

APENDICE A

CURVAS DE ENFRIAMIENTO A VELOCIDADES BAJAS

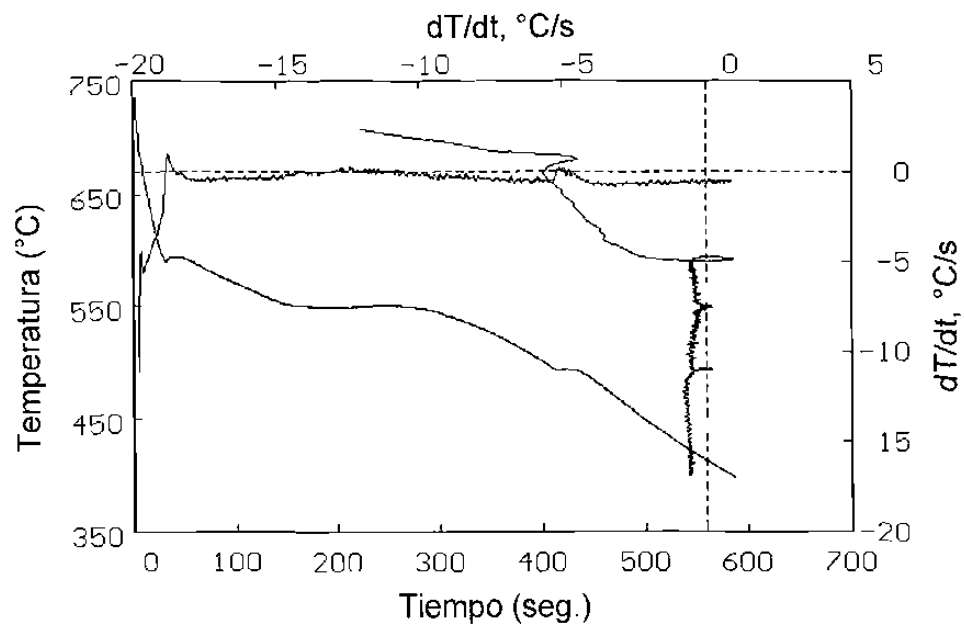


Fig. A1 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento lento.
Condición de Fe(+) Sr(-) Ti(-). Prueba No. 1.

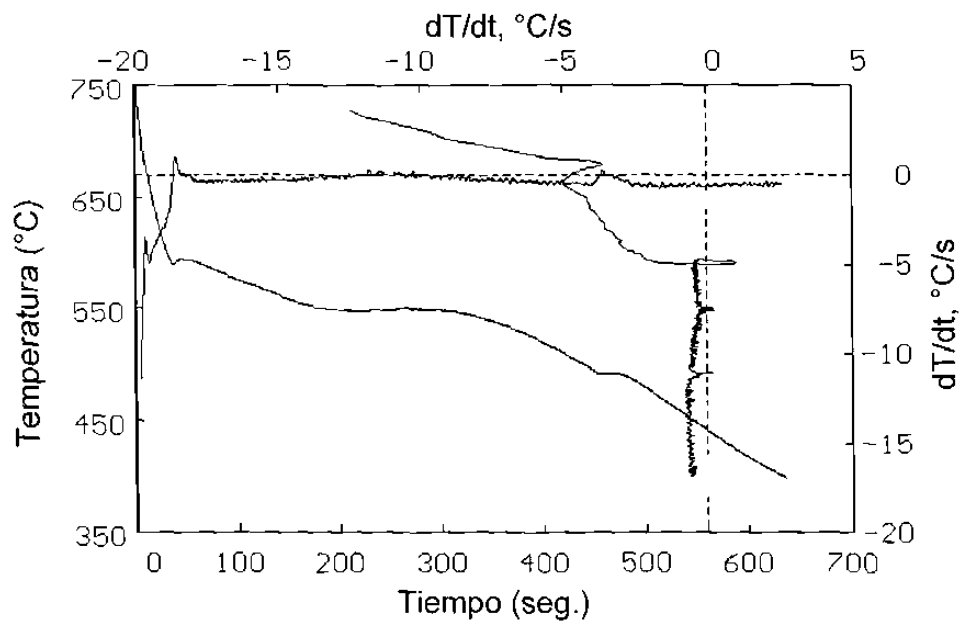


Fig. A2 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento lento.
Condición de Fe(+) Sr(-) Ti(-). Prueba No. 2.

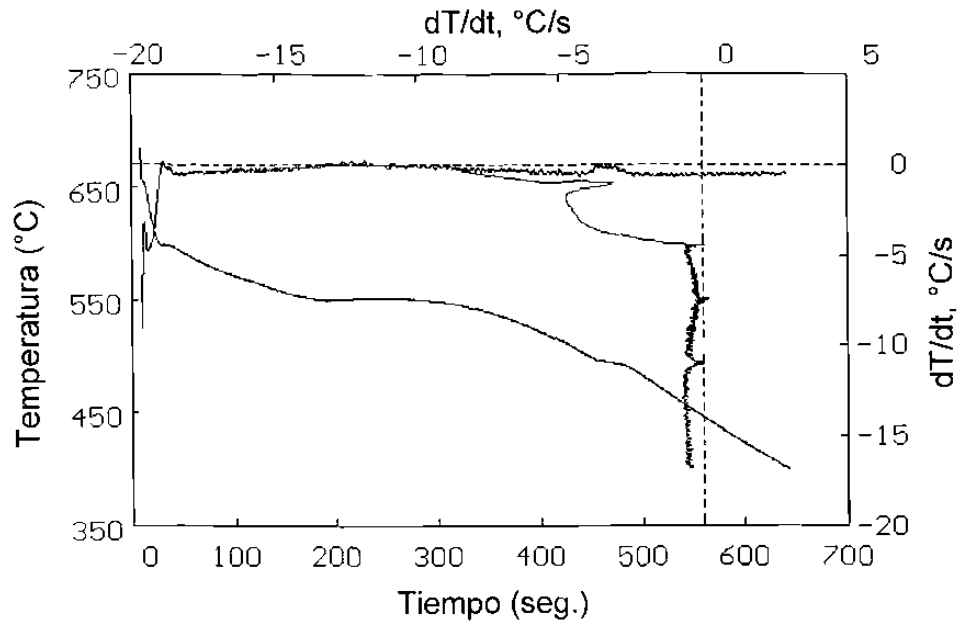


Fig. A3 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento lento.
Condición de Fe(+) Sr(-) Ti(+). Prueba No. 1.

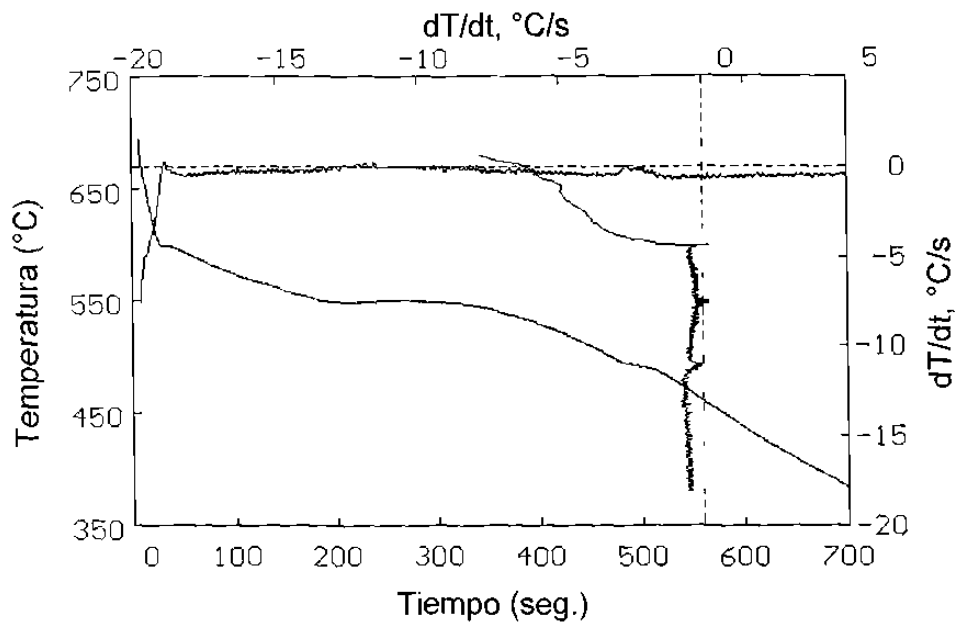


Fig. A4 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento lento.
Condición de Fe(+) Sr(-) Ti(+). Prueba No. 2.

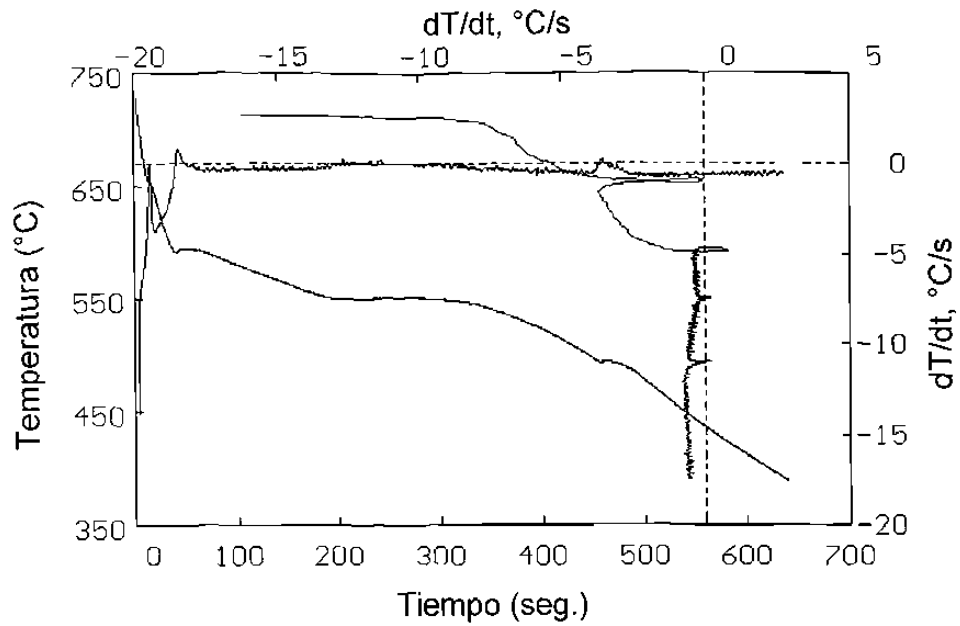


Fig. A5 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento lento.
Condición de Fe(+) Sr(+) Ti(-). Prueba No. 1.

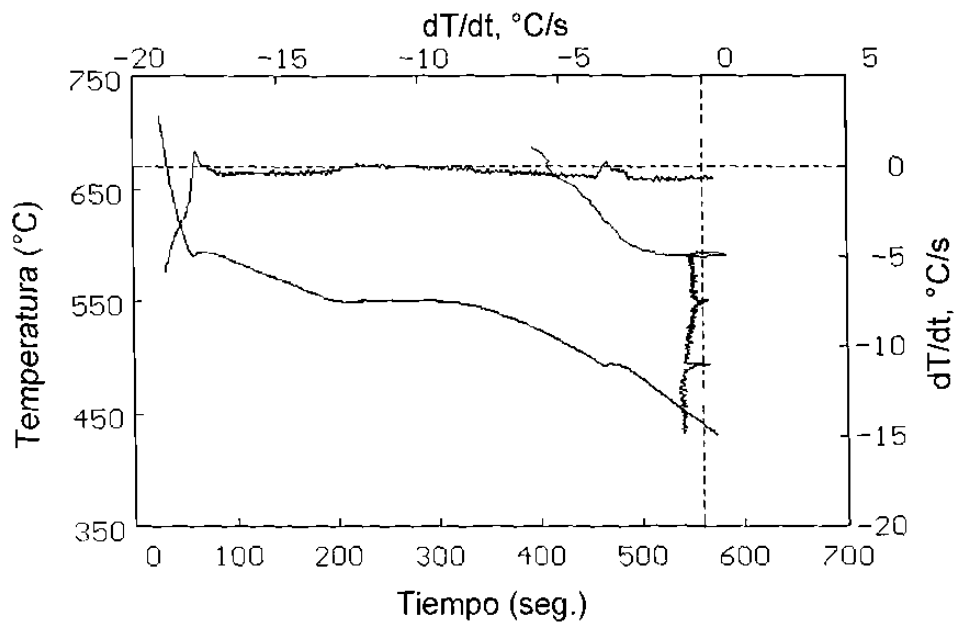


Fig. A6 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento lento.
Condición de Fe(+) Sr(+) Ti(-). Prueba No. 2.

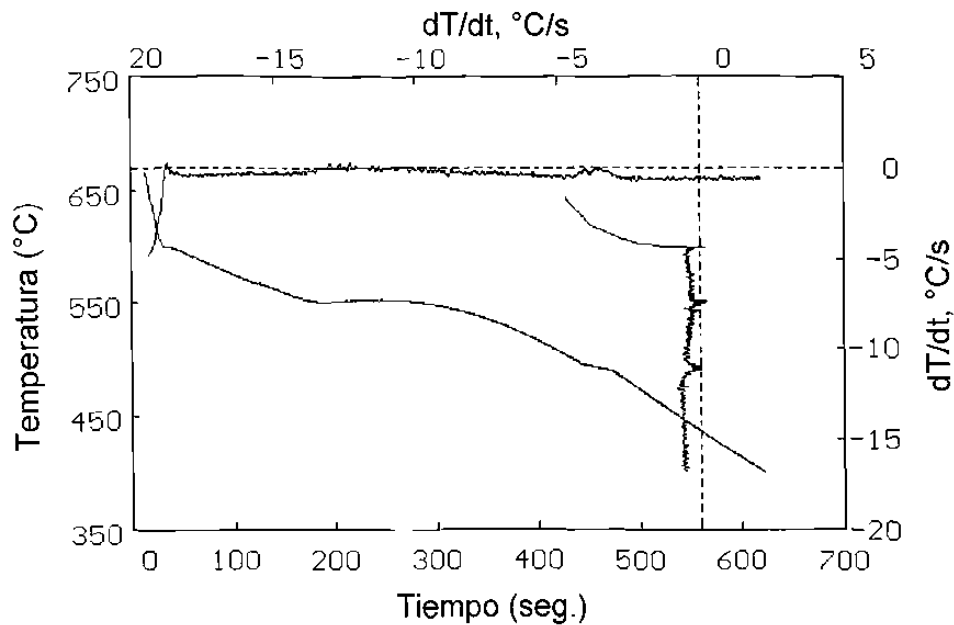


Fig. A7 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento lento.
Condición de Fe(+) Sr(+) Ti(+). Prueba No. 1.

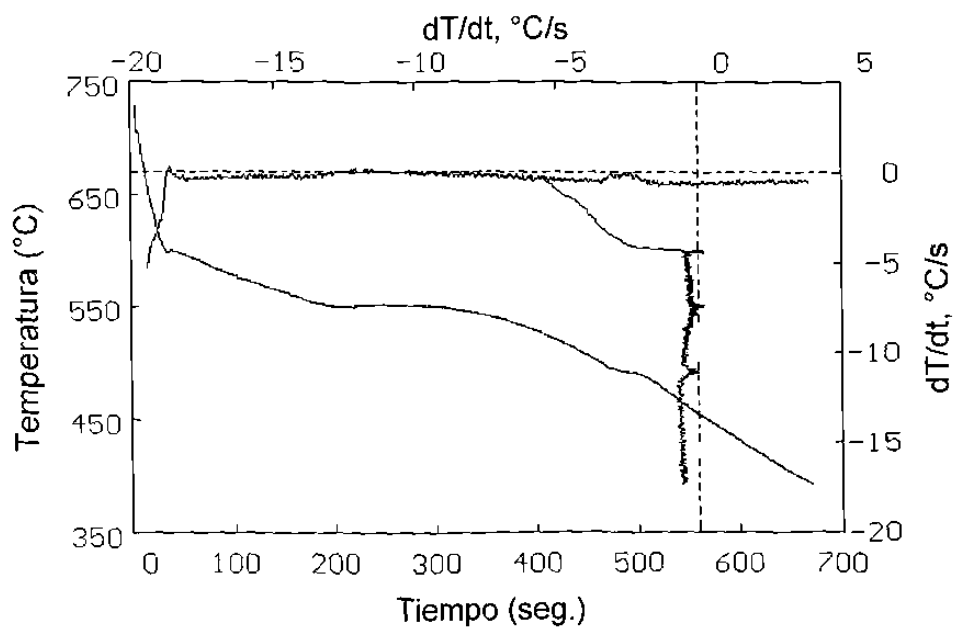


Fig. A8 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento lento.
Condición de Fe(+) Sr(+) Ti(+). Prueba No. 2.

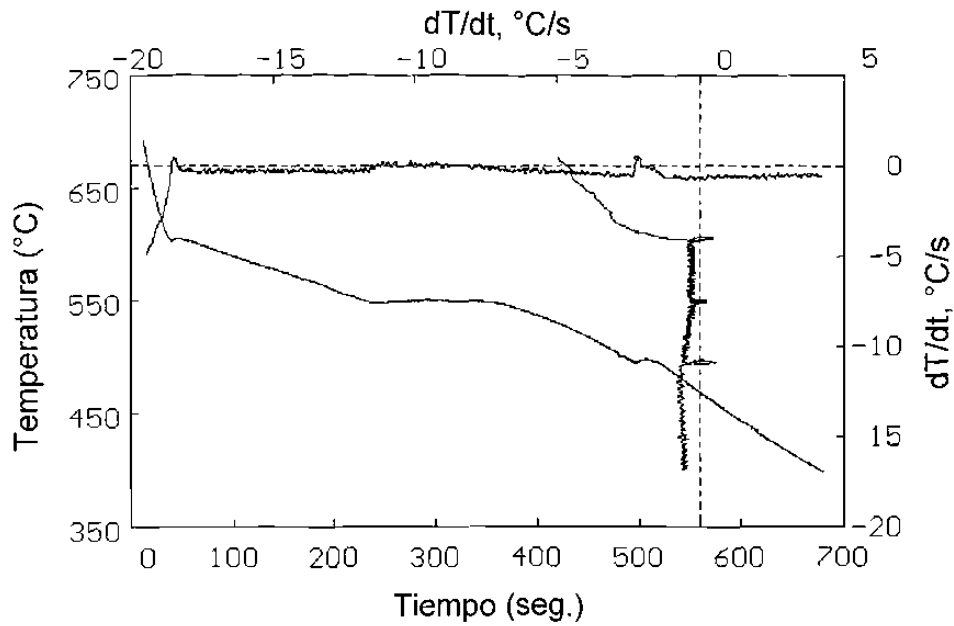


Fig. A9 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento lento.
Condición de Fe(-) Sr(-) Ti(-). Prueba No. 1.

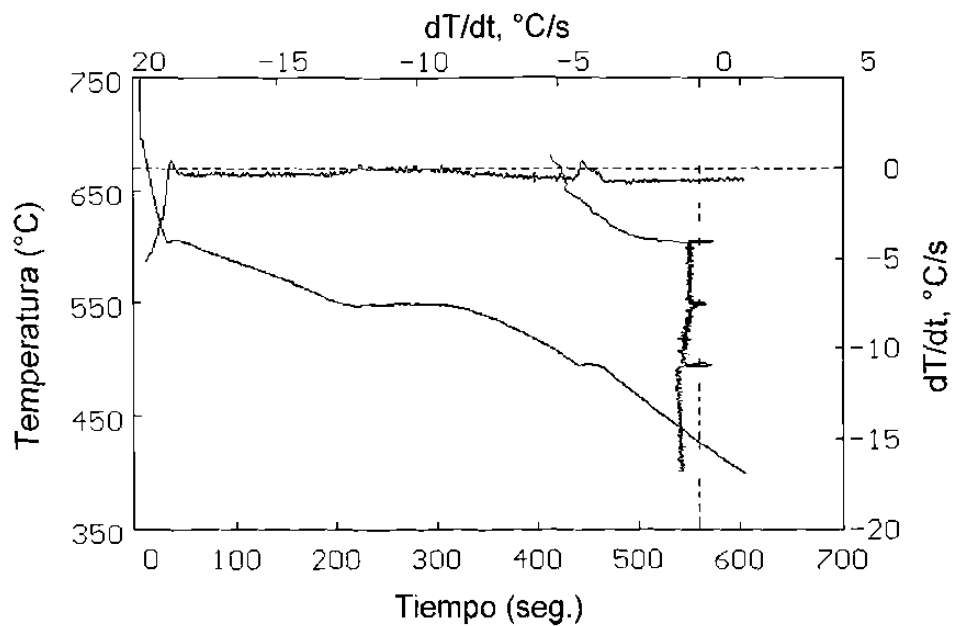


Fig. A10 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento lento.
Condición de Fe(-) Sr(-) Ti(-). Prueba No. 2.

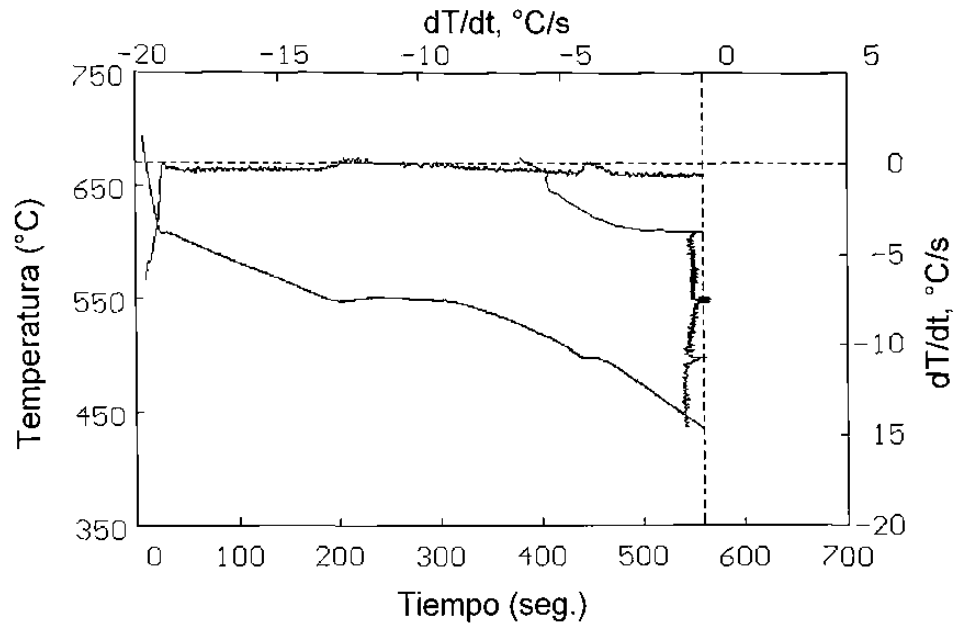


Fig. A11 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento lento.
Condición de Fe(-) Sr(-) Ti(+). Prueba No. 1.

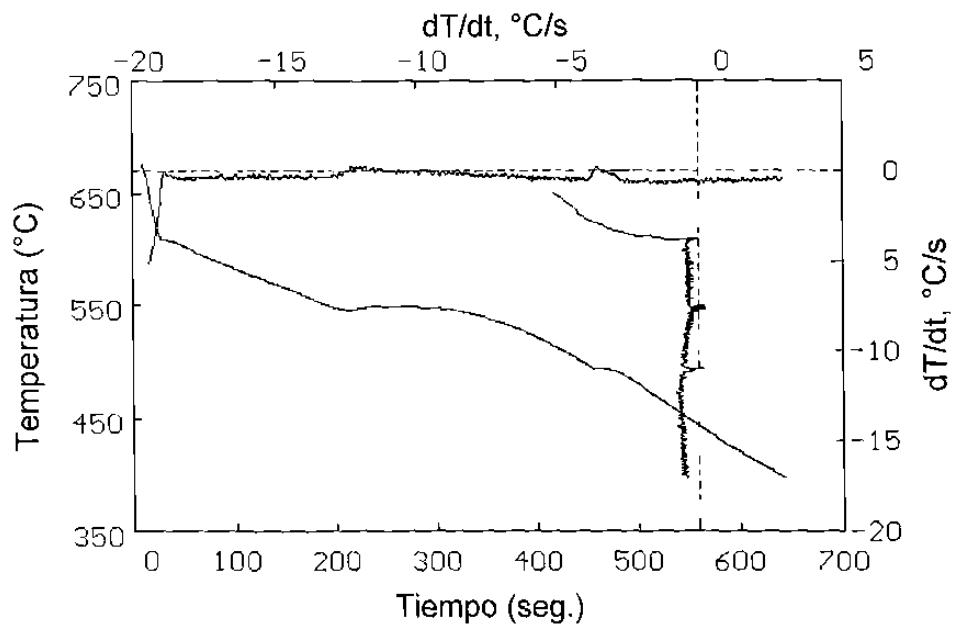


Fig. A12 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento lento.
Condición de Fe(-) Sr(-) Ti(+). Prueba No. 2.

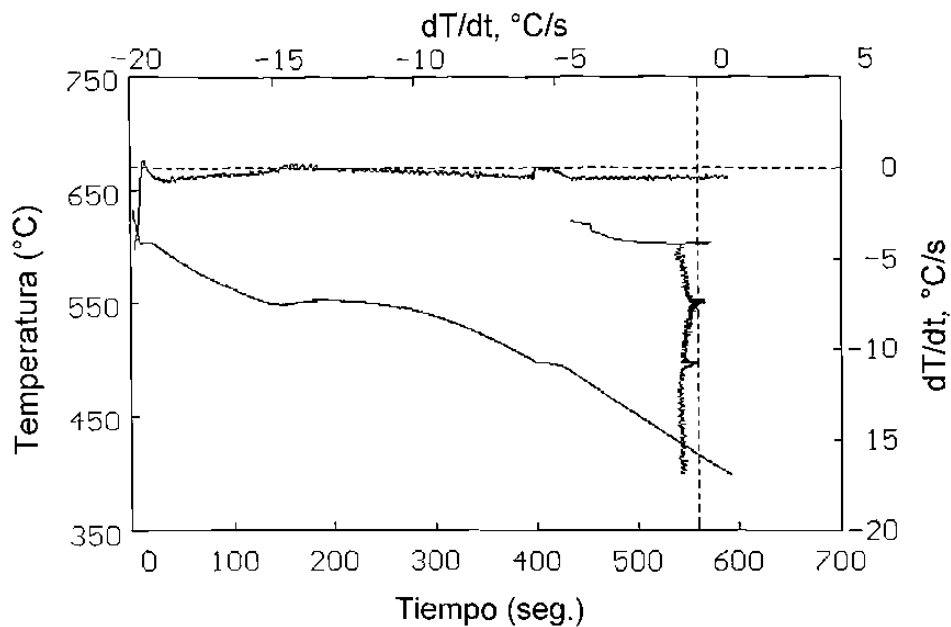


Fig. A13 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento lento. Condición de Fe(-) Sr(+) Ti(-). Prueba No. 1.

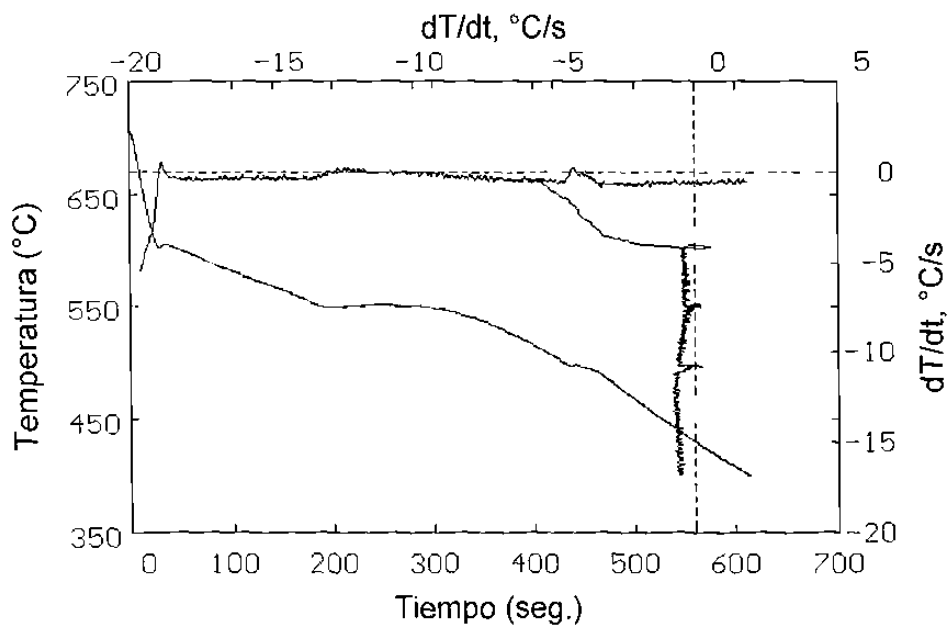


Fig. A14 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento lento. Condición de Fe(-) Sr(+) Ti(-). Prueba No. 2.

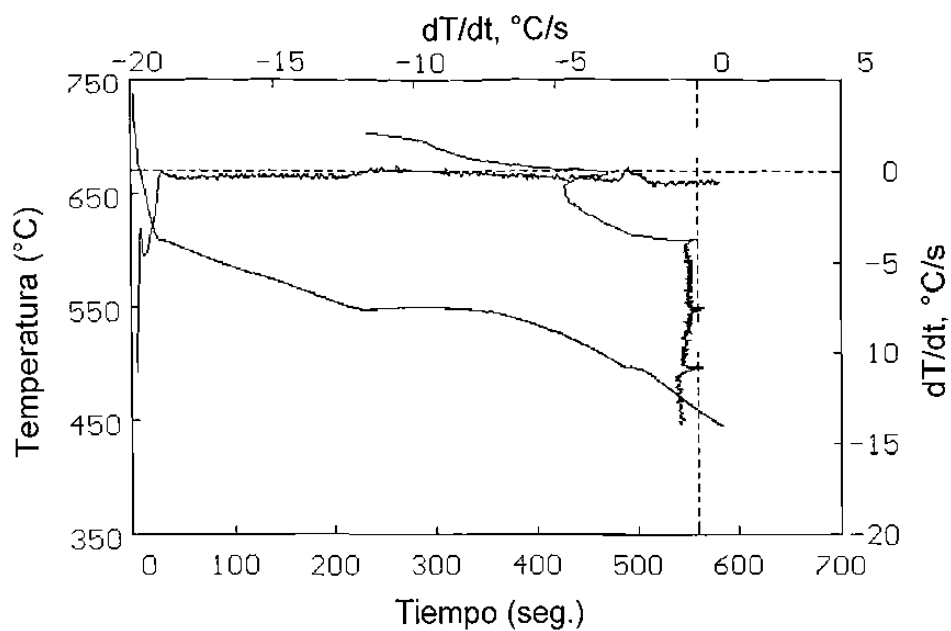


Fig. A15 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento lento.
Condición de Fe(-) Sr(+) Ti(+). Prueba única.

APENDICE B

CURVAS DE ENFRIAMIENTO A VELOCIDADES ALTAS

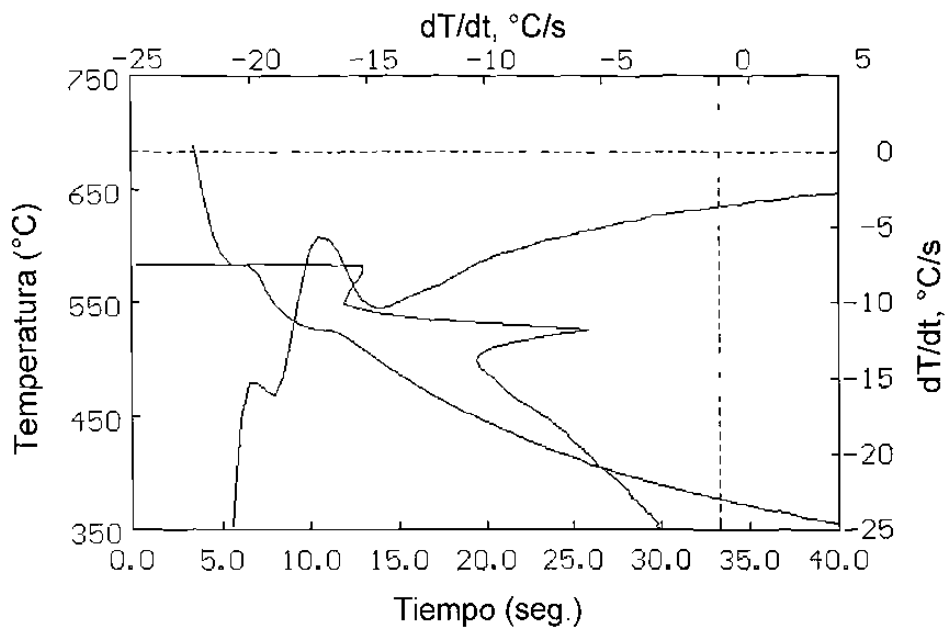


Fig. B1 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento rápido.
Condición de Fe(+) Sr(-) Ti(-). Prueba No. 1.

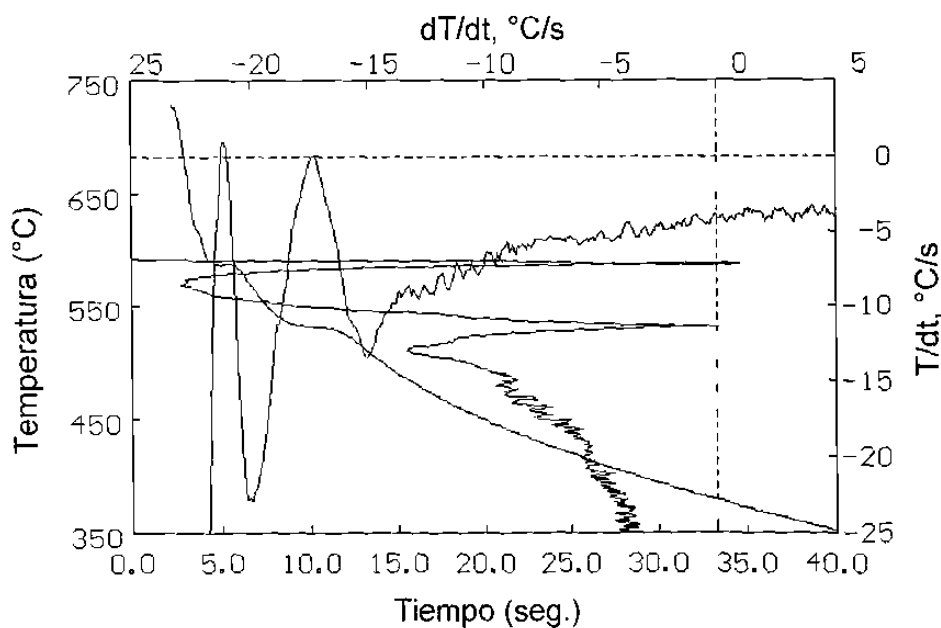


Fig. B2 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento rápido.
Condición de Fe(+), Sr(-), Ti(-). Prueba No. 2.

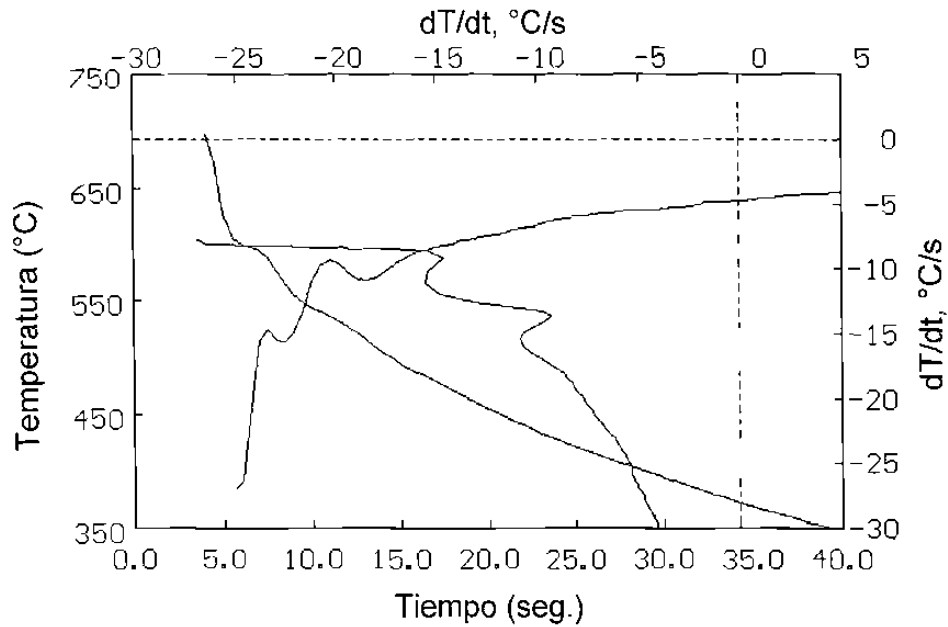


Fig. B3 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento rápido.
Condición de Fe(+) Sr(-) Ti(+). Prueba No. 1.

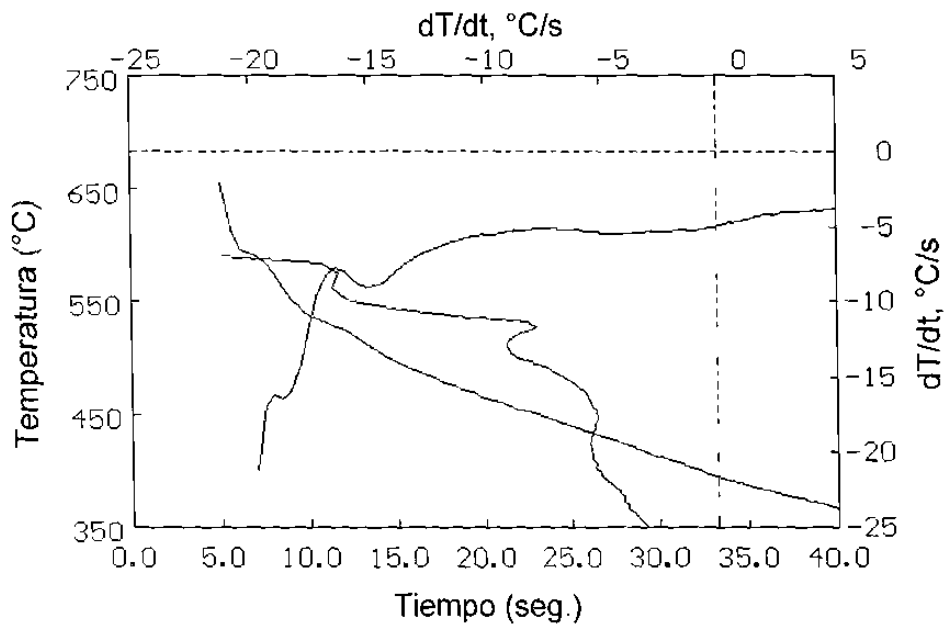


Fig. B4 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento rápido.
Condición de Fe(+) Sr(-) Ti(+). Prueba No. 2.

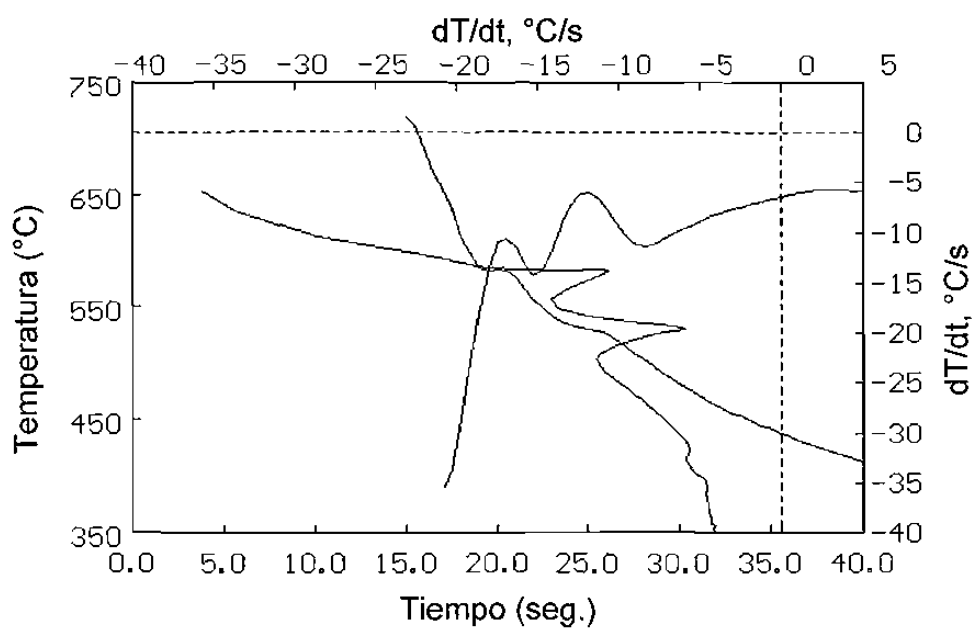


Fig. B5 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento rápido.
Condición de Fe(+) Sr(+) Ti(-). Prueba No. 1.

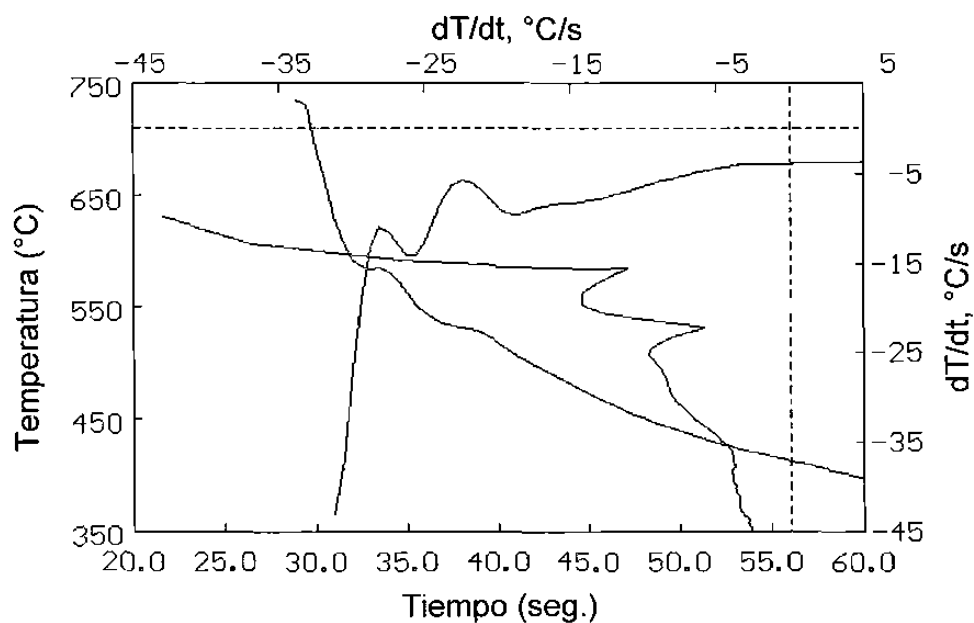


Fig. B6 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento rápido.
Condición de Fe(+) Sr(+) Ti(-). Prueba No. 2.

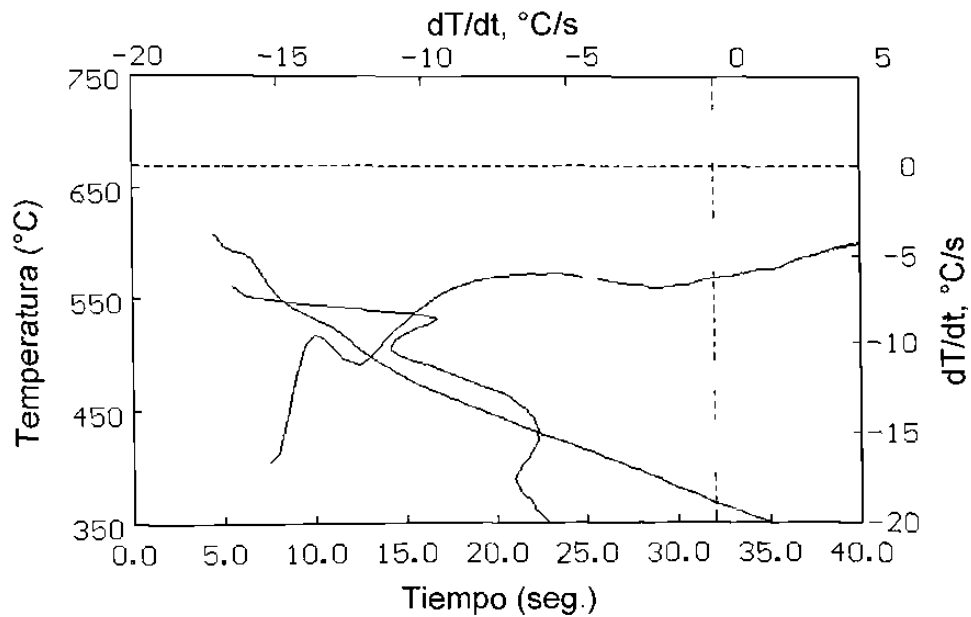


Fig. B7 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento rápido. Condición de Fe(+) Sr(+) Ti(+). Prueba No. 1.

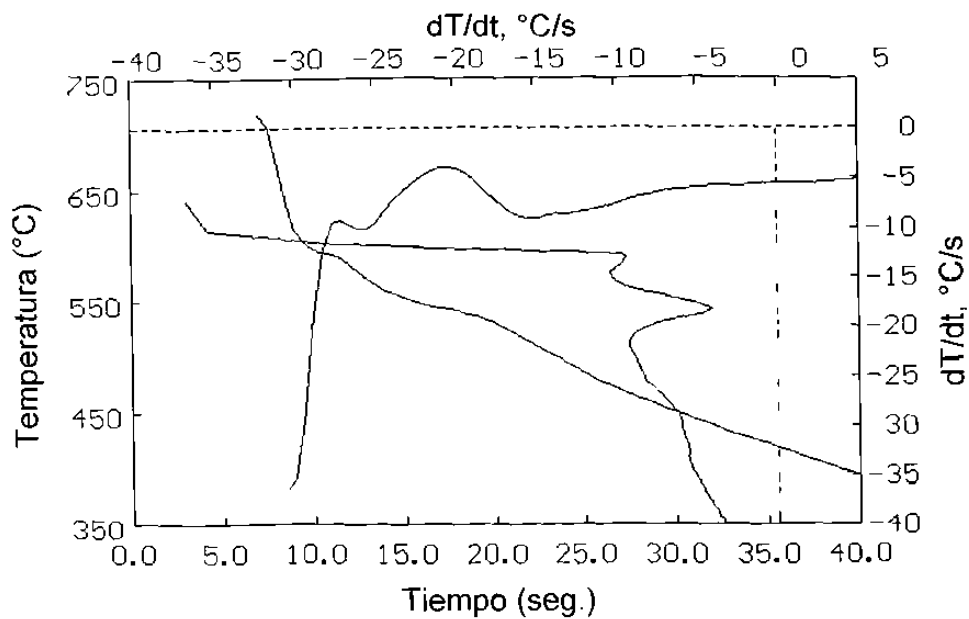


Fig. B8 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento rápido. Condición de Fe(+) Sr(+) Ti(+). Prueba No. 2.

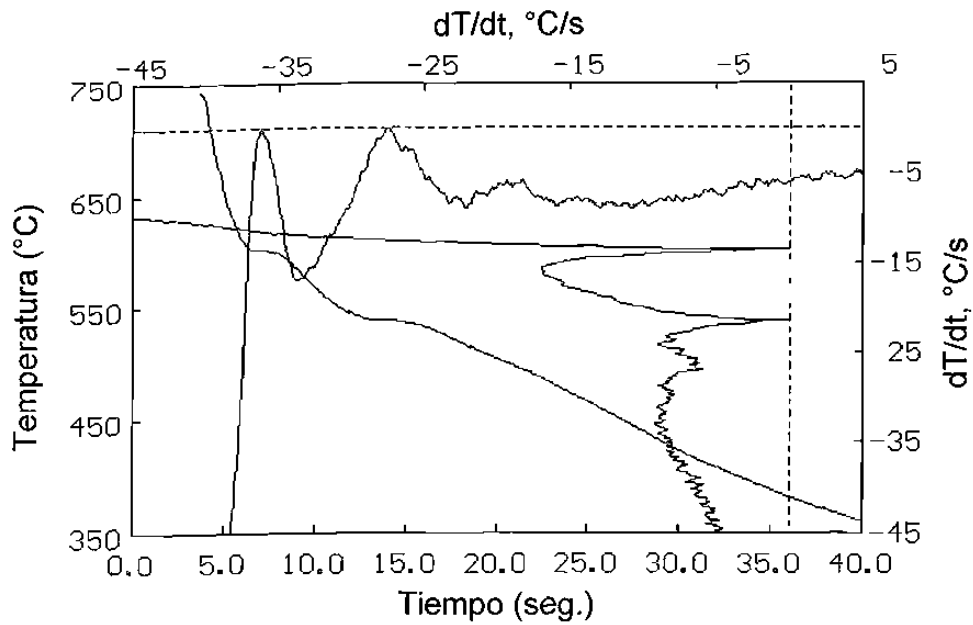


Fig. B9 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento rápido.
Condición de Fe(-) Sr(-) Ti(-). Prueba No. 1.

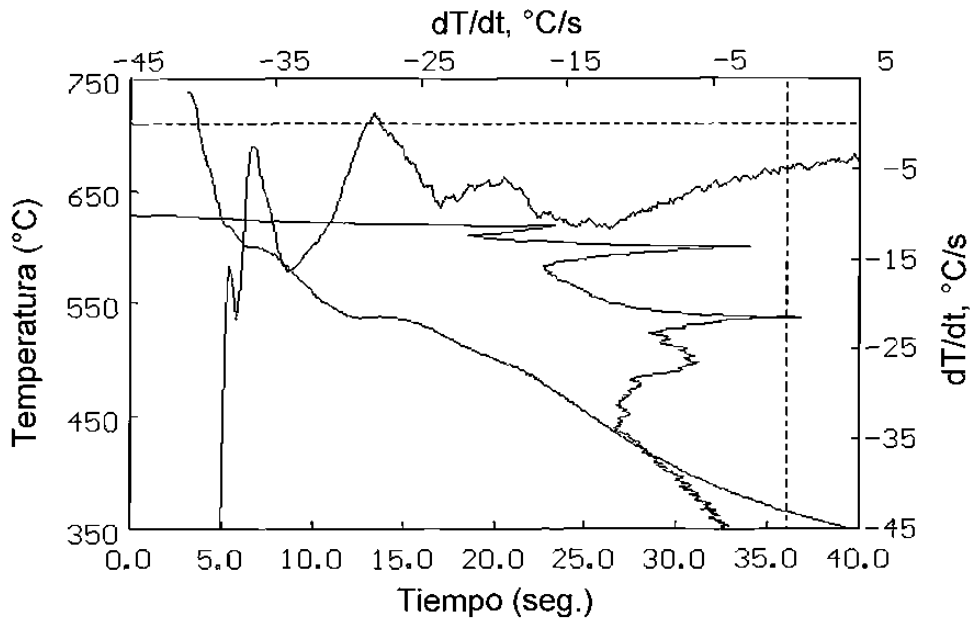


Fig. B10 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento rápido.
Condición de Fe(-) Sr(-) Ti(-). Prueba No. 2.

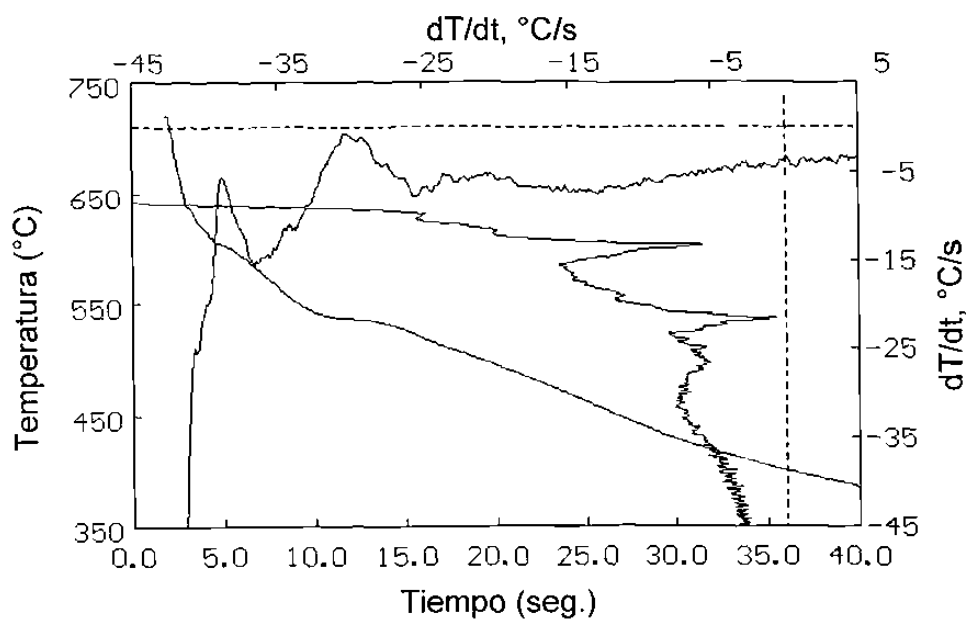


Fig. B11 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento rápido.
Condición de Fe(-) Sr(-) Ti(+). Prueba No. 1.

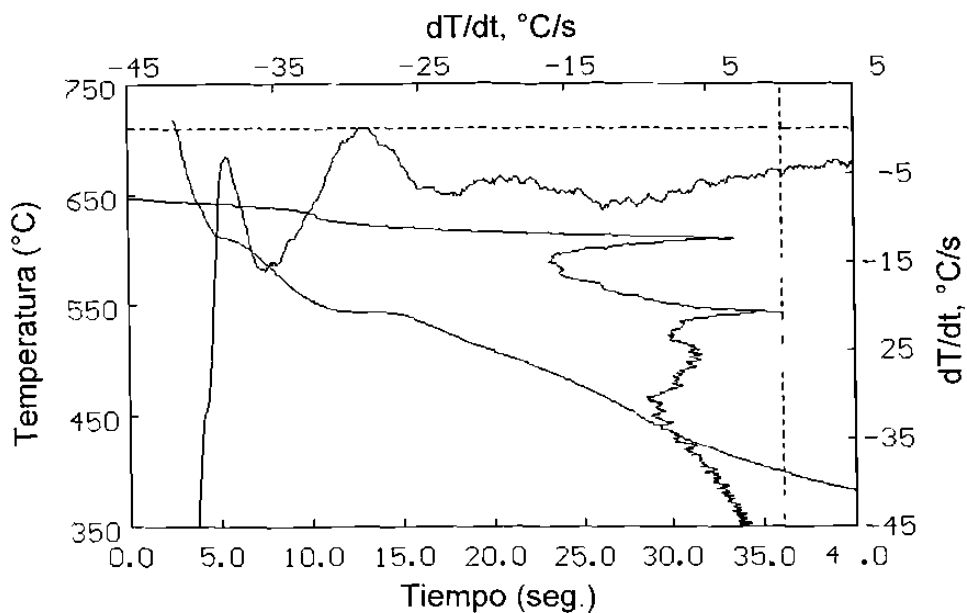


Fig. B12 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento rápido.
Condición de Fe(-) Sr(-) Ti(+). Prueba No. 2.

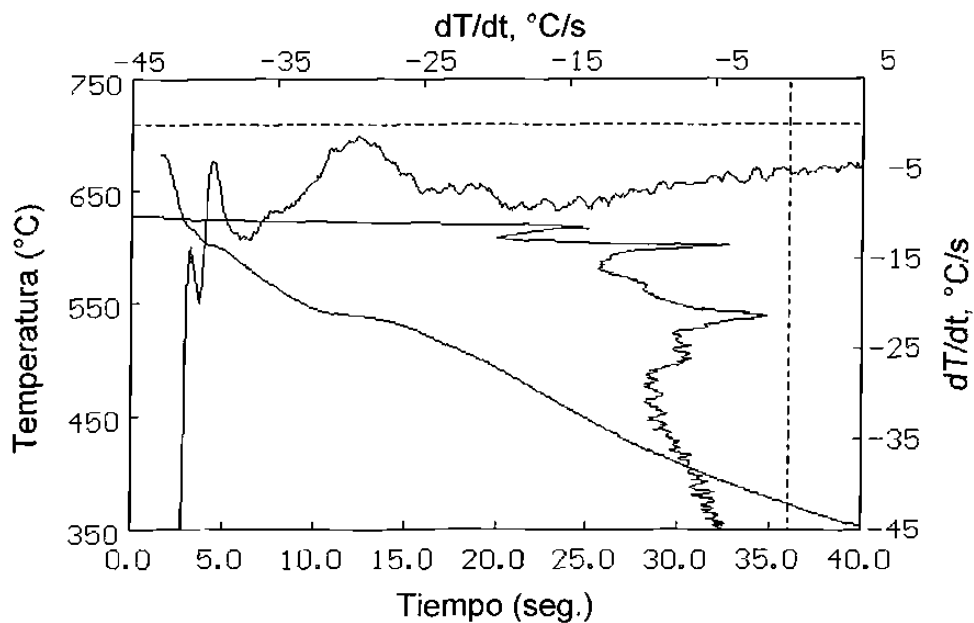


Fig. B13 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento rápido.
Condición de Fe(-) Sr(+) Ti(-). Prueba No. 1.

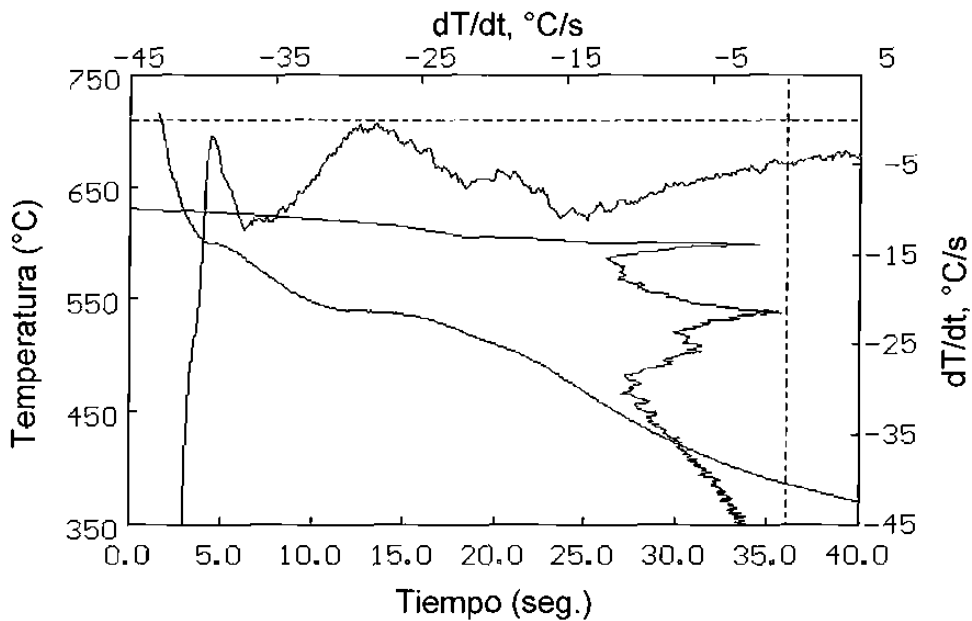


Fig. B14 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento rápido.
Condición de Fe(-) Sr(+) Ti(-). Prueba No. 2.

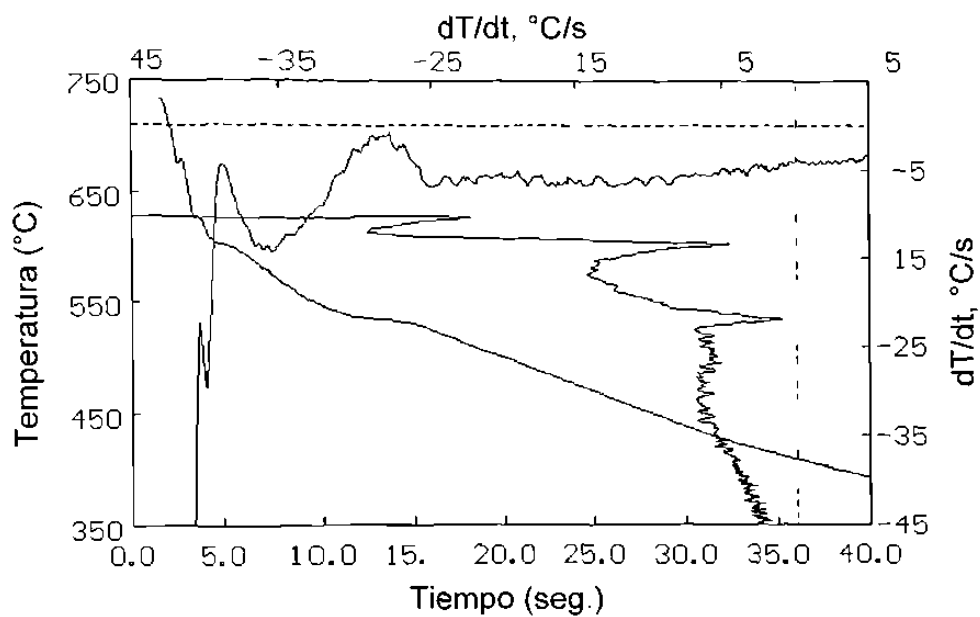


Fig. B15 Curva de enfriamiento y sus derivadas con enfriamiento rápido.
Condición de Fe(-) Sr(+) Ti(+). Prueba No. 1.

APENDICE C

MAGNITUD DE LOS PARAMETROS OBTENIDOS POR ANALISIS TERMICO

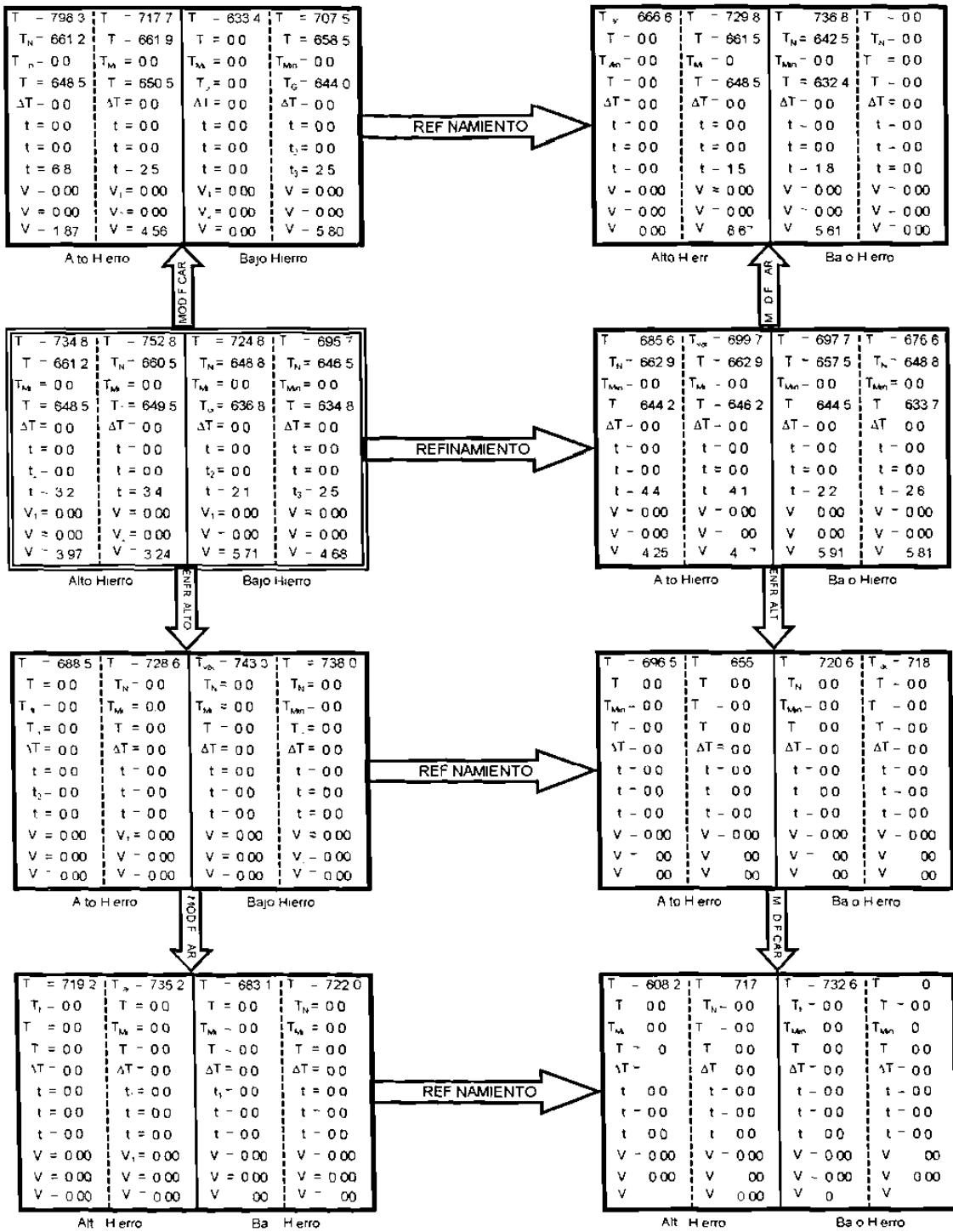


Fig. C1 Efecto de los tratamientos metalurgicos en la precipitación del peritético Al_3Ti a concentraciones bajas y altas de Fe

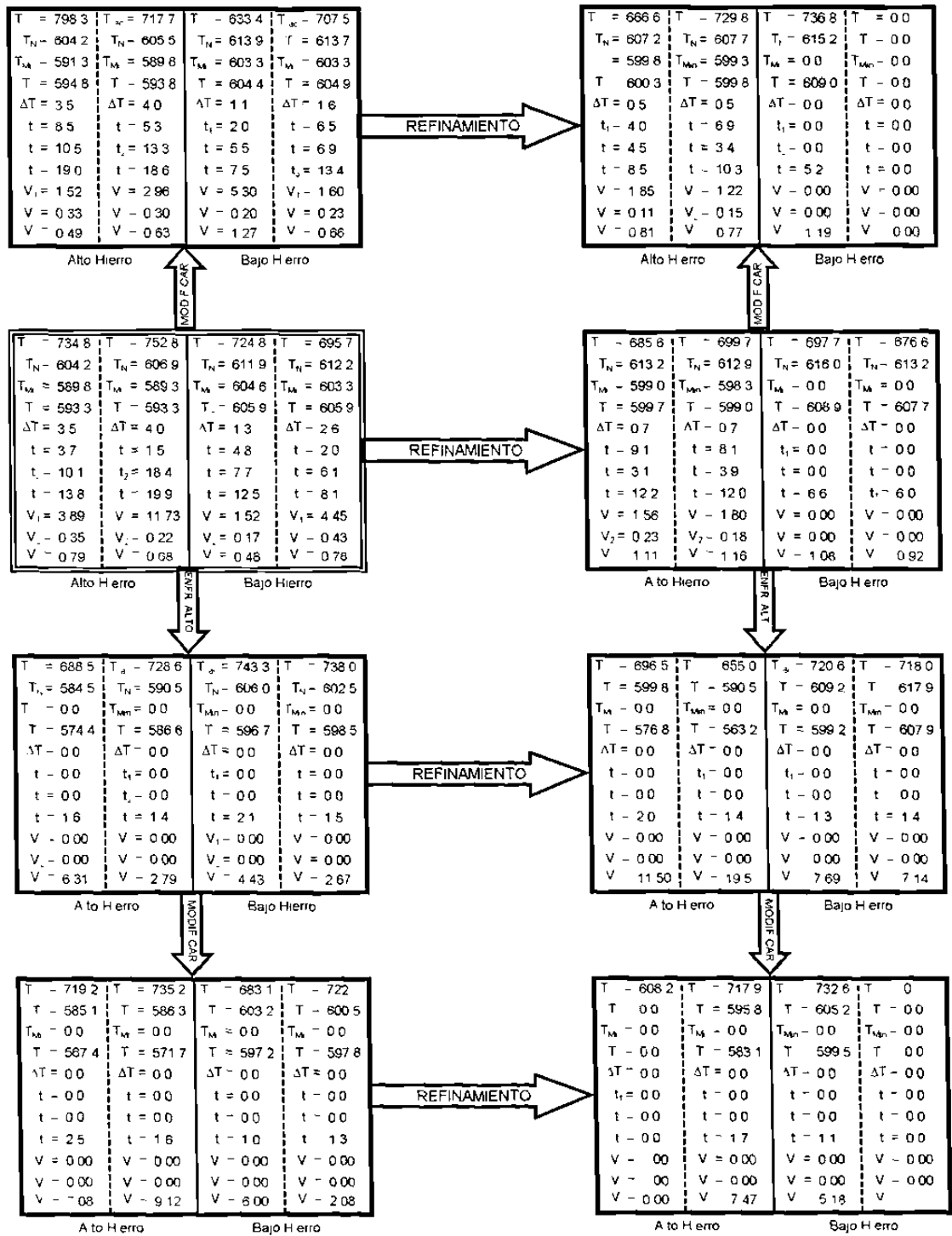


Fig. C2 Efecto de los tratamientos metalurgicos en la solidificación de la fase eutética Al α a concentraciones altas y bajas de Fe

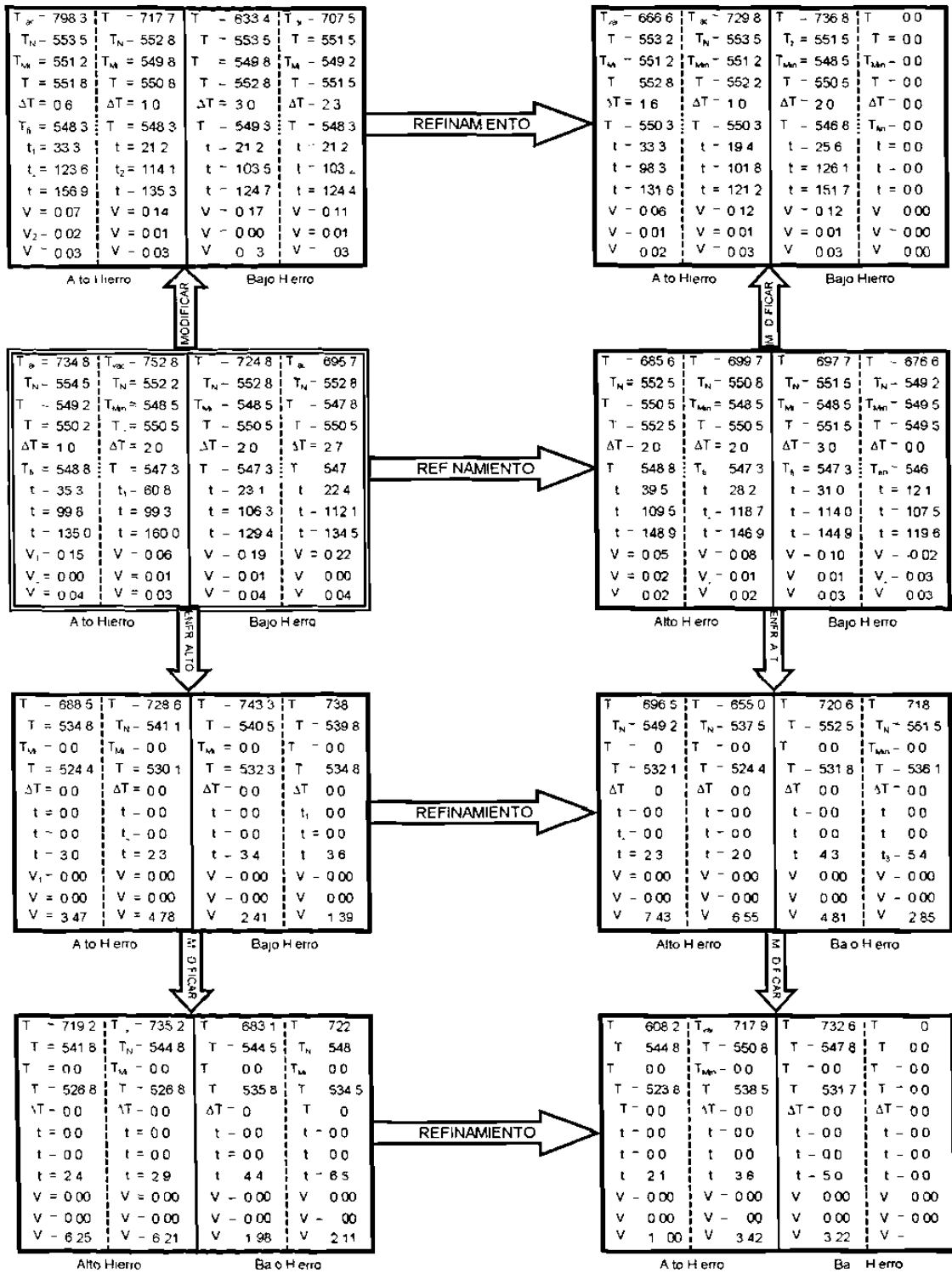


Fig. C3 Efecto de los tratamientos metalurgicos en la solidificación de la fase eutética Al-Si a concentraciones altas y bajas de Fe

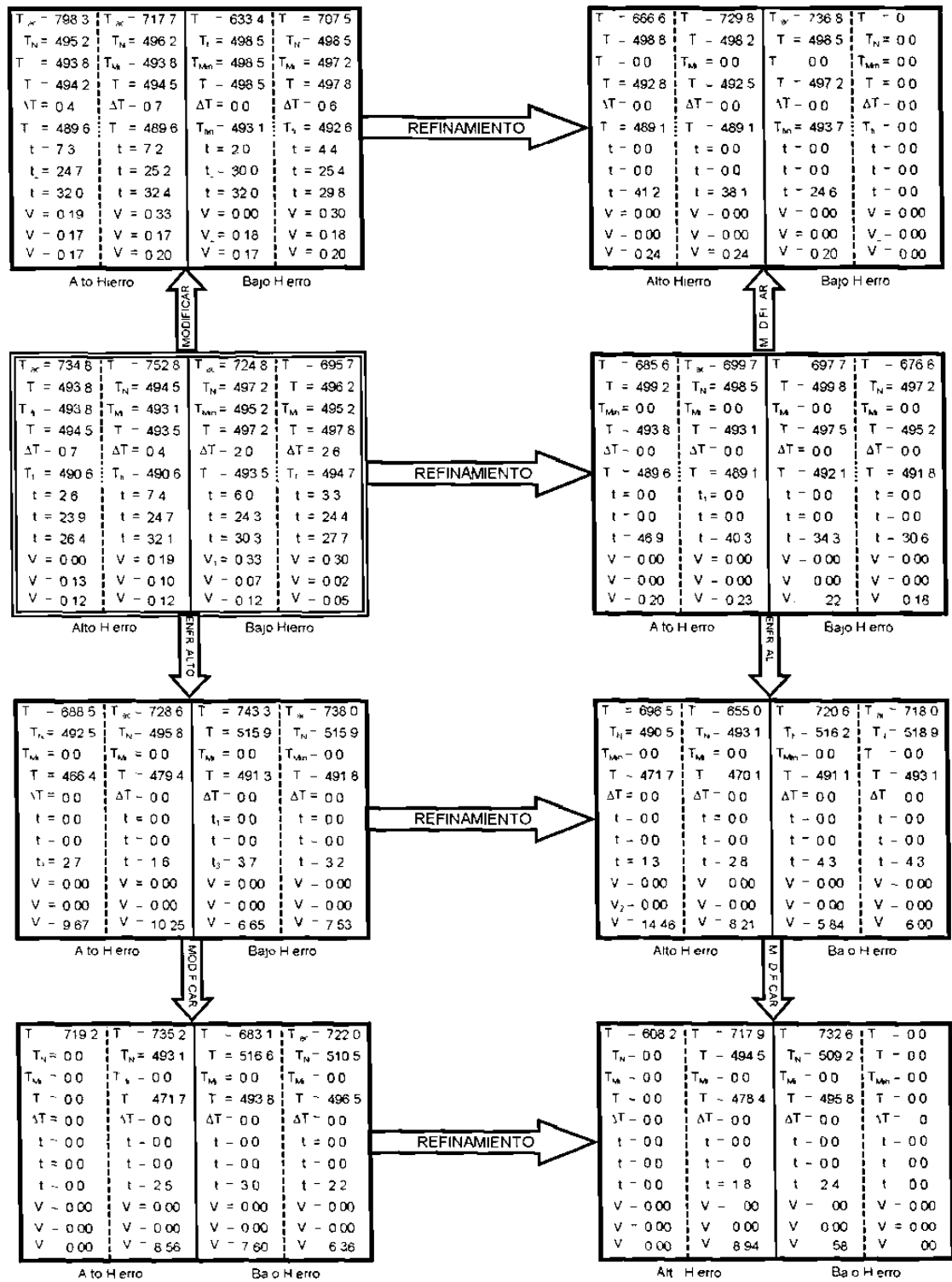


Fig. C4 Efecto de los tratamientos metalurgicos en la solidificación de la fase eutéctica compleja Al-Si-Cu-Mg a concentraciones altas y bajas de Fe

APENDICE D

MAGNITUD DE LAS PROPIEDADES MECANICAS

	A to Fe	Bajo Fe		At Fe	Ba o Fe
Dureza	92.7 Bhn	76.3 Bhn	REFINAMIENTO	88.8 Bhn	81.9 Bhn
Elongación	2.79%	4.19%		1.98%	5.32%
Fluencia	181.8 MPa	173.8 MPa		196.6 MPa	172.9 MPa
Fractura	255.6 MPa	247.2 MPa		240.2 MPa	250.0 MPa
δ_f	0.021	0.029		0.021	0.025
Tenacidad	2.95	4.00		2.55	3.55
	MODIFICACION			MODIFICACION	
Dureza	93.4 Bhn	81.4 Bhn	REFINAMIENTO	84.5 Bhn	73.6 Bhn
Elongación	2.74%	2.59%		1.66%	2.71%
Fluencia	172.9 MPa	158.4 MPa		193.5 MPa	177.6 MPa
Fractura	258.9 MPa	239.5 MPa		238.3 MPa	242.1 MPa
δ_f	0.022	0.022		0.017	0.025
Tenacidad	2.95	2.95		2.10	3.20
	Alto Fe	Bajo Fe		Alto Fe	Bajo Fe

Fig. D1 Efecto de la concentración de Fe en las propiedades mecánicas en las condiciones de metal blanco, refinamiento y modificación.

	Alto Fe	Bajo Fe		Alto Fe	Ba o Fe
Dureza	81.7 Bhn	83.8 Bhn	REFINAMIENTO	84.7 Bhn	84.4 Bhn
Elongación	3.59%	2.67%		3.50%	3.67%
Fluencia	180.8 MPa	194.4 MPa		173.4 MPa	181.8 MPa
Fractura	266.8 MPa	282.2 MPa		262.2 MPa	265.0 MPa
δ_f	0.025	0.024		0.025	0.024
Tenacidad	3.8	4.10		3.55	3.65
	MODIFICACION			MODIFICACION	
Dureza	84.2 Bhn	86.7 Bhn	REFINAMIENTO	80.5 Bhn	78.1 Bhn
Elongación	2.93%	3.51%		3.05%	3.86%
Fluencia	172.4 Mpa	200.05 Mpa		200 MPa	194.9 MPa
Fractura	263.6 Mpa	162.4 Mpa		261.7 MPa	286.9 MPa
δ_f	0.024	0.021		0.027	0.032
Tenacidad	3.65	3.00		3.71	5.05
	A to Fe	Bajo Fe		Alto Fe	Ba o Fe

Fig. D2 Efecto de la concentración de Fe en las propiedades mecánicas en las condiciones de metal blanco, refinamiento y modificación con tratamiento de solubilización de 460°C seguido de un sobreenvejecido de 240°C

	Alto Fe	Bajo Fe		Alto Fe	Bajo Fe		
Dureza	87.5 Bhn	86.1 Bhn	REFINAMIENTO	87.2 Bhn	91.5 Bhn		
Elongación	3.72%	2.41%		2.85%	4.26%		
Fluencia	194.4 MPa	218.7 MPa		176.2 MPa	195.8 MPa		
Fractura	292.4 MPa	277.1 MPa		256.5 MPa	277.6 MPa		
δ_f	0.025	0.025		0.023	0.022		
Tenacidad	4.20	3.85		3.15	3.70		
	MODIFICACIÓN						
Dureza			90.4 Bhn	91.8 Bhn	REFINAMIENTO	85.7 Bhn	79 Bhn
Elongación			2.22%	3.47%		2.17%	2.88%
Fluencia			192.1 MPa	211.8 MPa		195.8 MPa	193 MPa
Fractura			273.4 MPa	300.9 MPa		273.8 MPa	280.8 MPa
δ_f			0.021	0.025		0.025	0.028
Tenacidad	3.20	4.70	3.80	4.30			
	MODIFICACIÓN						
Dureza			90.4 Bhn	91.8 Bhn	REFINAMIENTO	85.7 Bhn	79 Bhn
Elongación			2.22%	3.47%		2.17%	2.88%
Fluencia			192.1 MPa	211.8 MPa		195.8 MPa	193 MPa
Fractura			273.4 MPa	300.9 MPa		273.8 MPa	280.8 MPa
δ_f			0.021	0.025		0.025	0.028
Tenacidad	3.20	4.70	3.80	4.30			

Fig. D3 Efecto de la concentración de Fe en las propiedades mecánicas en las condiciones de metal blanco, refinamiento y modificación con tratamiento de solubilización de 480°C seguido de un sobrevejeido de 240°C.

	Alto Fe	Bajo Fe		Alto Fe	Bajo Fe		
Dureza	101.4 Bhn	92.4 Bhn	REFINAMIENTO	90.2 Bhn	95.7 Bhn		
Elongación	2.90%	5.79%		2.41%	5.24%		
Fluencia	234.9 MPa	211.8 MPa		216.8 MPa	225.6 MPa		
Fractura	326.2 MPa	316.5 MPa		265 MPa	319.0 MPa		
δ_f	0.026	0.026		0.021	0.032		
Tenacidad	4.93	5.00		2.85	6.35		
	MODIFICACIÓN						
Dureza			95.8 Bhn	96.8 Bhn	REFINAMIENTO	93.5 Bhn	88.6 Bhn
Elongación			1.83%	4.03%		1.40%	3.71%
Fluencia			215.6 MPa	225.2 MPa		220.6 MPa	228.7 MPa
Fractura			305.9 MPa	327.7 MPa		288.3 MPa	335.2 MPa
δ_f			0.021	0.027		0.022	0.033
Tenacidad	3.70	5.60	3.45	6.65			
	MODIFICACIÓN						
Dureza			95.8 Bhn	96.8 Bhn	REFINAMIENTO	93.5 Bhn	88.6 Bhn
Elongación			1.83%	4.03%		1.40%	3.71%
Fluencia			215.6 MPa	225.2 MPa		220.6 MPa	228.7 MPa
Fractura			305.9 MPa	327.7 MPa		288.3 MPa	335.2 MPa
δ_f			0.021	0.027		0.022	0.033
Tenacidad	3.70	5.60	3.45	6.65			

Fig. D4 Efecto de la concentración de Fe en las propiedades mecánicas en las condiciones de metal blanco, refinamiento y modificación con tratamiento de solubilización de 500°C seguido de un sobrevejeido de 240°C.

APENDICE E

CURVAS DE ESFUERZO-DEFORMACION REALES

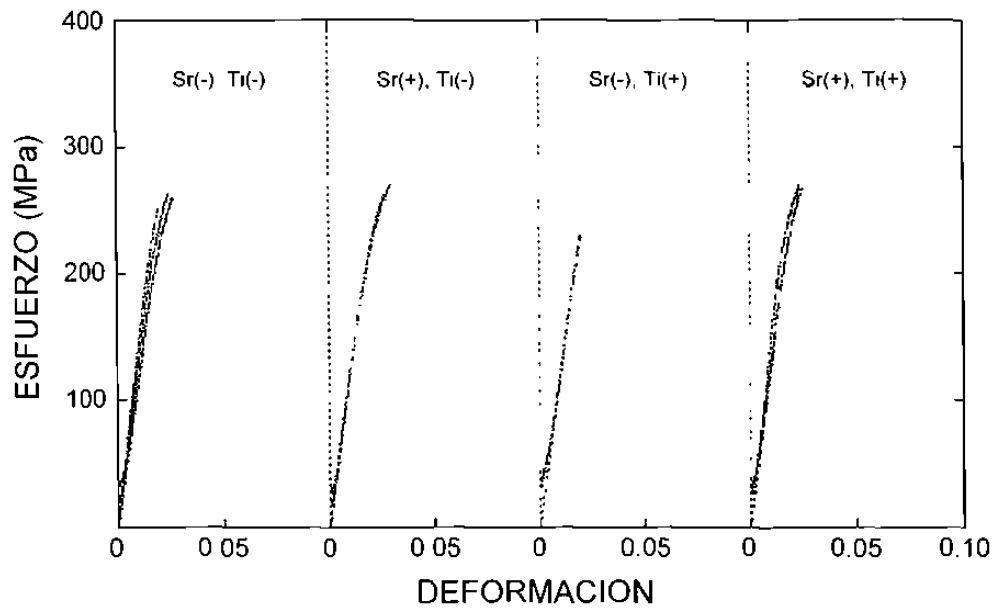


Fig. E1 Curvas esfuerzo-deformación de aleaciones en condiciones de vaciado con baja concentración de Fe

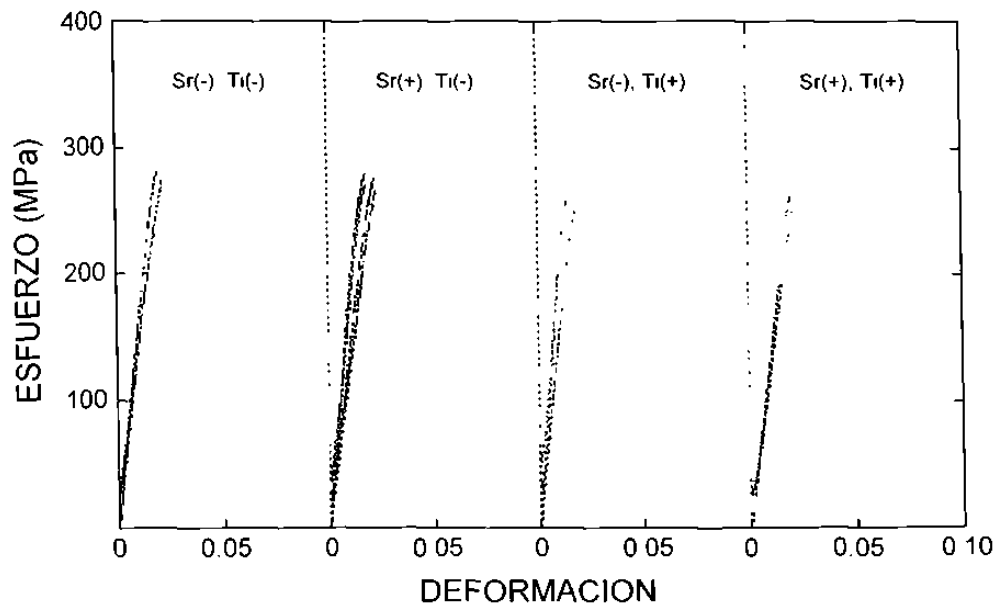


Fig. E2 Curvas esfuerzo-Deformación de aleaciones en condiciones de vaciado con alta concentración de Fe

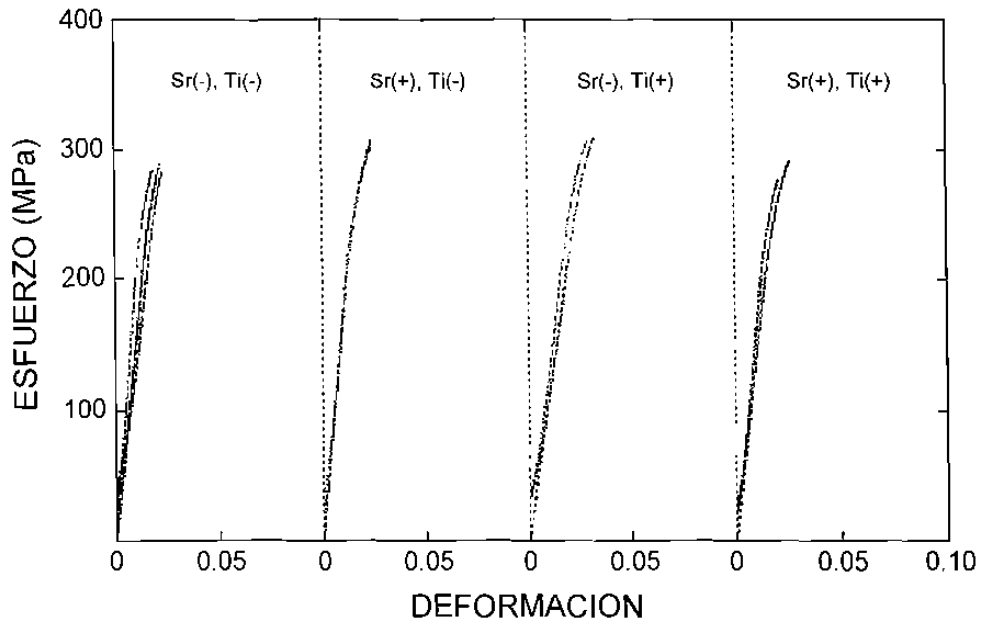


Fig. E3 Curvas esfuerzo-Deformación de aleaciones tratadas térmicamente a una temperatura de solubilización de 460°C con baja concentración de Fe

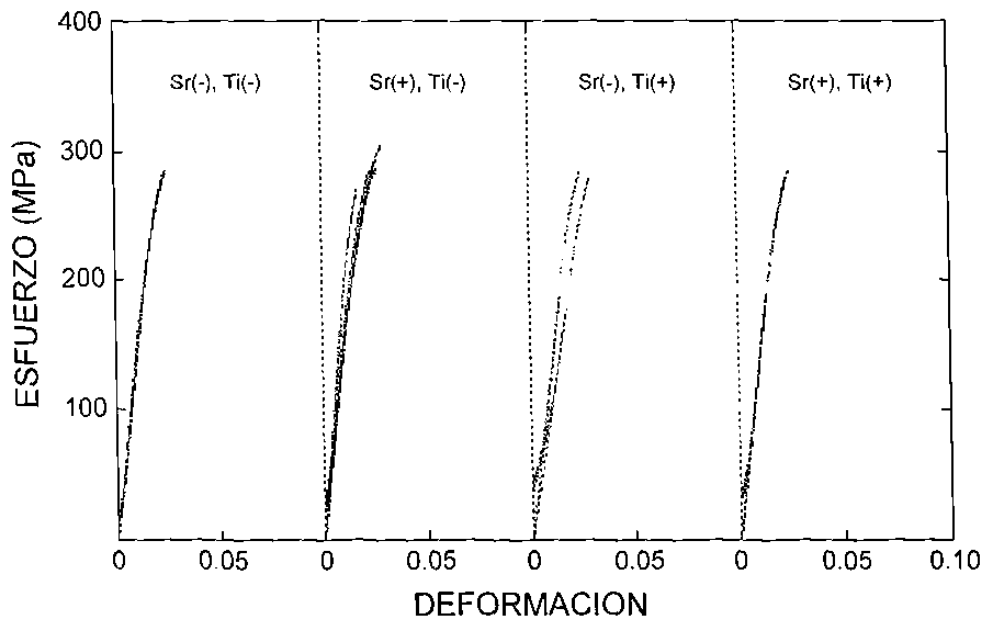


Fig. E4 Curvas esfuerzo-deformación de aleaciones tratadas térmicamente a una temperatura de solubilización de 460°C con alta concentración de Fe

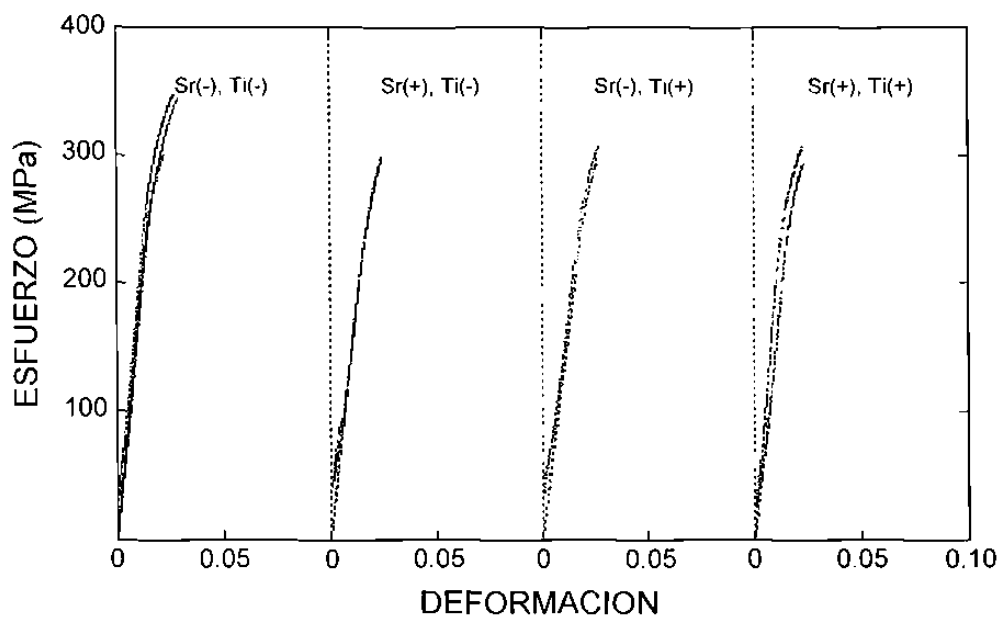


Fig. E5 Curvas esfuerzo-deformación de aleaciones tratadas térmicamente a una temperatura de solubilización de 480°C con baja concentración de Fe

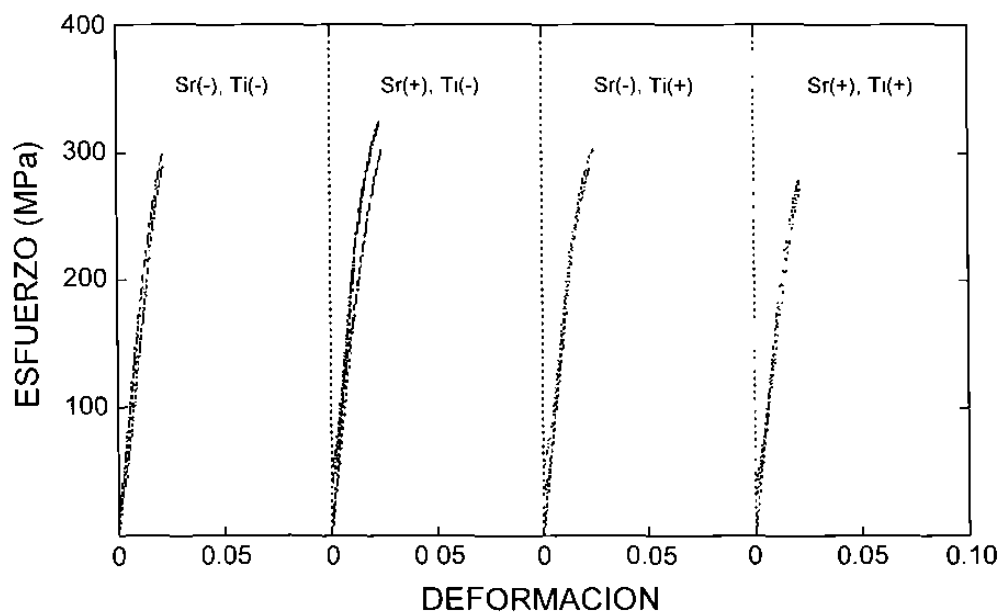


Fig. E6 Curvas esfuerzo-deformación de aleaciones tratadas térmicamente a una temperatura de solubilización de 480°C con alta concentración de Fe

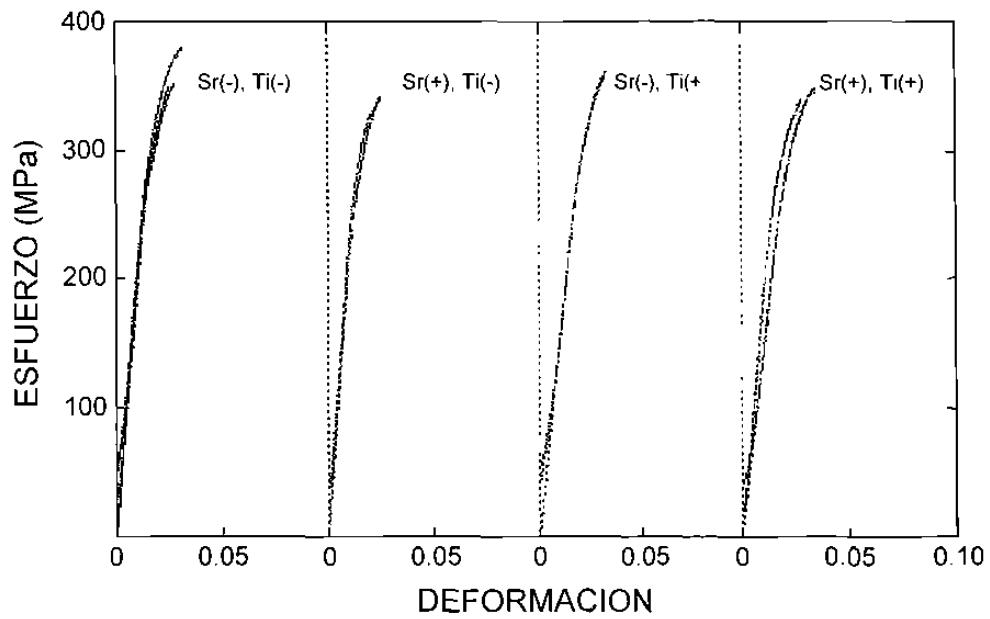


Fig. E7 Curvas esfuerzo-deformación de aleaciones tratadas térmicamente a una temperatura de solubilización de 500°C con baja concentración de Fe

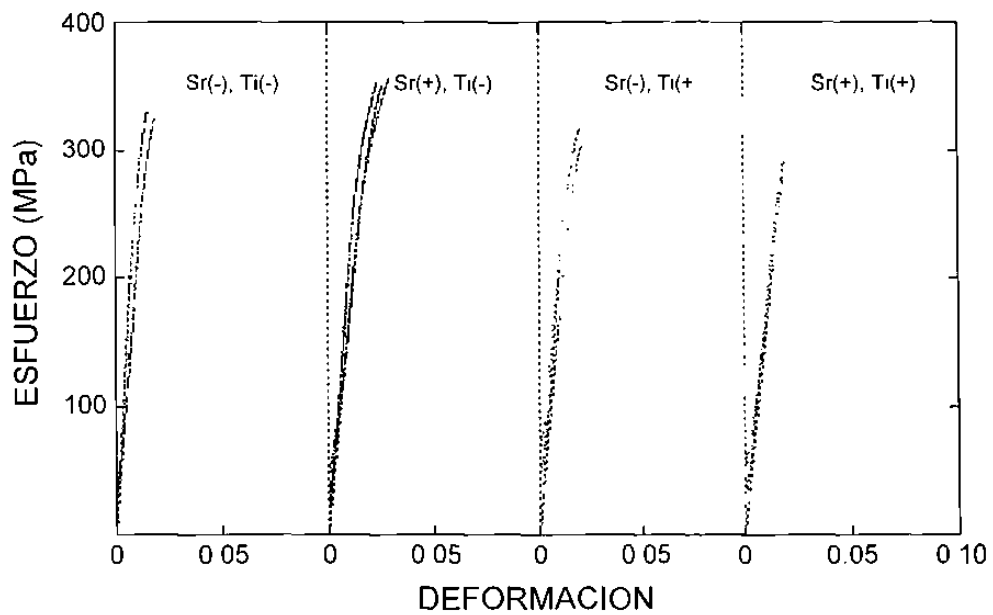


Fig. E8 Curvas esfuerzo-deformación de aleaciones tratadas térmicamente a una temperatura de solubilización de 500°C con alta concentración de Fe

RESUMEN AUTOBIOGRAFICO

Rubén Torres González

Candidato al Grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería
Mecánica con especialidad en Materiales

Tesis: " Análisis térmico y propiedades mecánicas
en una aleación tipo A319 "

Nacido el 9 de Enero de 1971 en Gómez Palacio, Durango, México. Hijo del Sr. Braulio Torres Esparza y la Sra. Josefina González González.

El Ing. Rubén Torres cursó sus estudios de Ingeniería en el Instituto Tecnológico de la Laguna y obtuvo el grado de Ingeniero Industrial Mecánico con especialidad en Térmica en el año de 1994 por altos méritos. En Agosto de 1997 inicia sus estudios de Maestría en Ciencias de la Ingeniería Mecánica con especialidad en Materiales en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

El Ing. Torres tiene experiencia en la industria de la fundición de aleaciones de Fe, Cu y Al en las áreas de Calidad, Sistemas, Control de Producción, Embarques, Facturación, Producción e Ingeniería de Procesos.

