

# ÍNDICE DE CONTENIDO

Capítulo	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. CONCEPTOS GENERALES</b>	<b>5</b>
2.1 INTERACCIÓN DEL HIDRÓGENO CON INTERMETÁLICOS.....	5
2.1.1 INTERACCIÓN EN EQUILIBRIO.....	8
2.1.1.1 Termodinámica de la Interacción del Intermetálico con Hidrógeno.....	8
2.1.1.2 Características de las Curvas Presión-Composición-Temperatura.....	10
2.1.2 INTERACCIÓN FUERA DEL EQUILIBRIO.....	11
2.1.2.1 Cinética de Interacción con Hidrógeno.....	11
2.1.2.2 Otras Propiedades Importantes.....	12
2.1.3 COMPRESIÓN TÉRMICA DE HIDRÓGENO.....	13
2.2 SISTEMAS AB <sub>5</sub> PARA COMPRESIÓN TÉRMICA DE HIDRÓGENO.	15
2.2.1 CARACTERÍSTICAS.....	15
2.2.2 MÉTODOS DE SÍNTESIS DE LOS INTERMETÁLICOS.....	17
2.2.2.1 Coprecipitación Química.....	17
2.2.2.2 Síntesis por Fusión.....	18
2.2.2.3 Molienda Reactiva o Molienda Mecanoquímica.....	18
2.2.2.3.1 Etapas Presentes Durante el Proceso de Molienda.....	19
(a) <i>Etapa Inicial</i> .....	19
(b) <i>Etapa Intermedia</i> .....	21
(c) <i>Etapa Final</i> .....	21
(d) <i>Etapa de Completitud</i> .....	21
2.2.2.3.2 Parámetros de Escalado.....	22
<b>3. TÉCNICAS EXPERIMENTALES Y DE CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES</b>	<b>23</b>
3.1 MÉTODO DE OBTENCIÓN DE LOS INTERMETÁLICOS.....	23
MOLIENDA REACTIVA.....	23
3.2 MÉTODOS DE CARACTERIZACIÓN DE LOS INTERMETÁLICOS.....	25
3.2.1 TÉCNICAS CONVENCIONALES.....	26

<i>Difracción de rayos x (DRX/XRD)</i> .....	26
<i>Método Rietveld</i> .....	28
<i>Microscopía Electrónica de Barrido (MEB/SEM)</i> .....	29
<i>Espectroscopía Dispersiva en Energía (EDE/EDS)</i> .....	30
<i>Análisis por Activación Neutrónica (AAN/NAA)</i> .....	31
<i>Calorimetría Diferencial de Barrido (CDB/DSC)</i> .....	32
<i>Volumetría de Interacción con Hidrógeno</i> .....	33
3.2.2 TECNICAS DESARROLLADAS.....	34
3.2.2.1 Programa de software ad-hoc PRODIT-PDI 0.1.....	34
<b>4. SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA NM100h →</b>	
<b>(La<sub>0,25</sub>Ce<sub>0,52</sub>Nd<sub>0,17</sub>Pr<sub>0,06</sub>)Ni<sub>4,70</sub>Sn<sub>0,30</sub></b>	<b>41</b>
4.1 SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DEL INTERMETÁLICO.....	41
<i>Descripción General</i>	
4.1.1 ETAPAS Y PARÁMETROS DE LA MOLIENDA.....	41
4.1.1.1 Etapa Inicial de Molienda.....	41
4.1.1.2 Etapa Intermedia de la Molienda.....	49
4.1.1.3 Etapa Final de la Molienda.....	52
4.1.1.4 Etapa de Completitud.....	57
4.1.2 COMPARACIÓN DE LAS ETAPAS DE MOLIENDA Y ESCALADO.....	60
4.2 ESTABILIDAD DEL INTERMETÁLICO Y ANÁLISIS DE SUS PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN.....	66
<i>Descripción General</i>	
4.2.1 ESTABILIDAD TÉRMICA DEL INTERMETÁLICO SINTETIZADO La <sub>0,25</sub> Ce <sub>0,52</sub> Nd <sub>0,17</sub> Pr <sub>0,06</sub> (Ni <sub>4,70</sub> Sn <sub>0,3</sub> ).....	66
<i>Productos de Reacción</i>	67
4.2.2 MECANISMO DE DESCOMPOSICIÓN DEL La <sub>0,25</sub> Ce <sub>0,52</sub> Nd <sub>0,17</sub> Pr <sub>0,06</sub> (Ni <sub>4,70</sub> Sn <sub>0,30</sub> ) EN AIRE.....	71
4.2.3 ENERGÍAS DE ACTIVACIÓN.....	72
4.3 INTERACCIÓN DEL INTERMETÁLICO CON HIDRÓGENO.....	74
<i>Descripción General</i>	
4.3.1 PROPIEDADES DE SORCIÓN DE HIDRÓGENO.....	75
4.4 CONCLUSIONES.....	76
<b>5. SISTEMA LaNi<sub>4,70</sub>Al<sub>0,30</sub></b>	<b>79</b>
5.1 CARACTERIZACIÓN DEL INTERMETÁLICO.....	79
5.1.1 FASE CRISTALINA PRESENTE Y PARÁMETROS ESTRUCTURALES	79
5.1.2 TAMAÑO, MORFOLOGÍA DE PARTÍCULA Y COMPOSICIÓN ELEMENTAL.	80
5.2 ESTABILIDAD DEL INTERMETÁLICO Y ANÁLISIS DE SUS PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN.....	82
<i>Descripción General</i>	
5.2.1 TEMPERATURA DE ESTABILIDAD Y PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN TÉRMICA DEL SISTEMA LaNi <sub>4,70</sub> Al <sub>0,30</sub> ...	82

5.2.2	ENERGÍAS DE ACTIVACIÓN.....	85
5.3	INTERACCIÓN DEL INTERMETÁLICO CON HIDRÓGENO.....	88
	<i>Descripción General</i>	
5.3.1	PROPIEDADES DE SORCIÓN DE HIDRÓGENO.....	88
	5.3.1.1 Ciclos de Activación.....	88
	5.3.1.2 Isotermas de Presión-Composición (IPC/PCI).....	90
5.3.2	CINÉTICAS A VOLUMEN CONSTANTE.....	97
5.3.3	ESQUEMAS DE COMPRESIÓN.....	98
5.4	CONCLUSIONES.....	101
<b>6.</b>	<b>SISTEMAS NC3 → (La<sub>0,54</sub>Ce<sub>0,32</sub>Nd<sub>0,11</sub>Pr<sub>0,03</sub>)Ni<sub>4,25</sub>Sn<sub>0,18</sub>Al<sub>0,39</sub>Fe<sub>0,18</sub> Y NC4 → (La<sub>0,67</sub>Ce<sub>0,22</sub>Nd<sub>0,08</sub>Pr<sub>0,03</sub>)Ni<sub>4,33</sub>Sn<sub>0,12</sub>Al<sub>0,42</sub>Fe<sub>0,13</sub></b>	<b>103</b>
6.1	SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA NC3.....	103
	<i>Descripción General</i>	
6.1.1	CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL IM.....	104
6.1.2	CARACTERÍSTICAS MICROESTRUCTURALES DEL IM.....	105
6.1.3	COMPOSICIÓN ELEMENTAL Y DISTRIBUCIÓN DE TAMAÑO DE PARTÍCULA.....	105
6.2	SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA NC4	107
	<i>Descripción General</i>	
6.2.1	ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	107
6.2.2	ANÁLISIS MICROESTRUCTURAL Y DE COMPOSICIÓN ELEMENTAL.....	108
6.3	RANGO DE TEMPERATURAS DE ESTABILIDAD DEL INTERMETÁLICO Y ANÁLISIS DE SUS PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN.....	110
	<i>Descripción General</i>	
6.3.1	TEMPERATURA DE ESTABILIDAD Y PRODUCTOS DE DESCOMPOSICIÓN.....	110
	Productos y Mecanismos de Reacción.....	113
6.4	INTERACCIÓN DEL INTERMETÁLICO CON HIDRÓGENO.....	113
6.4.1	PROPIEDADES DE SORCIÓN DE HIDRÓGENO.....	115
	6.4.1.1 Ciclos de Activación.....	115
	6.4.1.2 Isotermas de Presión-Composición.....	115
6.4.2	ESQUEMAS DE COMPRESIÓN.....	118
	6.4.2.1 Esquema de Una Etapa.....	118
	6.4.2.2 Esquema de Dos Etapas.....	119
6.6	CONCLUSIONES.....	120
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES GENERALES</b>	<b>123</b>
	<b>PERSPECTIVAS</b>	<b>129</b>
	<b>APÉNDICE A: CÁLCULO DE ERRORES EN UNA REPRESENTACIÓN GRÁFICA.....</b>	<b>130</b>
	<b>APÉNDICE B: RESULTADOS DE OTROS SISTEMAS ESTUDIADOS: NA100h Y NL150h.....</b>	<b>132</b>
	<b>SIMBOLOS Y ABREVIATURAS</b>	<b>135</b>

<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>137</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>141</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>149</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>155</b>
<b>LISTA DE PUBLICACIONES</b>	<b>158</b>