Ni-16Cr-8Fe, combina la inherente resistencia a la corrosión, la resistencia y la tenacidad del níquel con la resistencia extra del cromo a la oxidación a alta temperatura. Las primeras aplicaciones con *Inconel* fueron en equipo para procesamiento de alimentos, como calentadores, enfriadores, regeneradores, pasteurizadores y tanques de almacenamiento para pasteurización de leche. El *Inconel* es relevante por su capacidad para soportar calentamiento y enfriamiento repetidos en el intervalo de 0 a 1 600°F sin hacerse frágil; y se utiliza para múltiples de escape y calentadores de motores de avión. Se emplea mucho

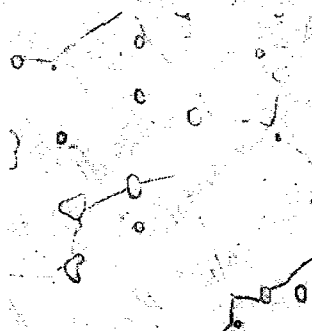


Fig. 12.36 *Hastelloy B*, con recocido de solución a 2 150°F y templado en agua. La constituyente globular es carburo en tanto que la matriz es solución sólida y l.c.c. Atacada químicamente en regia de cromo, 500x. (Tomada del *Metals handbook*, vol. 7, "Atlas of microstructures", American Society for Metals, 1972.)

en hornos y en tratamientos térmicos para recipientes de nitruración, cajas de carburización, retortas, amortiguadores de ruido y tubos de protección para termopares.

El *Inconel X* es endurecible por envejecimiento. El endurecimiento se asegura por adiciones de titanio (2.25 a 2.75%) y aluminio (0.4 a 1%). Una considerable porción de su alta resistencia a temperatura ambiente se retiene a temperaturas hasta de 1 500°F. Entre las aplicaciones típicas se incluyen piezas que requieren alta resistencia y poca rapidez de flujo plástico a temperaturas hasta de 1 500°F, como sobrecargadores de gas para turbina y piezas para sistemas de propulsión a chorro y resortes para temperaturas hasta de 1 000°F.

Aleaciones basadas en níquel-molibdeno-hierro La *Hastelloy A* (57Ni-20Mo-20Fe) y la *Hastelloy B* (62Ni-28Mo-5Fe) son las aleaciones de este grupo más conocidas. La figura 12.36 muestra la estructura de la *Hastelloy B* después del recocido de solución y del templeado en agua; consta de carburos globulares en una matriz de solución sólida y f.c.c. Estas aleaciones son austeníticas, por lo cual no responden al endurecimiento por envejecimiento. Mediante trabajado en frío, es posible obtener resistencia y ductilidad comparables a las del acero aleado. Estas aleaciones son notables por su alta resistencia a la corrosión por ácidos hidroc্লórico, fosfórico y otros no oxidadores. Se utilizan en la industria química en equipo para manejar, transportar y almacenar ácidos y otros materiales corrosivos.

Aleaciones basadas en níquel-cromo-molibdeno-hierro El remanente de las aleaciones *Hastelloy* se ubica en este grupo, siendo la más conocida la *Hastelloy C* (54Ni-17Mo-15Cr-5Fe-4W). Estas aleaciones se caracterizan por su alta resistencia a la corrosión a los ácidos de oxidación, como el nítrico, el crómico y el sulfúrico. Generalmente tienen buenas propiedades a alta temperatura y son resistentes a atmósferas de oxidación y de reducción hasta temperaturas de 2 000°F. Se emplean en la industria química, cuando se manejan ácidos de oxidación, para piezas de bombas y válvulas, inyectores a chorro y aplicaciones similares. La *Hastelloy X* (47Ni-9Mo-22Cr-18Fe) tiene relevantes resistencia en general y resistencia a la oxidación hasta a 2 200°F. Tiene muchas aplicaciones en hornos industriales y para diversas piezas de avión, como tubos de escape de motores de propulsión, posquemadores, aspas de turbina y paletas de hélice.

Aleaciones basadas en níquel-cromo-molibdeno-cobre Las aleaciones de este grupo fueron diseñadas originalmente como materiales resistentes a los ácidos sulfúrico y nítrico para un amplio intervalo de condiciones de concentración y exposición. Dos aleaciones de fundición son la *Illium B* (50Ni-28Cr-8.5Mo-5.5Cu) y la *Illium G* (56Ni-22.5Cr-6.5Mo-6.5Cu), las cuales proporcionan superior resistencia a la corrosión en aleaciones de fundición maquinables de alta resistencia. Entre las aplicaciones típicas están los cojinetes de impulso y rotatorios y las piezas de bombas y válvulas en las que se requiere alta dureza en medios corrosivos. La *Illium R* (68Ni-21Cr-5Mo-3Cu) es una aleación forjada maquinable que proporciona resistencia al calor y a la corrosión; se utiliza para ejes de bombas y válvulas, artículos para ferretería, tubos, láminas y alambres.

En la tabla 12.12 aparecen la composición nominal química y las propiedades mecánicas típicas de algunas aleaciones al níquel.

12.33 Aleaciones al níquel-hierro La figura 12.37 muestra el sistema de aleación níquel-hierro. Los límites de fase precisas a temperaturas inferiores a unos 1 100°F todavía no se han establecido, debido a la lentitud de los cambios estruc-

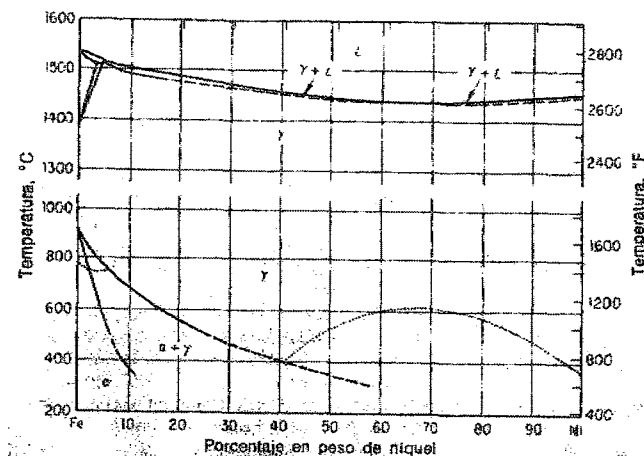


Fig. 12.37 Sistema de aleación hierro-níquel. (Tomada del *Metals Handbook*, ed. de 1948, pág. 1211 American Society for Metals.)

ture a bajas temperaturas. El níquel y el hierro son completamente solubles en el estado líquido y solidifican como soluciones sólidas. El níquel disminuye en forma progresiva la transformación de la fase γ a transformación de α en hierro. Las aleaciones que contienen hasta 6% de níquel son ferríticas. Conforme el contenido de níquel aumenta, las aleaciones tienden a endurecerse en aire cuando el enfriamiento es lento. Las aleaciones que tienen desde 6 hasta aproximadamente 30% de níquel son martensíticas después de un enfriamiento rápido. Después de enfriar lentamente o recalentar, se descomponen en fases α más γ . La cantidad de cada fase presente depende del contenido de níquel, del tratamiento térmico y de la cantidad de trabajado en frío. Las aleaciones con más del 30% de níquel son predominantemente austeníticas y no magnéticas. Las de hierro y níquel, que contienen de 20 a 90% de níquel, tienen muchas aplicaciones debido a su útil expansión térmica y a sus propiedades magnéticas y termoelásticas.

Conforme aumenta el contenido de níquel arriba del 25%, la expansión térmica cae bruscamente, y llega a ser casi invariable, para intervalos ordinarios de temperatura, a 36% de níquel. Mayores adiciones de níquel dan como resultado un incremento en la expansión térmica. La figura 12.38 muestra el efecto del níquel sobre el coeficiente de expansión térmica lineal de las aleaciones al hierro-níquel a temperatura ambiente. La aleación al 35% de níquel se conoce como *Invar*, es decir, invariable, y se utiliza donde se desea muy poco cambio en tamaño con cambio en temperatura. Tiene aplicaciones típicas en patrones de longitud, cintas de medición, piezas de instrumentos, capacitores variables, diapasones y resortes especiales.

TABLA 12.12 Composición nominal y propiedades mecánicas típicas de algunas aleaciones al níquel*

MATERIAL	COMPOSICIÓN NOMINAL (ELEMENTOS ESENCIALES), PORCENTAJE	CONDICIÓN	RESISTENCIA TENSIL, 1 000 LB./PULG. ²	RESISTENCIA A LA CEDENCIA, 0.2% DE DEFORMACIÓN, 1 000 LB./PULG. ²	ELONGACIÓN, PORCENTAJE EN 2 PULG.	BHN
Monel (forjado)	66.15 Ni + Co, 31.30 Cu, 1.55 Fe, 0.90 Mn	Recocido	75	35	40	125
		Laminado en caliente	90	50	35	150
		Estirado en frío	100	80	25	190
		Laminado en frío	110	100	5	240
		Fundido sin tratamiento térmico	75	35	35	140
Monel (fundido)	6.40 Ni + Co, 31.5 Cu, 1.5 Si	Fundido sin tratamiento térmico	75	35	35	140
Monel K	63.25 Ni + Co, 29.60 Cu, 2.75 Al, 0.45 Ti	Recocido	100	45	40	155
		Recocido ^a	155	100	25	270
		Temple de resorte	150	140	5	300
		Temple de resorte ^a	185	160	10	335
		Fundido sin tratamiento térmico	115	70 ^b	10	255
Inconel (forjado)	77.0 Ni + Co, 15.0 Cr, 7.0 Fe	Recocido	85	35	45	150
		Laminado en caliente	100	60	35	180
		Laminado en frío	135	110	5	260
Inconel X	72.85 Ni + Co, 15.15 Cr, 6.80 Fe, 2.50 Ti, 0.75 Al	Recocido	115	50	50	150
		Recocido ^a	175	115	25	300

* "Properties of some metals and alloys", The International Nickel Co., *Metals handbook*, ed. de 1961, American Society for Metals, Metals Park, Ohio.^a 0.5% de estricción.^b Temple duro.^c Endurecido por envejecimiento.

TABLA 12.12 (Continuación)

MATERIAL	COMPOSICIÓN NOMINAL (ELEMENTOS ESENCIALES), PORCENTAJE	CONDICIÓN	RESISTENCIA TENSIL, 1 000 LB./PULG. ²	RESISTENCIA A LA CEDENCIA, 0.2% DE DEFORMACIÓN, 1 000 LB./PULG. ²	ELONGACIÓN, PORCENTAJE EN 2 PULG.	BHN
Hastelloy aleación A	60.1 Ni, 22 Mo, 22 Fe, Mn, Si	Fundido sin tratamiento térmico	73	44	10	180
		Laminado ^a	115	50	44	210
Hastelloy aleación B	60.1 Ni, 28 Mo, 5 Fe, Mn, Si	Fundido en molde de arena	80	50	9	199
		Laminado ^a	120	56	50	215
Hastelloy aleación C	60.1 Ni, 16 Mo, 16 Cr, 5 Fe, 4 W, Mn, Si	Fundido en molde de arena	78	50	5	199
		Laminado ^a	130	71	45	204
Hastelloy aleación D	60.1 Ni, 10 Si, 3 Co, Mo	Fundido en molde de arena	118	118	0-2 ^c	321
		Laminado forjado	114	52	43	90 ^d
Hastelloy aleación X	47 Ni, 5 Mo, 22 Cr, 3 Fe, C, W	Fundido en molde de arena	65	42	11 ^e	69 ^e
Inconel B	59 Ni, 28 Cr, 8.5 Mo, 5.5 Cu	Grado B1 15.2-4.5 BSD ^f	81-87	50-62	1.0-4.5	200-240
		Grado B2 15.1-4.3 BSV ^g	45-51	43-51	0.5 max	325-360
Inconel C	56 Ni, 22.5 Cr, 6.5 Mo, 5.5 Cu	Fundido	68	50	32	200
Inconel K	68 Ni, 21 Cr, 9 Mo, 3 Cu	Tratamiento térmico de solución 2075 ^h , enfriado en frío	112.8 142.3	50.2 126.1	45.7 11.5	162 238

^a Recocido.^b En 1 pulg.^c Rockwell B.^d Grado definido por el contenido de silicio.^e Límite elástico.

En el intervalo de 30 a 60% de níquel, es posible seleccionar aleaciones de apropiadas características de expansión para corresponder a aplicaciones específicas. Las aleaciones con 68% de hierro, 27% de níquel y 5% de molibdeno, o 53% de hierro, 42% de níquel y 5% de molibdeno, tienen altos coeficientes de expansión térmica. Se utilizan en combinación con una aleación de bajo coeficiente de expansión para producir movimiento. Entre las aplicaciones se incluyen termostatos bimetalicos, termointerruptores y otros dispositivos de regulación de temperatura.

Las aleaciones con aproximadamente 28% de níquel, 18% de cobalto y 54% de hierro tienen coeficientes de expansión estrechamente similares a los de los tipos estándar de vidrio. Se emplean para sellos apareados vidrio-a-metal con los nombres industriales de *Kovar* y *Fernico*. Una aleación al 46% de níquel, llamada *platinita*, tiene el mismo coeficiente de expansión que el platino. Una aleación al 42% de ní-

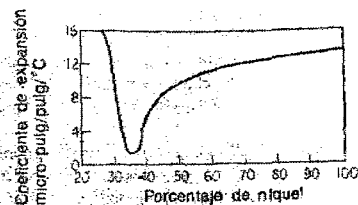


Fig. 12.38 Efecto del níquel sobre el coeficiente de expansión térmica lineal de las aleaciones hierro-níquel a temperatura ambiente. (Debida a Guillaume, del *Metals handbook*, vol. 1, American Society for Metals, Metals Park, Ohio, 1961.)

quel cubierta con una película de cobre oxidado se conoce como alambre *Dumet* y se usa para reemplazar al platino como alambre de sellado en lámparas al vacío.

Una aleación con 36% de níquel y 12% de cromo, conocida como *Elinvar*, tiene un coeficiente termoelástico de cero; es decir, el módulo de elasticidad es casi invariable sobre un extenso intervalo de temperatura. Se utiliza en resortes sumamente delgados y ruedas de volantes en relojes y para piezas similares en instrumentos de precisión.

Las aleaciones *Permalloy* incluyen diversas aleaciones al níquel-hierro en el intervalo de 78% de níquel que tienen alta permeabilidad magnética, bajo la influencia de muy débiles fuerzas de magnetización. También tienen bajas pérdidas por histéresis y baja resistividad eléctrica. Las piezas de aleaciones *Permalloy* se utilizan como bobinas de almacenamiento en circuitos eléctricos de comunicación.

Las aleaciones al aluminio-níquel-cobalto-hierro, comúnmente llamadas *Alnico*, con 8 a 12% de aluminio, 14 a 28% de níquel y 5 a 35% de cobalto, tienen relevantes propiedades magnéticas, mismas que se utilizan mucho como imanes permanentes en motores, generadores, audífonos para radio, receptores de teléfono, micrófonos y galvanómetros.

Al variar el porcentaje de níquel y con adiciones adecuadas de cobalto, cromo, cobre y molibdeno, se pueden obtener diferentes combinaciones de propiedades magnéticas.

PLOMO Y ALEACIONES AL PLOMO

12.34 Plomo Entre las principales propiedades del plomo se encuentran peso elevado, alta densidad, suavidad, maleabilidad, bajo punto de fusión y baja resistencia mecánica; además, tiene propiedades de lubricación, baja conductividad eléctrica, alto coeficiente de expansión y alta resistencia a la corrosión.

Con mucho, la mayor parte de la producción de plomo se utiliza en la manufactura de acumuladores eléctricos, seguido por el uso de plomo tetraetilo como el ingrediente antidetonante en la gasolina de alto rendimiento. Los compuestos del plomo se emplean en la manufactura de muchas pinturas de alta calidad.

El alto peso del plomo lo hace adecuado para usos como pesos y contrapesos y su alta densidad para proteger contra rayos β y γ , su suavidad para hacer empaquetaduras y para uniones apretadas a martillo en tubos de hierro fundido y su flexibilidad para forrar cables. Como recubrimiento sobre alambre, el plomo actúa como lubricante de estiramiento. Se aprovecha la alta resistencia a la corrosión del plomo utilizándolo para equipo en la industria química (como material para techos) y en la industria de la plomería (como tubo para transportar agua y sustancias químicas). Además, el plomo se emplea para mejorar la maquinabilidad de bronce, latones y aceros de alta maquinabilidad.

12.35 Aleaciones al plomo El antimonio y el estaño son los elementos de aleación más comunes del plomo. La figura 6.29 muestra el diagrama de fase antimonio-plomo, que es un sistema eutéctico simple con la composición eutéctica a 11.2% de antimonio. El antimonio generalmente se añade al plomo para aumentar la tempe-

TABLA 12.13 Propiedades de las aleaciones fundidas plomo-antimonio*

ANTIMONIO, PORCENTAJE	RESISTENCIA TENSIL, LB/PULG. ²	BHN
0	2 380	4.0
1	3 400	7.0
2	4 200	8.0
3	4 700	9.1
4	5 660	10.0
5	6 360	11.0
6	6 840	11.8
7	7 180	12.5
8	7 420	13.3
9	7 580	14.0
10	7 670	14.6
11	7 620	14.8
12	7 480	15.0
13	7 380	15.2
14	7 000	15.3

* Tomada de la obra *Lead in modern industry*, Lead Industries Association, Nueva York, 1952.