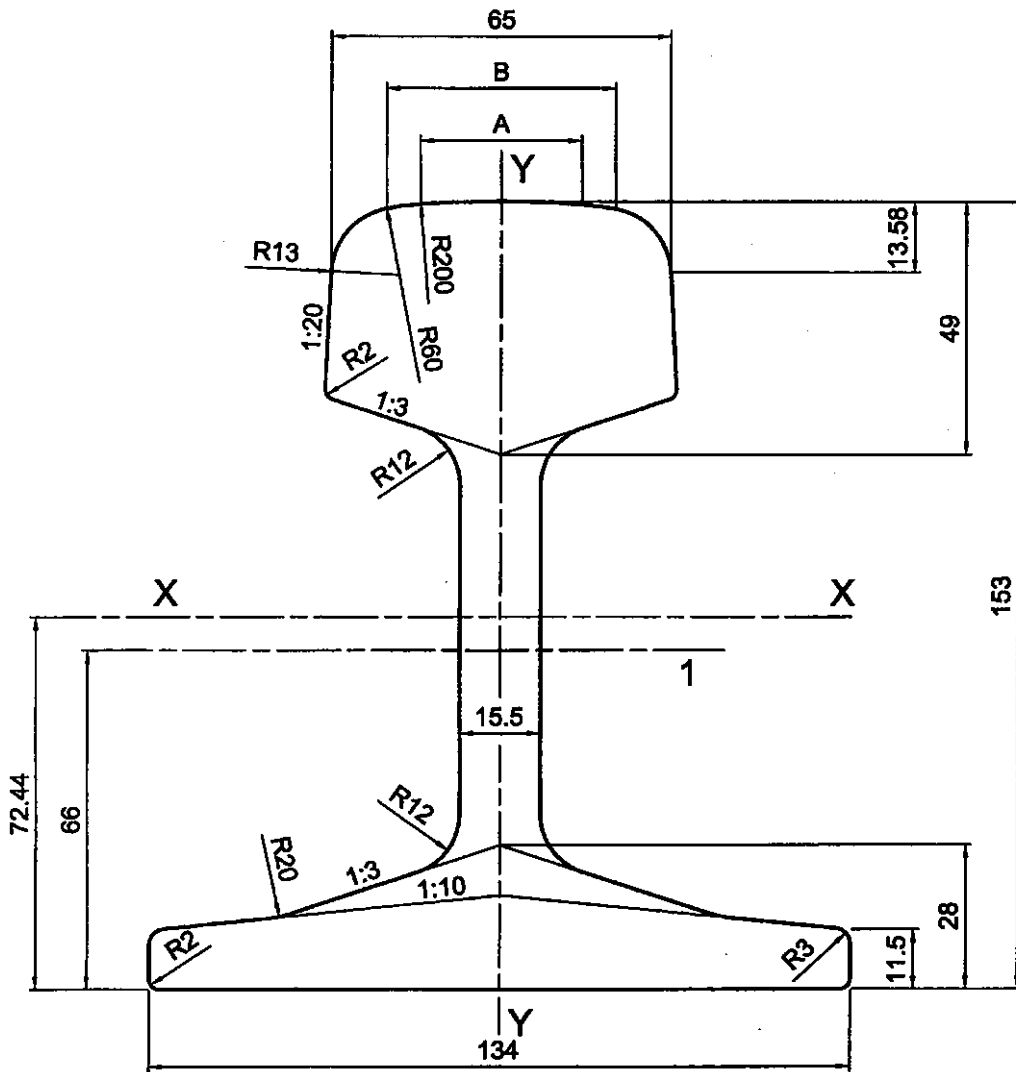




Medidas en milímetros



Leyenda

1	Eje del marcado en relieve		
	Área de la sección transversal	: 64,16	cm <sup>2</sup>
	Masa lineal	: 50,37	kg/m
	Momento de inercia vertical (eje x-x)	: 1 987,8	cm <sup>4</sup>
	Módulo resistente - Cabeza	: 246,7	cm <sup>3</sup>
	Módulo resistente - Patín	: 274,4	cm <sup>3</sup>
	Momento de inercia horizontal (eje y-y)	: 365	cm <sup>4</sup>
	Módulo resistente horizontal (eje y-y)	: 54,5	cm <sup>3</sup>
	Dimensiones indicativas:	A = 30,942 mm	
		B = 43,838 mm	

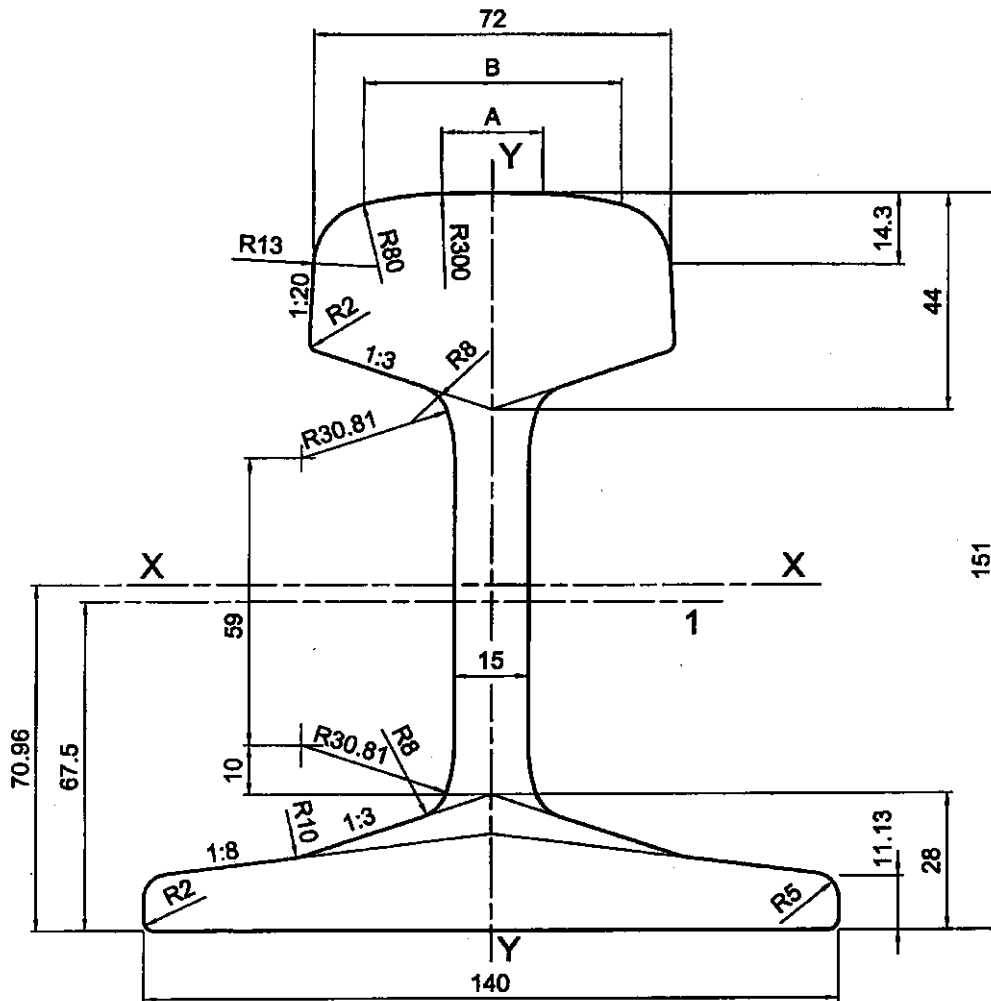
Figura A.8 – Perfil de carril 50E1

Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA  
Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

Medidas en milímetros



Leyenda

1 Eje del marcado en relieve		
Área de la sección transversal	: 63,65	cm <sup>2</sup>
Masa lineal	: 49,97	kg/m
Momento de inercia vertical (eje x-x)	: 1 988,8	cm <sup>4</sup>
Módulo resistente - Cabeza	: 248,5	cm <sup>3</sup>
Módulo resistente - Patín	: 280,3	cm <sup>3</sup>
Momento de inercia horizontal (eje y-y)	: 408,4	cm <sup>4</sup>
Módulo resistente horizontal (eje y-y)	: 58,3	cm <sup>3</sup>
Dimensiones indicativas:	A = 20,456 mm	
	B = 52,053 mm	

Figura A.9 – Perfil de carril 50E2

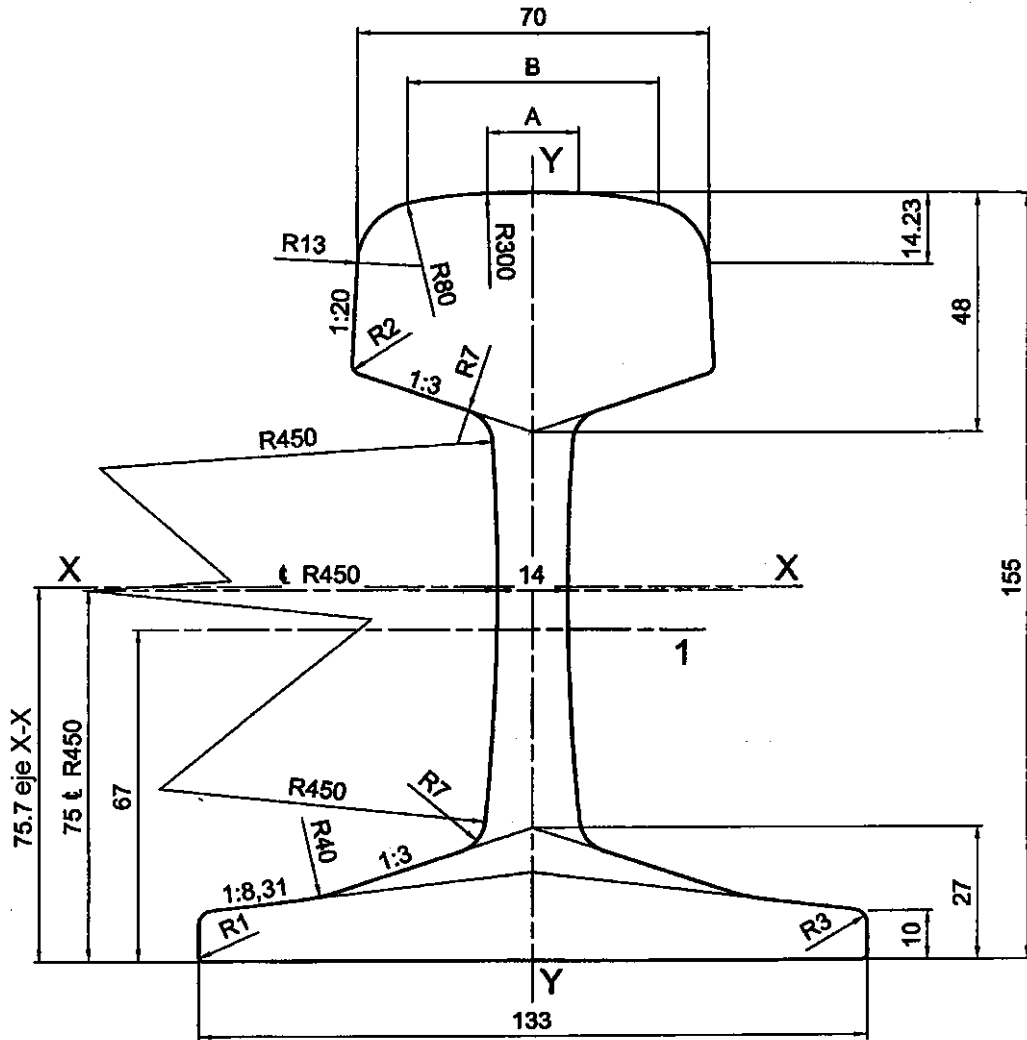
Ing. Luis Alberto Díaz  
 Coordinador Gral. Vía  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

Ing. ARTURO FRENCIA  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

Lic. Juan Pablo Chain  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



Medidas en milímetros



Leyenda

1	Eje del marcado en relieve		
	Área de la sección transversal	: 63,71	cm <sup>2</sup>
	Masa lineal	: 50,02	kg/m
	Momento de inercia vertical (eje x-x)	: 2 057,8	cm <sup>4</sup>
	Módulo resistente - Cabeza	: 259,5	cm <sup>3</sup>
	Módulo resistente - Patín	: 271,8	cm <sup>3</sup>
	Momento de inercia horizontal (eje y-y)	: 351,3	cm <sup>4</sup>
	Módulo resistente horizontal (eje y-y)	: 52,8	cm <sup>3</sup>
	Dimensiones indicativas:	A = 18,233 mm	
		B = 49,982 mm	

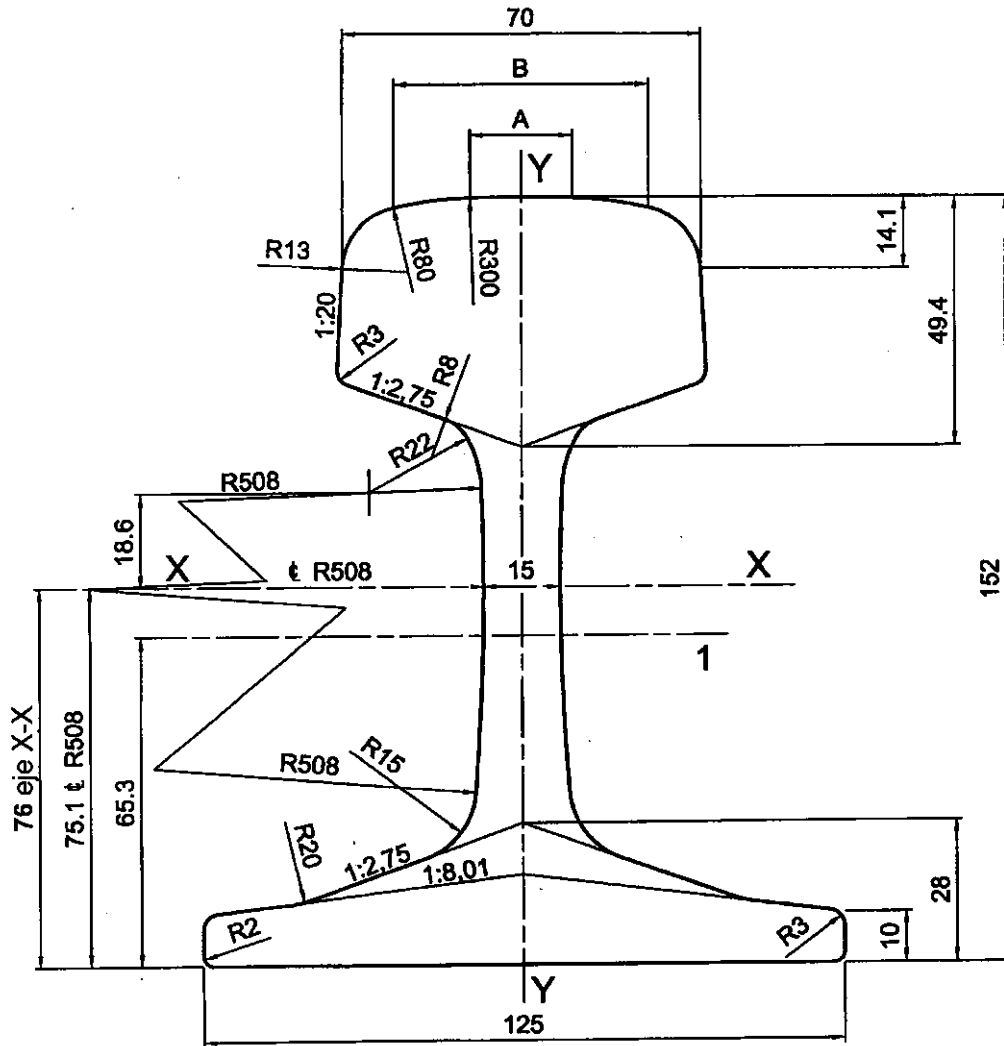
Figura A.10 – Perfil de carril 50E3

Ing. Luis Alberto Díaz  
 Coordinador Gral. Via  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

Ing. ARTURO FRENCIA  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA  
 Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

Lic. Juan Pablo Chain  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

Medidas en milímetros



Leyenda

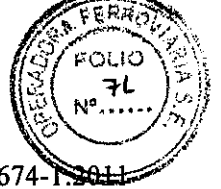
1 Eje del marcado en relieve	
Área de la sección transversal	: 63,91 cm <sup>2</sup>
Masa lineal	: 50,17 kg/m
Momento de inercia vertical (eje x-x)	: 1 931 cm <sup>4</sup>
Módulo resistente-Cabeza	: 251,4 cm <sup>3</sup>
Módulo resistente-Patín	: 256,8 cm <sup>3</sup>
Momento de inercia horizontal (eje y-y)	: 314,7 cm <sup>4</sup>
Módulo resistente horizontal (eje y-y)	: 50,4 cm <sup>3</sup>
Dimensiones indicativas:	A = 20,025 mm
	B = 49,727 mm

Figura A.11 – Perfil de carril 50E4

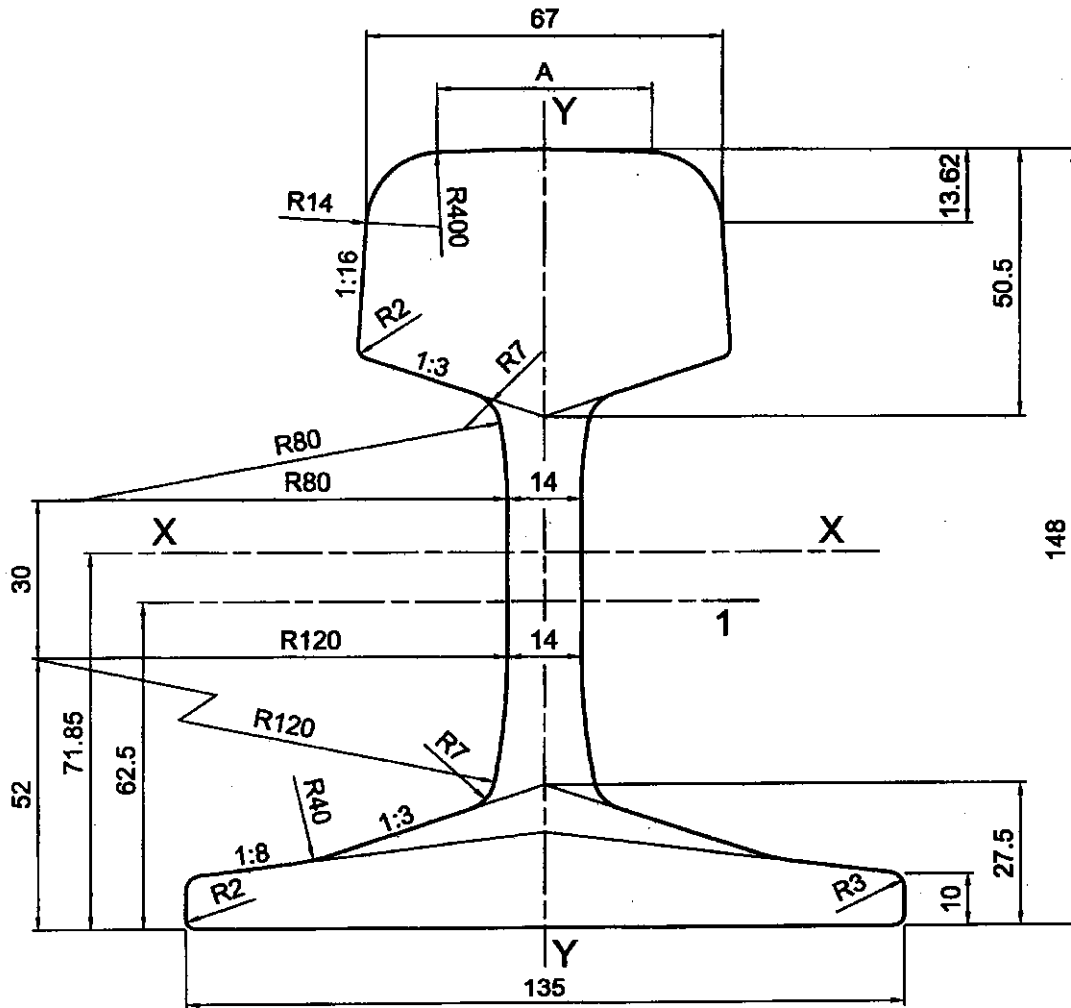
*Ing. Luis Alberto Díaz*  
 Coordinador Gral. Vía  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

*Arturo Frenia*  
 GERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

*Lic. Juan Pablo Chain*  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



Medidas en milímetros



Leyenda

1	Eje del marcado en relieve	
	Área de la sección transversal	: 63,62 cm <sup>2</sup>
	Masa lineal	: 49,9 kg/m
	Momento de inercia vertical (eje x-x)	: 1 844 cm <sup>4</sup>
	Módulo resistente - Cabeza	: 242,1 cm <sup>3</sup>
	Módulo resistente - Patín	: 256,6 cm <sup>3</sup>
	Momento de inercia horizontal (eje y-y)	: 362,4 cm <sup>4</sup>
	Módulo resistente horizontal (eje y-y)	: 53,7 cm <sup>3</sup>
	Dimensiones indicativas:	A = 40,471 mm

Figura A.12 – Perfil de carril 50E5

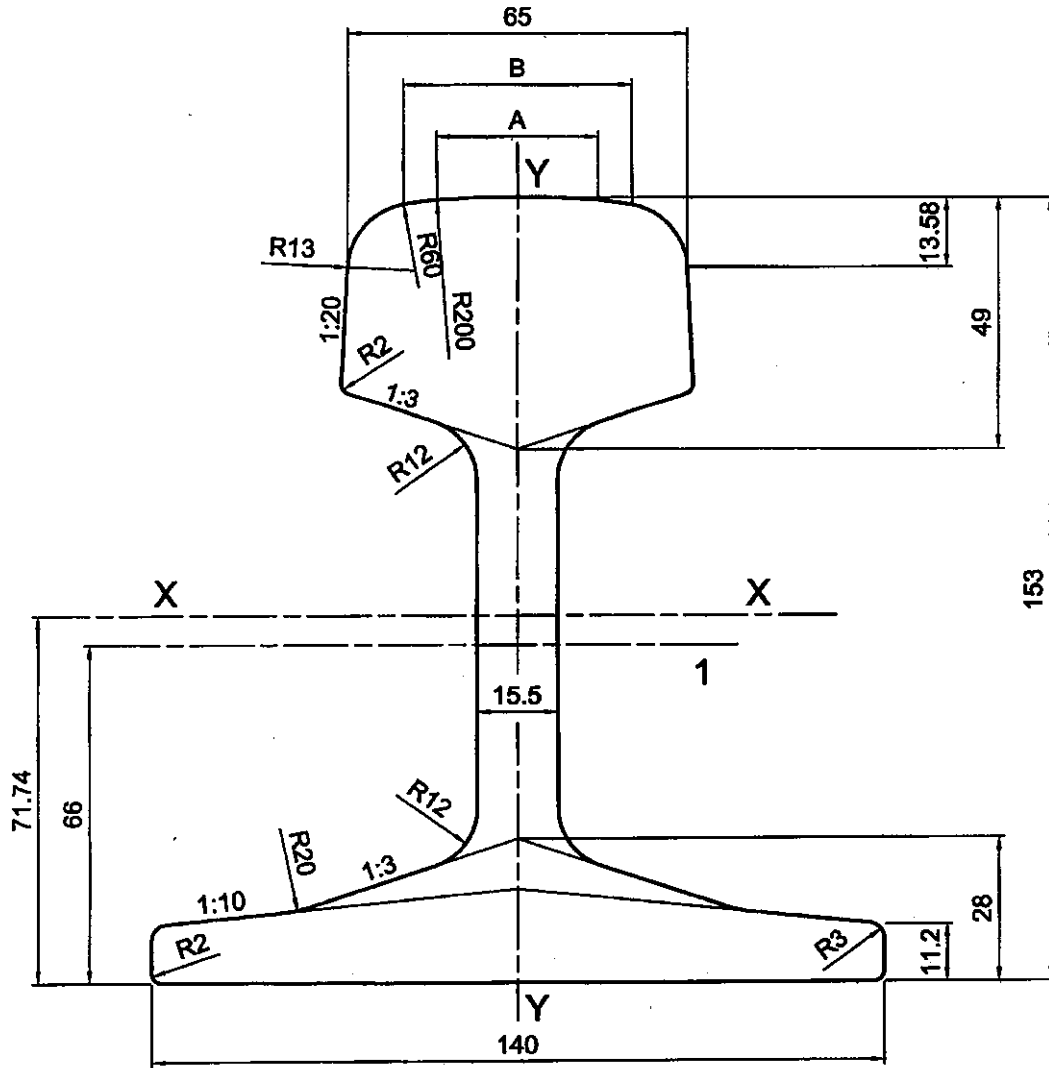
*[Signature]*  
**Ing. Luis Alberto Díaz**  
 Coordinador Gral. Via  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

*[Signature]*  
**ING. ARTURO FRENCIA**  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

*[Signature]*  
**Lic. Juan Pablo Chain**  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



Medidas en milímetros



Leyenda

- 1 Eje del marcado en relieve
- Área de la sección transversal : 64,84 cm<sup>2</sup>
- Masa lineal : 50,90 kg/m
- Momento de inercia vertical (eje x-x) : 2 017,8 cm<sup>4</sup>
- Módulo resistente - Cabeza : 248,3 cm<sup>3</sup>
- Módulo resistente - Patín : 281,3 cm<sup>3</sup>
- Momento de inercia horizontal (eje y-y) : 396,8 cm<sup>4</sup>
- Módulo resistente horizontal (eje y-y) : 56,7 cm<sup>3</sup>
- Dimensiones indicativas: A = 30,942 mm
- B = 43,838 mm

Figura A.13 – Perfil de carril 50E6

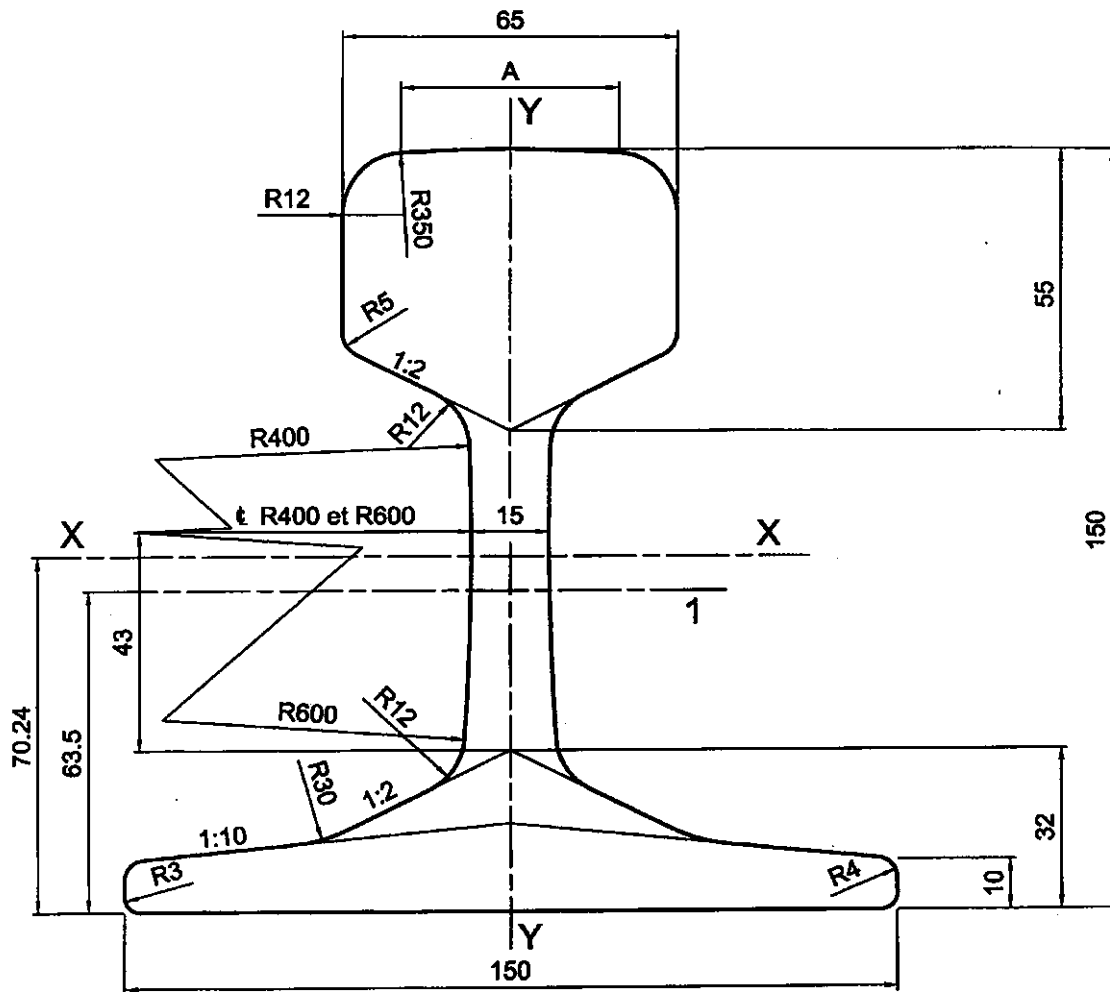
Ing. Luis Alberto Díaz  
 Coordinador Gral. Via  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

Ing. ARTURO FRENCIA  
 GERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

Lic. Juan Pablo Chain  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



Medidas en milímetros



Leyenda

1	Eje del marcado en relieve	
	Área de la sección transversal	: 66,43 cm <sup>2</sup>
	Masa lineal	: 52,15 kg/m
	Momento de inercia vertical (eje x-x)	: 1 970,9 cm <sup>4</sup>
	Módulo resistente-Cabeza	: 247,1 cm <sup>3</sup>
	Módulo resistente-Patin	: 280,6 cm <sup>3</sup>
	Momento de inercia horizontal (eje y-y)	: 434,2 cm <sup>4</sup>
	Módulo resistente horizontal (eje y-y)	: 57,9 cm <sup>3</sup>
	Dimensiones indicativas:	A = 42,456 mm

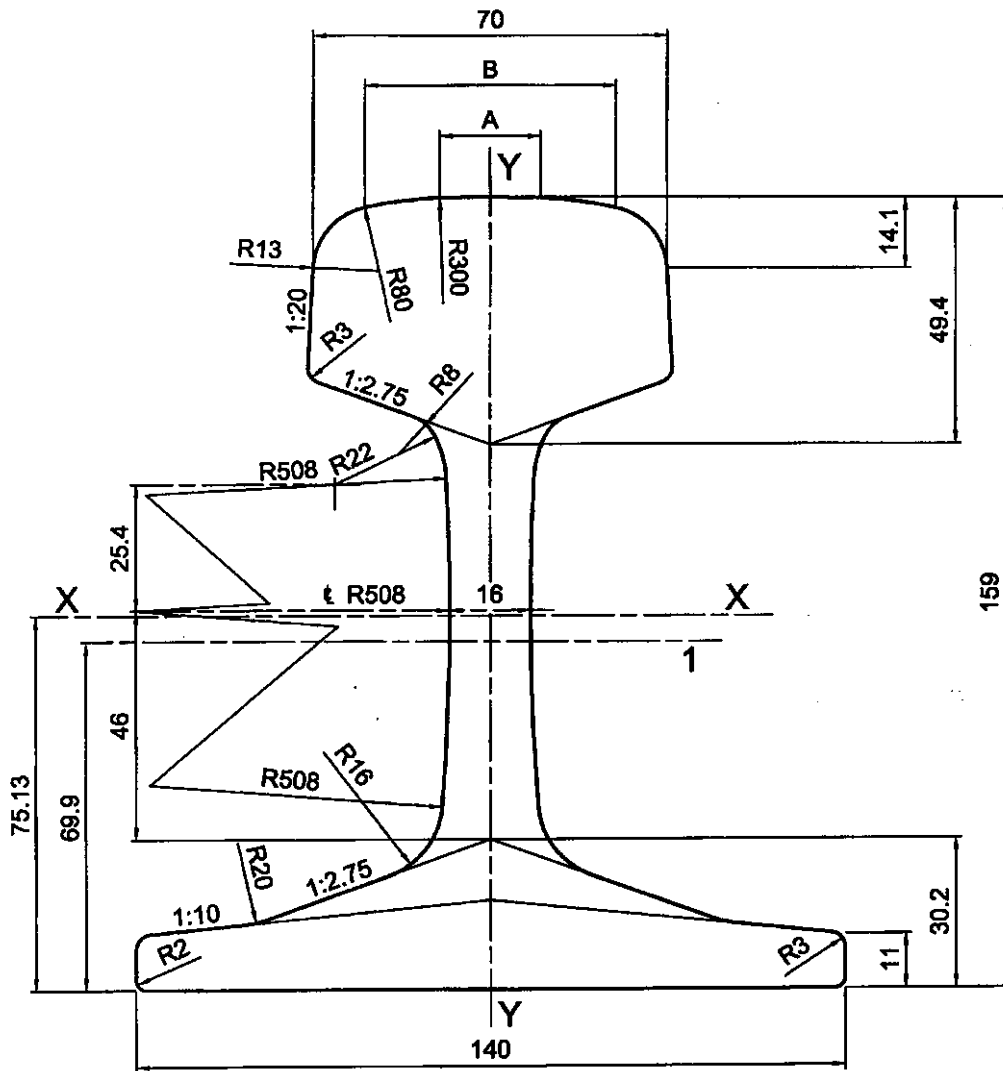
Figura A.14 – Perfil de carril 52E1

*[Signature]*  
**Ing. Luis Alberto Díaz**  
 Coordinador Gral. Vía  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

*[Signature]*  
**Ing. ARTURO FRENCIA**  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

*[Signature]*  
**Lic. Juan Pablo Chain**  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

Medidas en milímetros



Leyenda

1	Eje del marcado en relieve		
Área de la sección transversal	:	69,77	cm <sup>2</sup>
Masa lineal	:	54,77	kg/m
Momento de inercia vertical (eje x-x)	:	2 337,9	cm <sup>4</sup>
Módulo resistente-Cabeza	:	278,7	cm <sup>3</sup>
Módulo resistente-Patín	:	311,2	cm <sup>3</sup>
Momento de inercia horizontal (eje y-y)	:	419,2	cm <sup>4</sup>
Módulo resistente horizontal (eje y-y)	:	59,9	cm <sup>3</sup>
Dimensiones indicativas:	A = 20,024 mm		
	B = 49,727 mm		

Figura A.15 – Perfil de carril 54E1

*Ing. Luis Alberto Díaz*  
 Coordinador Gral. Vía  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

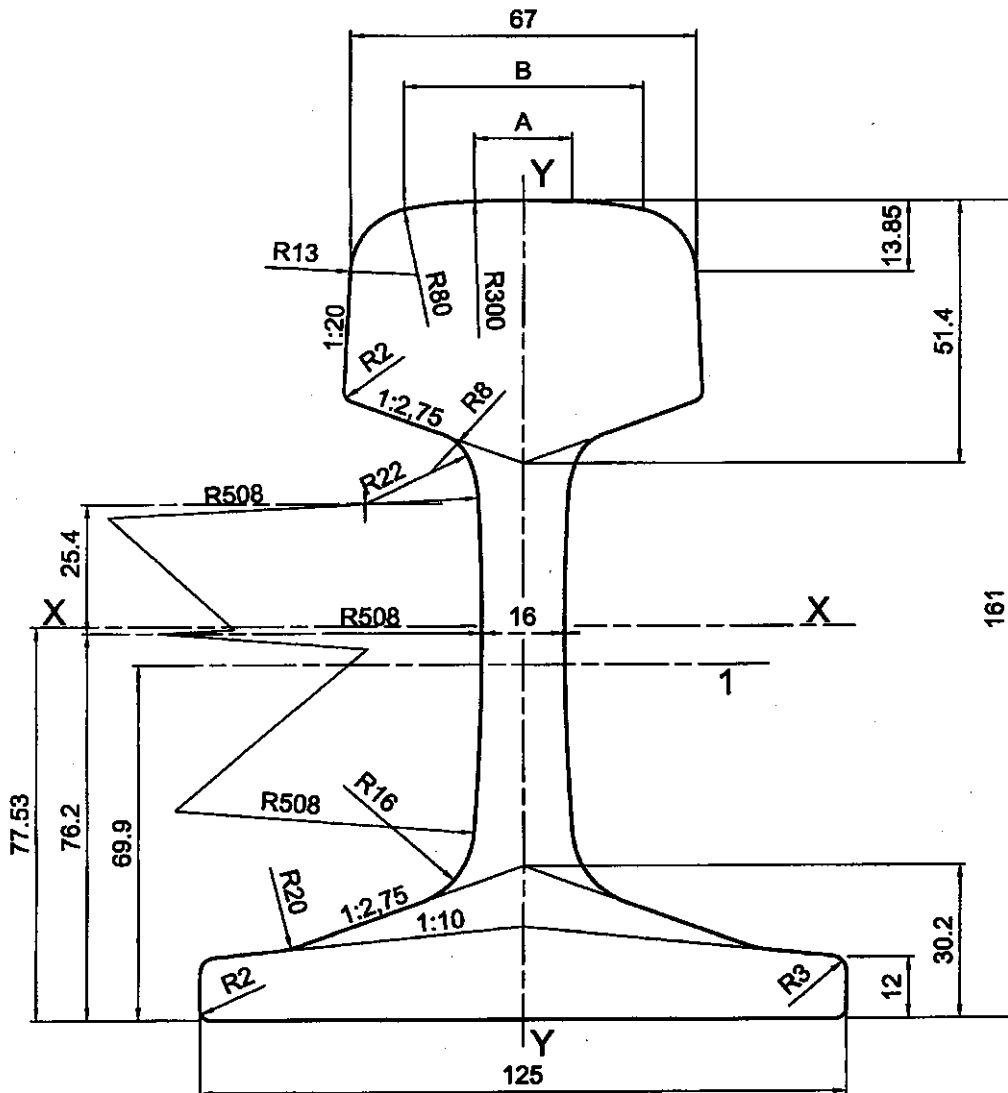
*Ing. Arturo Frenia*  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

*Lic. Juan Pablo Chain*  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado





Medidas en milímetros



Leyenda

I	Eje del marcado en relieve		
	Área de la sección transversal	: 68,56	cm <sup>2</sup>
	Masa lineal	: 53,82	kg/m
	Momento de inercia vertical (eje x-x)	: 2 307,4	cm <sup>4</sup>
	Módulo resistente - Cabeza	: 276,4	cm <sup>3</sup>
	Módulo resistente - Patín	: 297,6	cm <sup>3</sup>
	Momento de inercia horizontal (eje y-y)	: 341,5	cm <sup>4</sup>
	Módulo resistente horizontal (eje y-y)	: 54,6	cm <sup>3</sup>
	Dimensiones indicativas:	A = 18,946 mm	
		B = 46,310 mm	

Figura A.16 – Perfil de carril 54E2

Ing. Luis Alberto Díaz  
 Coordinador Gral. Vía  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

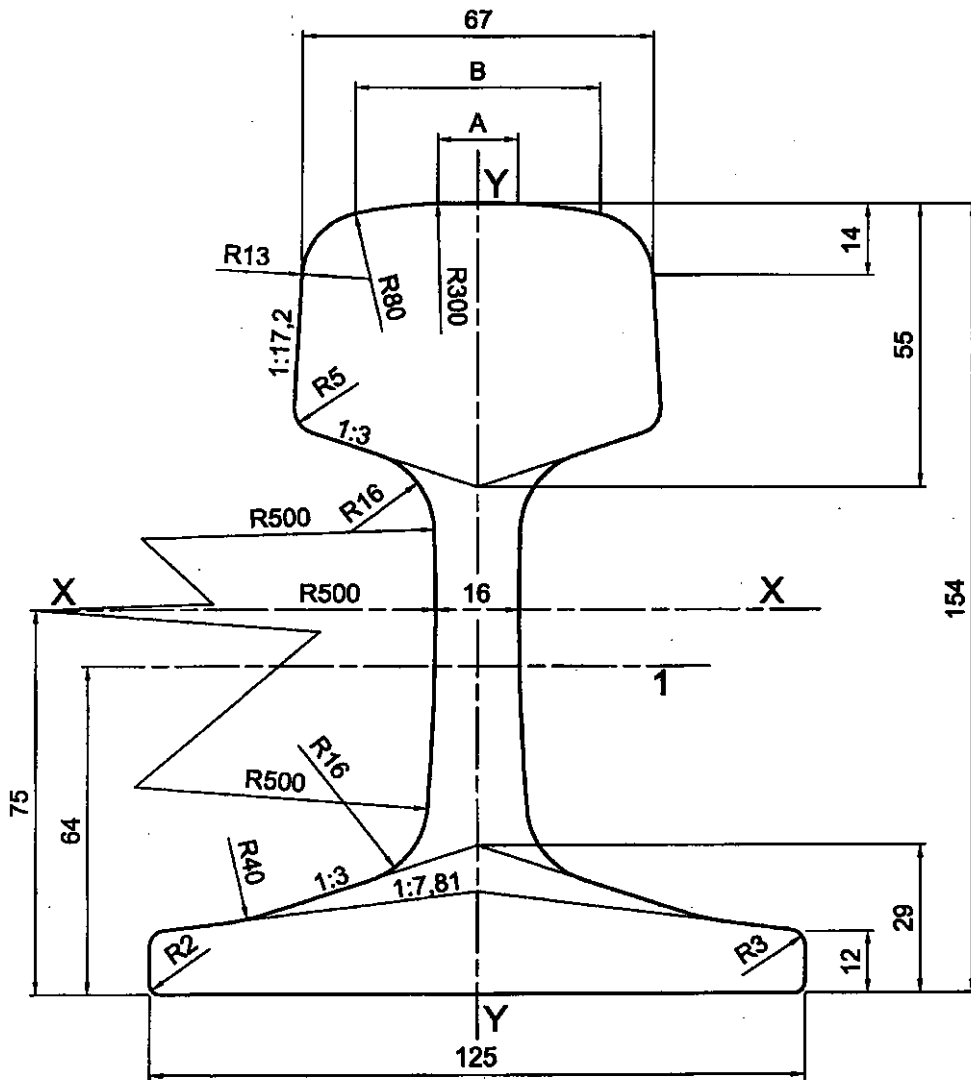
Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

Ing. ARTURO FRENCIA  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

Lic. Juan Pablo Chain  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



Medidas en milímetros



Leyenda

I	Eje del marcado en relieve	
Área de la sección transversal	:	69,52 cm <sup>2</sup>
Masa lineal	:	54,57 kg/m
Momento de inercia vertical (eje x-x)	:	2 074 cm <sup>4</sup>
Módulo resistente - Cabeza	:	262,8 cm <sup>3</sup>
Módulo resistente - Patín	:	276,3 cm <sup>3</sup>
Momento de inercia horizontal (eje y-y)	:	354,8 cm <sup>4</sup>
Módulo resistente horizontal (eje y-y)	:	56,8 cm <sup>3</sup>
Dimensiones indicativas:	A = 15,267 mm	
	B = 46,835 mm	

Figura A.17 – Perfil de carril 54E3

Ing. Luis Alberto Díaz  
 Coordinador Gral. Via  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

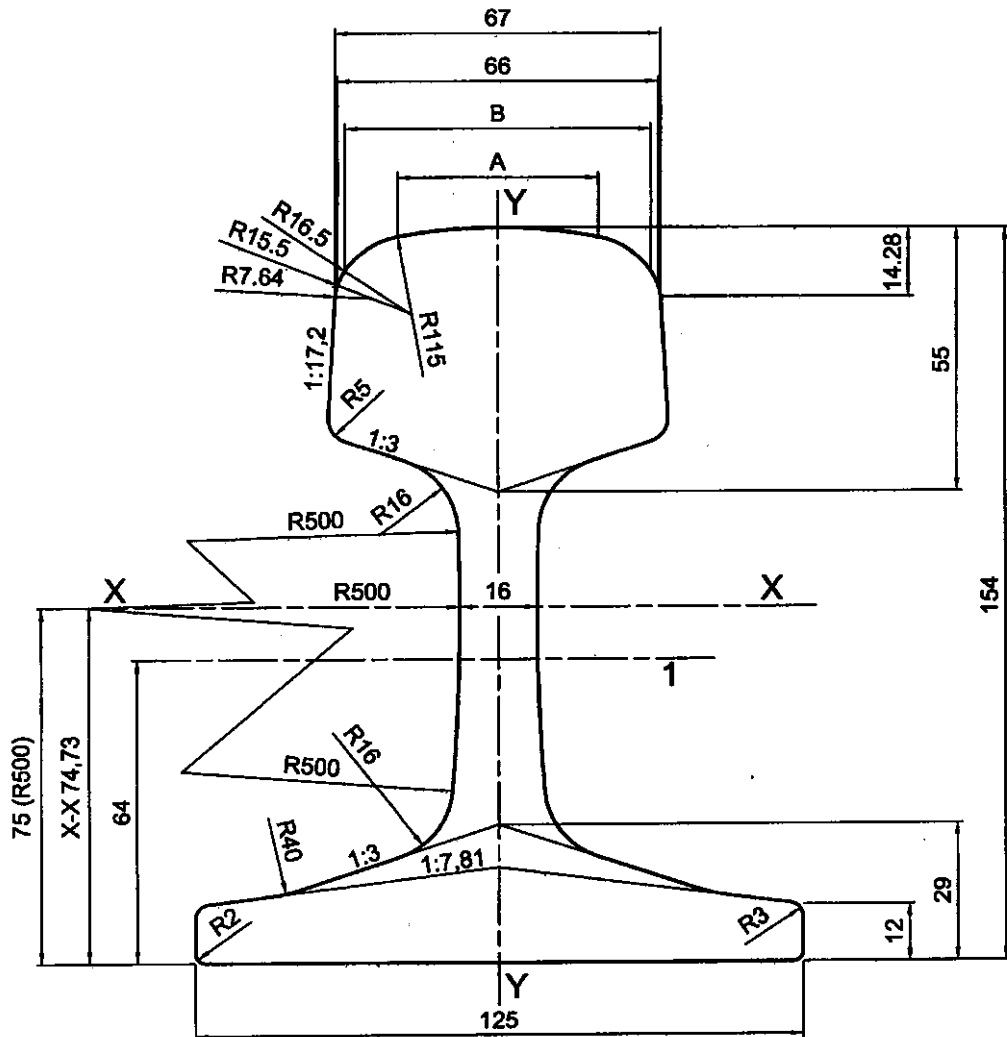
Ing. Arturo Frenia  
 Gerente de Infraestructura  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

Lic. Juan Pablo Chain  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN



Medidas en milímetros



Leyenda

1	Eje del marcado en relieve		
	Área de la sección transversal	: 69,19	cm <sup>2</sup>
	Masa lineal	: 54,31	kg/m
	Momento de inercia vertical (eje x-x)	: 2 056,2	cm <sup>4</sup>
	Módulo resistente - Cabeza	: 259,4	cm <sup>3</sup>
	Módulo resistente - Patín	: 275,2	cm <sup>3</sup>
	Momento de inercia horizontal (eje y-y)	: 352,7	cm <sup>4</sup>
	Módulo resistente horizontal (eje y-y)	: 56,4	cm <sup>3</sup>
	Dimensiones indicativas:	A = 41,342 mm	
		B = 62,980 mm	

Figura A.18 – Perfil de carril 54E4

*[Signature]*  
**Ing. Luis Alberto Díaz**  
 Coordinador Gral. Vía  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

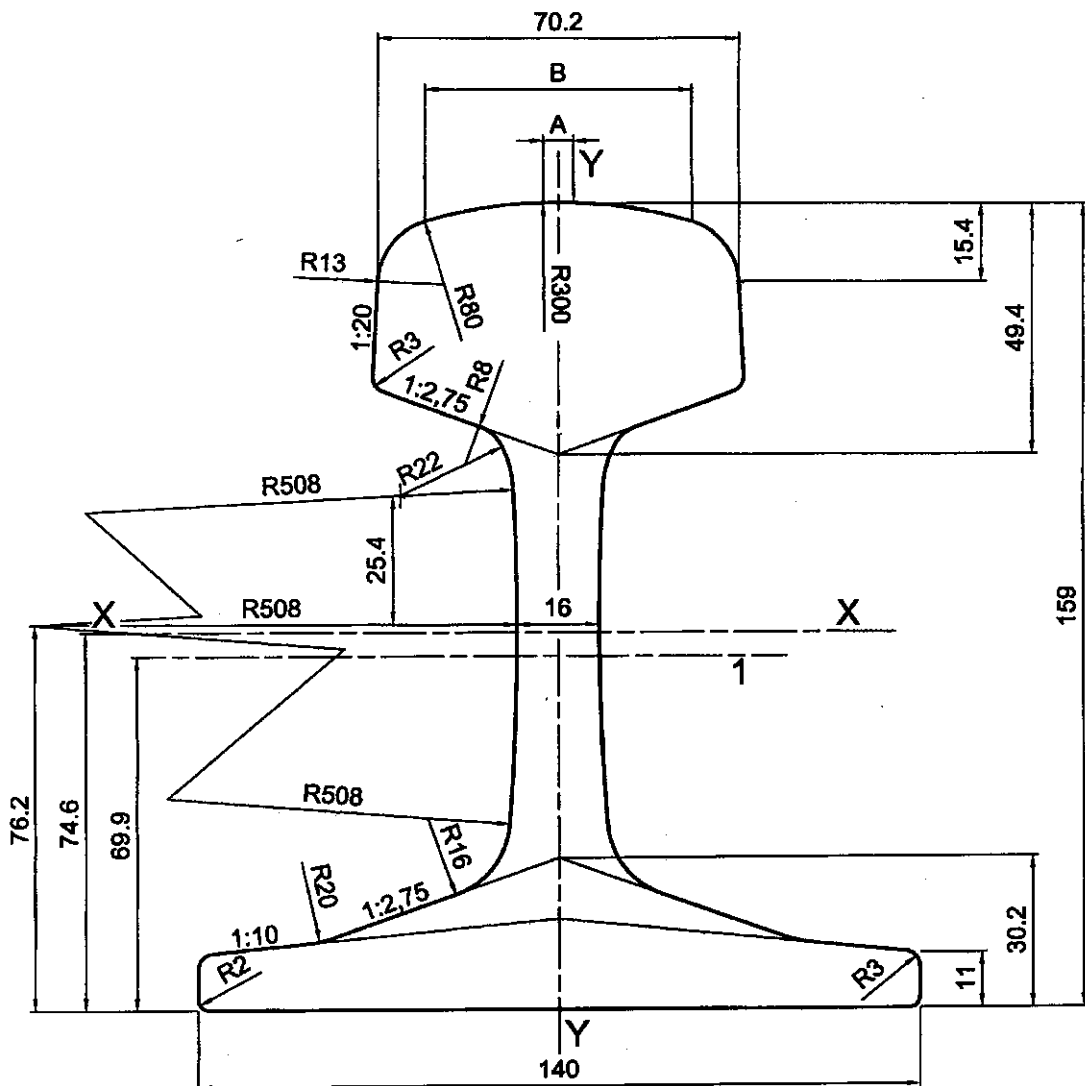
*[Signature]*  
**ARTURO FRENCIA**  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

*[Signature]*  
**Lic. Juan Pablo Chain**  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



Medidas en milímetros



Leyenda

I	Eje del marcado en relieve	
	Área de la sección transversal	: 69,32 cm <sup>2</sup>
	Masa lineal	: 54,42 kg/m
	Momento de inercia vertical (eje x-x)	: 2 308,1 cm <sup>4</sup>
	Módulo resistente-Cabeza	: 273,5 cm <sup>3</sup>
	Módulo resistente-Patín	: 309,4 cm <sup>3</sup>
	Momento de inercia horizontal (eje y-y)	: 416,3 cm <sup>4</sup>
	Módulo resistente horizontal (eje y-y)	: 59,5 cm <sup>3</sup>
	Dimensiones indicativas:	A = 5,91 mm
		B = 51,97 mm

Figura A.19 – Perfil de carril 54E5

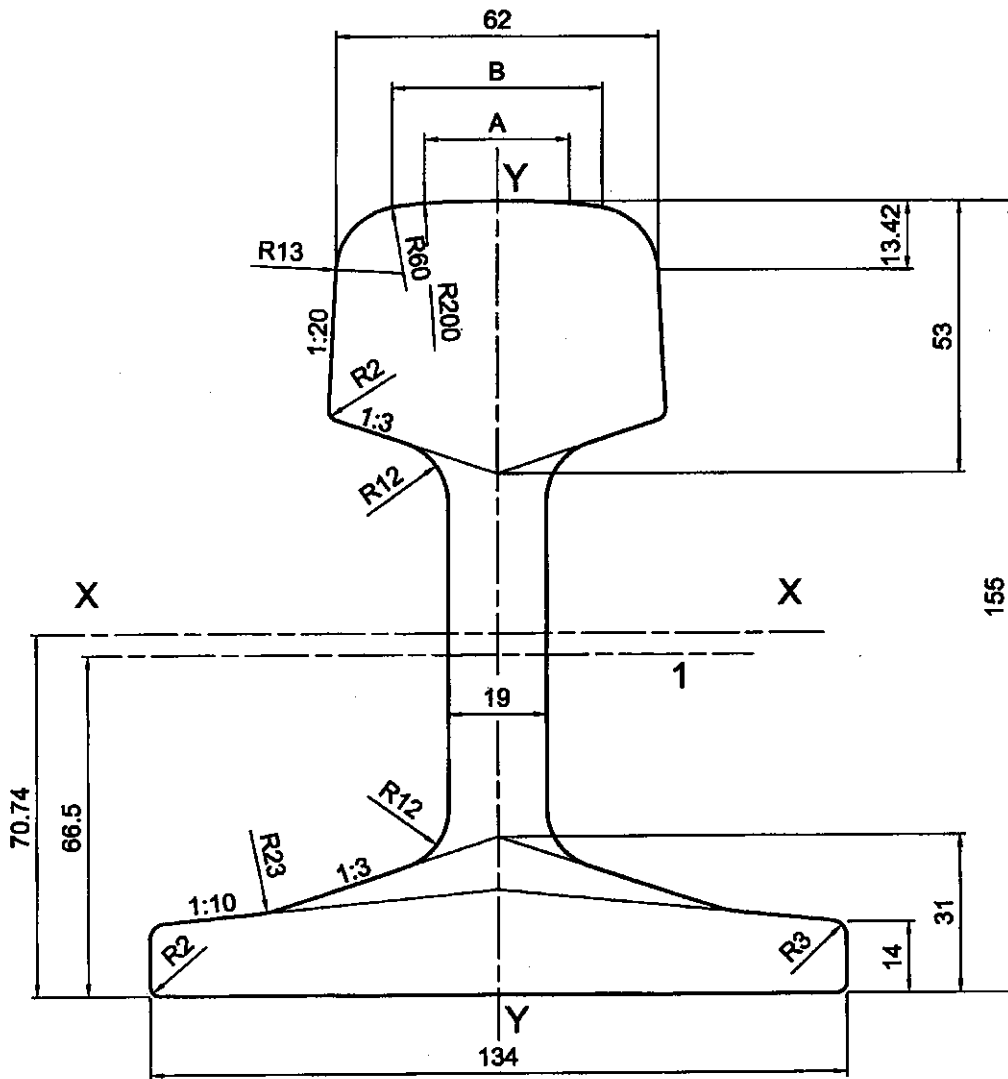
Ing. Luis Alberto Díaz  
 Coordinador Gral. Vía  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

Ing. ARTURO FRENCIA  
 INGENIERO DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

Lic. Juan Pablo Chain  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

Medidas en milímetros



Leyenda

1	Eje del marcado en relieve	
Área de la sección transversal	:	71,37 cm <sup>2</sup>
Masa lineal	:	56,03 kg/m
Momento de inercia vertical (eje x-x)	:	2 150,4 cm <sup>4</sup>
Módulo resistente-Cabeza	:	255,2 cm <sup>3</sup>
Módulo resistente-Patín	:	304 cm <sup>3</sup>
Momento de inercia horizontal (eje y-y)	:	418,4 cm <sup>4</sup>
Módulo resistente horizontal (eje y-y)	:	62,4 cm <sup>3</sup>
Dimensiones indicativas:	A = 27,946 mm	
	B = 40,588 mm	

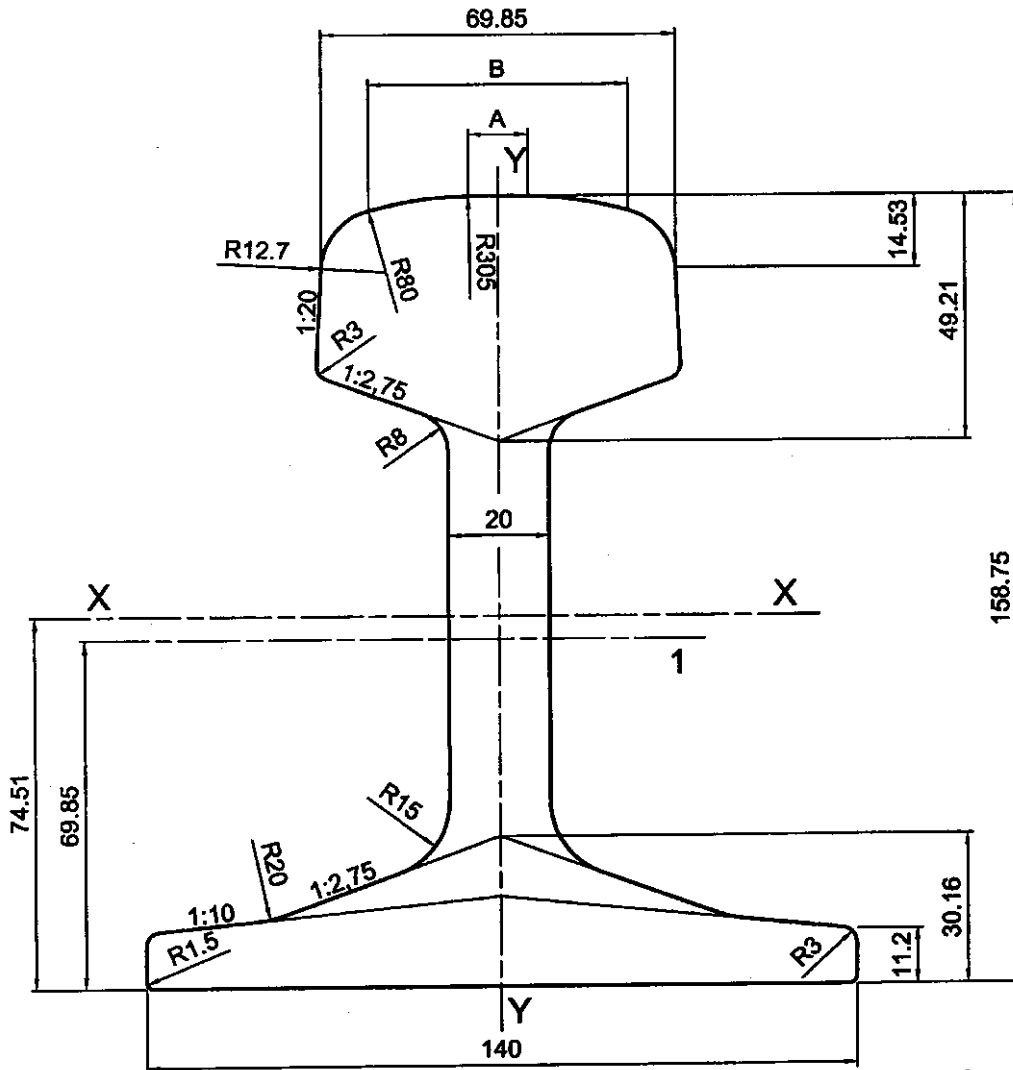
Figura A.20 – Perfil de carril 55E1

*[Signature]*  
 Ing. Luis Alberto Díaz  
 Coordinador Gral. Vía  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

*[Signature]*  
 Ing. ARTURO FRENCIA  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA  
 Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

*[Signature]*  
 Lic. Juan Pablo Chain  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

Medidas en milímetros



Leyenda

1	Eje del marcado en relieve	
	Área de la sección transversal	: 71,69 cm <sup>2</sup>
	Masa lineal	: 56,3 kg/m
	Momento de inercia vertical (eje x-x)	: 2 321 cm <sup>4</sup>
	Módulo resistente-Cabeza	: 275,5 cm <sup>3</sup>
	Módulo resistente-Patín	: 311,5 cm <sup>3</sup>
	Momento de inercia horizontal (eje y-y)	: 421,6 cm <sup>4</sup>
	Módulo resistente horizontal (eje y-y)	: 60,2 cm <sup>3</sup>
	Dimensiones indicativas:	A = 11,787 mm
		B = 51,235 mm

Figura A.21 - Perfil de carril 56E1

*Ingr. Luis Alberto Díaz*  
 Coordinador Gral. Via  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

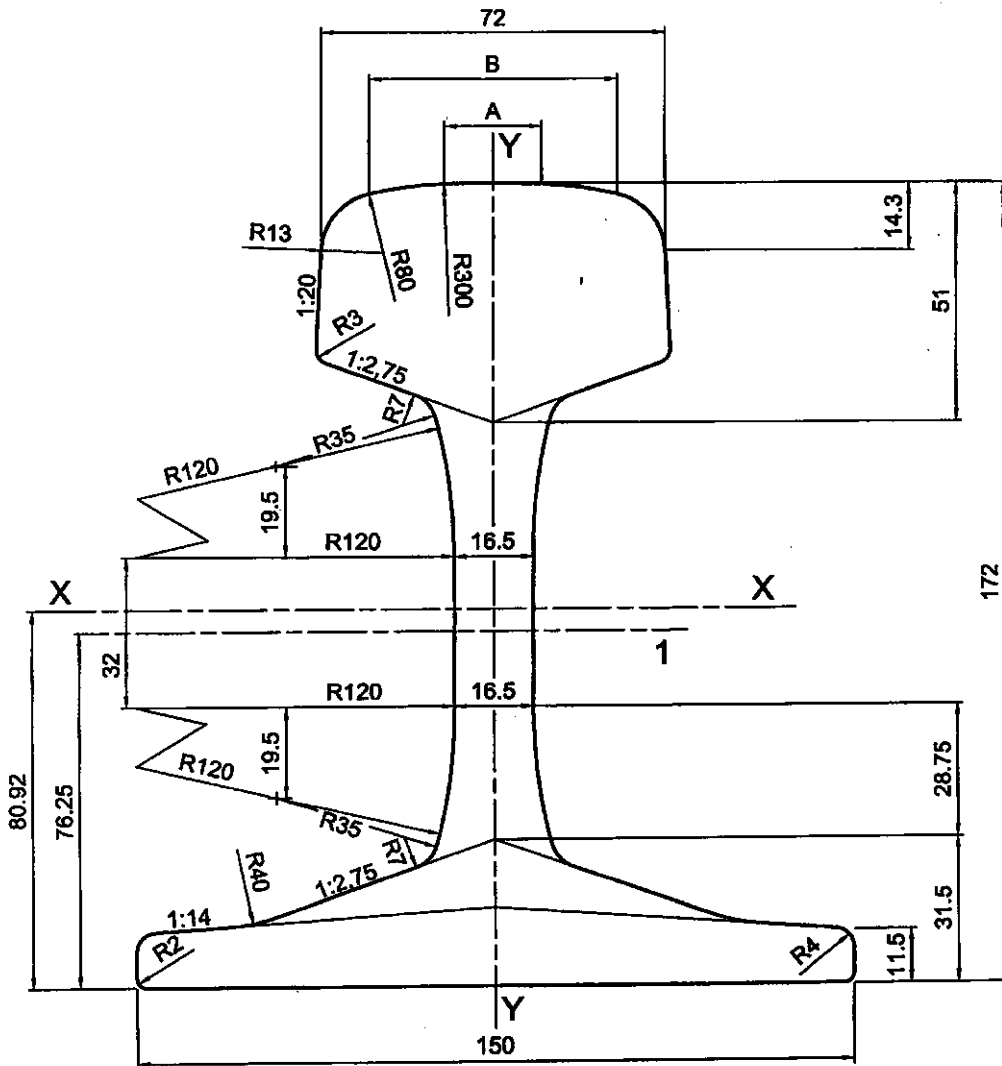
*Ing. Arturo Frenia*  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

*Lic. Juan Pablo Chain*  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



Medidas en milímetros



Leyenda

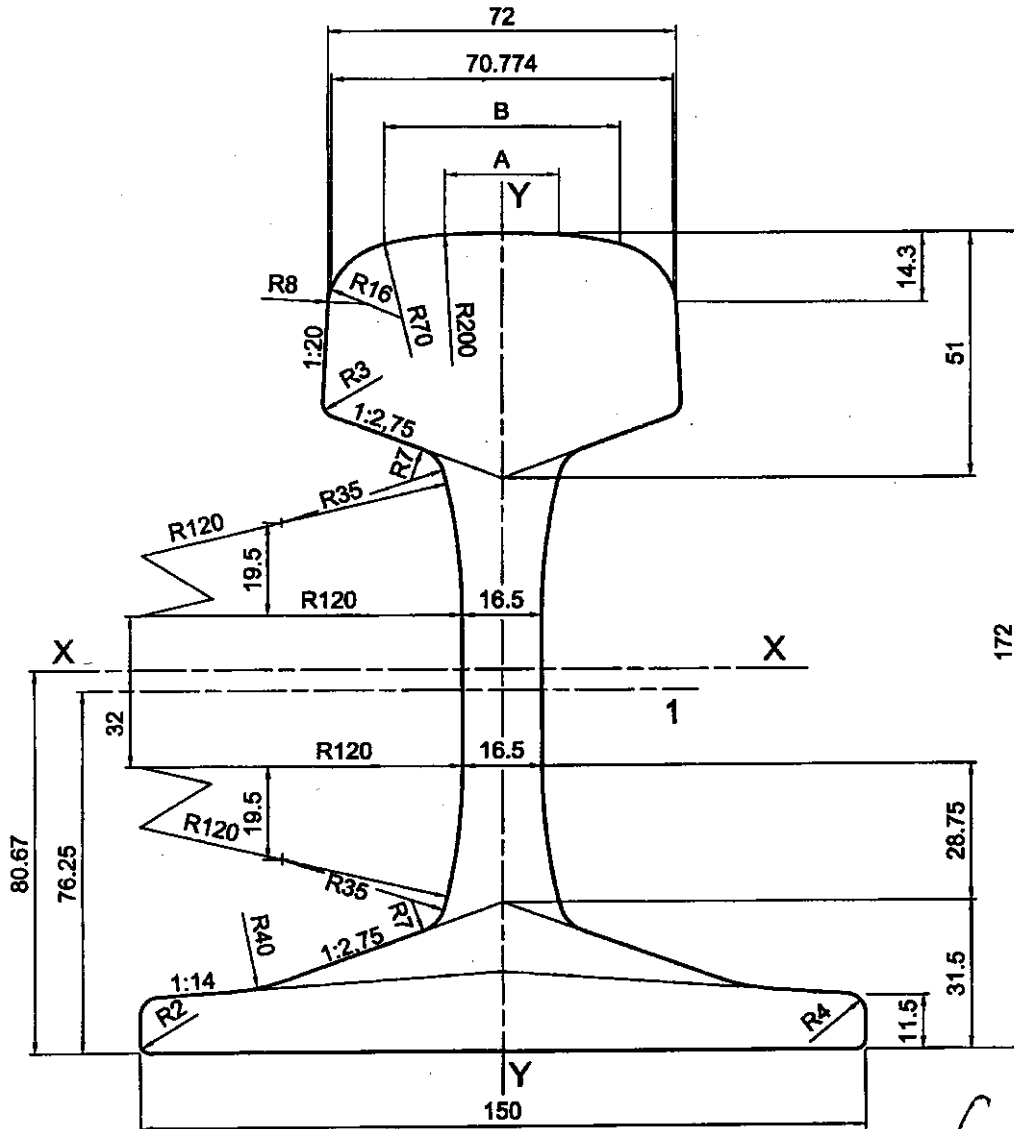
1	Eje del marcado en relieve		
	Área de la sección transversal	: 76,70	cm <sup>2</sup>
	Masa lineal	: 60,21	kg/m
	Momento de inercia vertical (eje x-x)	: 3 038,3	cm <sup>4</sup>
	Módulo resistente - Cabeza	: 333,6	cm <sup>3</sup>
	Módulo resistente - Patín	: 375,5	cm <sup>3</sup>
	Momento de inercia horizontal (eje y-y)	: 512,3	cm <sup>4</sup>
	Módulo resistente horizontal (eje y-y)	: 68,3	cm <sup>3</sup>
	Dimensiones indicativas:	A = 20,456 mm	
		B = 52,053 mm	

Figura A.22 – Perfil de carril 60E1

*Ing. Luis Alberto Díaz*  
 Coordinador Gral. Vía  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

*Arturo Frencía*  
 DIRECTOR GENERAL DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA  
 Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

*Lic. Juan Pablo Chaín*  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



Leyenda

1	Eje del marcado en relieve		
	Área de la sección transversal	: 76,48	cm <sup>2</sup>
	Masa lineal	: 60,03	kg/m
	Momento de inercia vertical (eje x-x)	: 3 021,5	cm <sup>4</sup>
	Módulo resistente - Cabeza	: 330,8	cm <sup>3</sup>
	Módulo resistente - Patín	: 374,5	cm <sup>3</sup>
	Momento de inercia horizontal (eje y-y)	: 510,5	cm <sup>4</sup>
	Módulo resistente horizontal (eje y-y)	: 68,10	cm <sup>3</sup>
	Dimensiones indicativas:	A = 23,778 mm	
		B = 48,913 mm	

Figura A.23 – Perfil de carril 60E2

*[Signature]*  
**Ing. Luis Alberto Díaz**  
 Coordinador Gral. Vía  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

*[Signature]*  
**DR. ARTURO FRENCIA**  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

*[Signature]*  
**Lic. Juan Pablo Chain**  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado





Tabla A.2 – Referencias de transición de carril (véase la figura A.24)

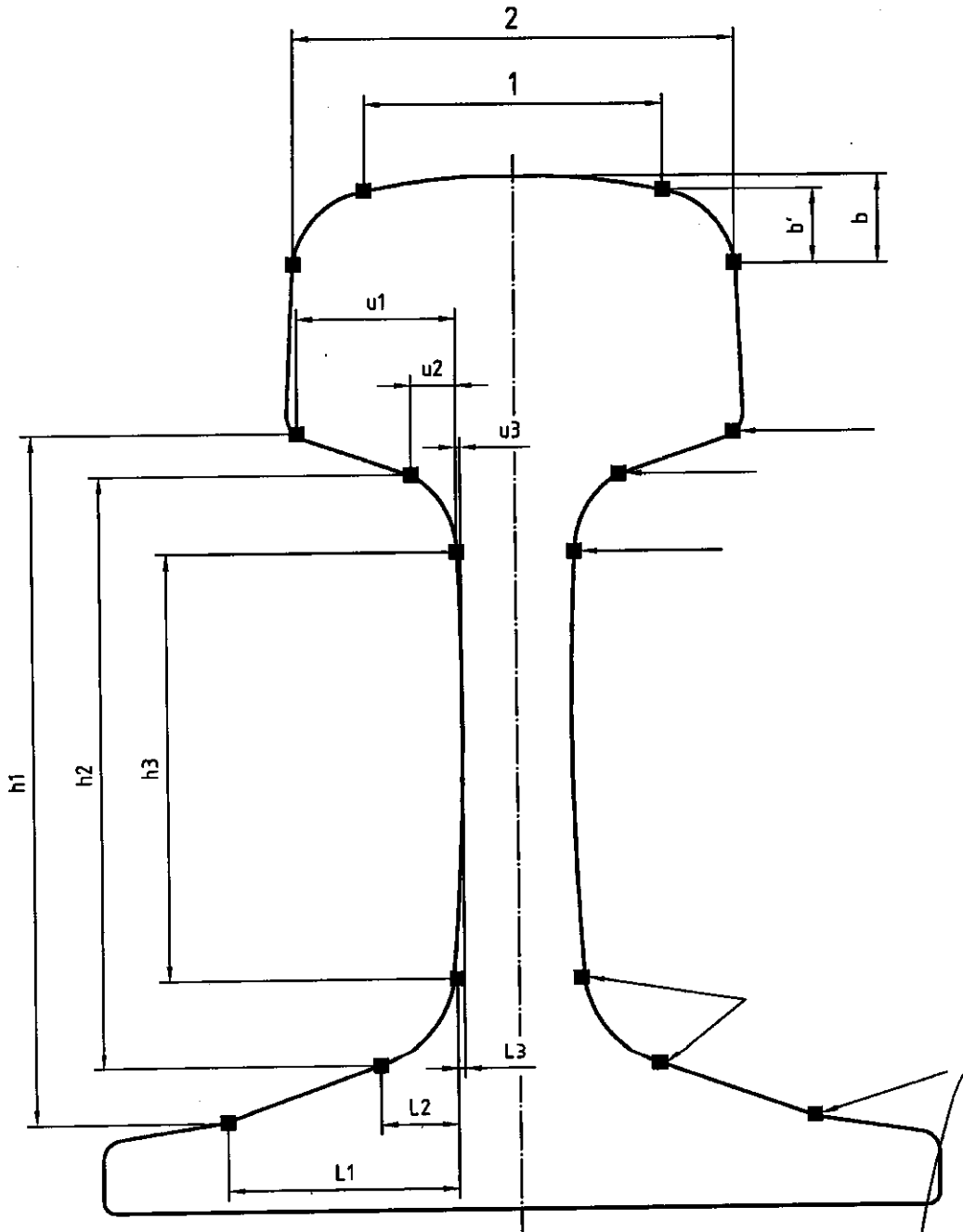
Perfil de carril	Medidas en milímetros												
	1	2	b	b'	h1	h2	h3	L1	L2	L3	u1	u2	u3
46E1	43,88	65,00	14,30	12,77	98,18	81,95	74,47	53,99	7,28	3,13	24,74	6,52	2,32
46E2	40,59	62,00	13,42	12,15	94,53	79,19	65,91	32,38	4,79	0	23,20	4,79	0
46E3	53,76	73,72	14,18	11,86	98,13	81,34	72,27	50,73	6,81	2,39	29,79	6,54	2,16
46E4	38,38	65,00	13,75	13,28	99,71	81,03	71,93	58,99	5,48	1,71	25,84	4,63	0,85
49E1	46,84	67,00	14,00	11,92	94,56	79,02	68,40	33,13	7,06	2,41	26,55	5,99	1,32
49E2	40,47	67,00	13,62	13,11	94,58	79,02	68,40	33,13	7,06	2,41	26,61	5,99	1,32
49E5	41,34	67,00	14,28	12,41	94,55	79,02	68,40	33,13	7,06	2,41	26,53	5,99	1,32
50E1	43,84	65,00	13,58	12,13	100,05	86,64	63,87	32,13	8,21	0	24,52	8,21	—
50E2	52,05	72,00	14,30	12,00	103,49	88,41	78,22	30,54	6,61	1,54	27,93	6,61	1,54
50E3	49,98	70,00	14,23	12,01	104,35	88,99	76,90	31,40	7,19	2,44	27,65	5,78	1,01
50E4	49,73	70,00	14,10	12,04	101,73	88,32	57,33	33,08	11,49	1,67	26,53	11,25	0,26
50E5	40,47	67,00	13,62	13,11	94,45	79,02	68,40	32,74	7,06	2,41	26,61	5,99	1,32
50E6	43,84	65,00	13,58	12,13	100,05	86,64	63,87	32,13	8,21	0	24,52	8,21	0
52E1	42,46	65,00	12,62	11,98	93,52	77,99	57,85	23,81	8,00	1,39	22,24	6,98	0,36
54E1	49,73	70,00	14,10	12,04	107,75	92,25	66,04	35,92	12,02	1,54	26,03	7,30	0,69
54E2	46,31	67,01	13,85	12,08	107,16	92,25	66,04	34,97	12,02	1,54	25,36	7,30	0,69
54E3	46,84	67,00	14,00	11,92	93,90	83,20	54,58	32,13	12,41	1,52	23,57	11,18	0,24
54E4	41,34	67,00	14,28	12,41	93,89	83,19	54,58	32,13	12,40	1,51	23,55	11,18	0,25
54E5	51,97	70,20	15,40	11,76	107,76	92,25	66,04	35,88	12,60	1,50	26,06	7,26	0,65
55E1	40,59	62,00	13,42	12,15	95,24	82,80	60,04	32,21	8,21	0	21,50	8,21	0
56E1	51,23	69,85	14,53	11,61	107,36	92,16	70,54	33,01	9,87	0	23,92	5,27	0
60E1	52,05	72,00	14,30	12,00	118,57	101,50	87,06	36,61	8,25	3,20	26,83	8,25	3,20
60E2	48,91	72,00	14,30	12,04	118,57	101,50	87,06	36,61	8,25	3,20	26,83	8,25	3,20

Ing. Luis Alberto Díaz  
 Coordinador Gral. Vía  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

Ing. ARTURO FRENCIA  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN


Lic. Juan Pablo Chain  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado




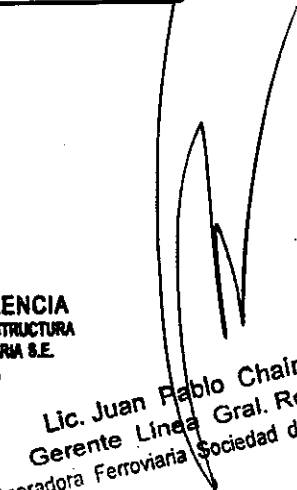
Leyenda

■ Punto de transición 0,01 mm

Figura A.24 – Principales referencias de transición de carril

  
Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

  
ING. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA  
Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

  
Lic. Juan Pablo Chaín  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



## ANEXO B (Normativo)

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FISURACIÓN ( $K_{LC}$ ) EN CARRILES**
**B.1 Métodos de ensayo**

Este ensayo debe realizarse de acuerdo con los requisitos de la Norma ASTM E399 salvo aquéllos que sean sustituidos por los especificados en esta parte de la Norma EN 13674. Los requisitos especificados en esta parte de la Norma EN 13674 se aplican sólo a la determinación de la resistencia a la fisuración de los aceros de carriles ferroviarios considerados en las definiciones y requisitos de esta norma europea.

**B.2 Muestras**

**B.2.1** La posición de la muestra en la sección transversal del carril se muestra en la figura B.1.

**B.2.2** El espesor "B" de todas las muestras debe ser de 25 mm. Para cualquier sección de la cabeza de carril, la anchura de la muestra "W" debe ser la máxima posible entre:

40 mm;

45 mm;

50 mm.

**B.3 Número de ensayos**

Se debe realizar un mínimo de 5 ensayos con cada muestra.

**B.4 Condiciones de ensayo<sup>1)</sup>**

**B.4.1** La prefisuración de fatiga debe efectuarse en un intervalo de temperaturas de + 15 °C a + 25 °C, utilizando una relación de tensiones que esté en el intervalo  $> 0 < + 0,1$ . La prefisuración debe realizarse a una frecuencia cíclica comprendida entre 15 Hz y 120 Hz. La relación entre la longitud final de la fisura y la anchura de la muestra debe estar entre 0,45 y 0,55 y, durante la formación de los últimos 1,25 mm de fisura,  $K_{máx.}$  debe estar entre 18 MPa  $m^{1/2}$  y 22 MPa  $m^{1/2}$ .

**B.4.2** A la muestra entallada se debe cargar con control de deformaciones en tres puntos de flexión siendo la distancia (S) igual a cuatro veces la anchura (W) de la probeta.

**B.4.3** Los ensayos deben realizarse a una temperatura de ensayo comprendida entre - 20 °C y  $\pm 2$  °C. La temperatura de la muestra debe medirse utilizando un termopar soldado por puntos sobre la probeta en la posición indicada en la figura B.2.

**B.5 Análisis de los datos de ensayo**

**B.5.1** El cálculo de  $K_Q$  debe hacerse según la Norma ASTM E399. Los controles para establecer si este valor es un  $K_{IC}$  válido deben estar de acuerdo con lo indicado en la Norma ASTM E399, salvo para los requisitos expresados en los apartados B.5.2 a B.5.6.

1) Se recomienda utilizar la entalladura en espiga de la Norma ASTM E399 para evitar problemas de curvatura del frente de fisura.

Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

Ing. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA

Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



**B.5.2**  $P_{m\acute{a}x}/P_Q$  debe ser menor que 1,10 para curvas carga-apertura de la grieta cuando la fractura no se produce antes de la intersección de la curva con la recta secante del 95%. No debe haber otro criterio  $P_{m\acute{a}x}/P_Q$  para otros tipos de curvas.

**B.5.3** La linealidad de curvas carga-apertura de la grieta Ia, Ib, IIa y III (véase la figura B.3) debe controlarse del siguiente modo.

Se mide la distancia ( $v_1$ ) entre la tangente OA y la curva carga-apertura de la grieta a una fuerza constante de  $0,8 P_Q$ . Se mide la distancia ( $v$ ) entre la tangente OA y la curva carga-apertura a una fuerza constante de  $P_Q$ . Para que el resultado de un ensayo sea válido  $v_1 \leq 0,25 v$ .

**B.5.4** La linealidad de las curvas carga-apertura de la grieta de la grieta IIb y IIc (véase la figura B.3) debe controlarse del siguiente modo.

Se mide la distancia entre la tangente OA y la curva carga-apertura de la fractura a fuerza constante de  $0,8 P_Q$  y  $P_Q$ , registrando estos valores como  $v_1$  y  $v$  respectivamente.

Se miden los valores de ensanchamiento de la fractura que se producen hasta  $P_Q$ ; para ello se mide la distancia horizontal recorrida a lo largo del eje de desplazamiento entre el inicio y el fin de cada grieta. Se suman las distancias correspondientes a las fracturas que ocurren por debajo de  $0,8 P_Q$  y a las que se producen entre  $0,8 P_Q$  y  $P_Q$ , registrándolos como  $\Sigma v_{1pi}$  y  $\Sigma v_{pi}$  respectivamente.

Para que el resultado del ensayo sea válido:  $[v_1^* - \Sigma v_{1pi}] \leq 0,25 [v^* - (\Sigma v_{pi} + \Sigma v_{1pi})]$ .

**B.5.5** El criterio de linealidad no puede aplicarse a la curva carga-desplazamiento de la apertura de la boca de la grieta IV.

**B.5.6** Para todas las curvas carga-apertura de la grieta, el valor de  $K_Q$  debe someterse al control de validez según el cual el espesor (B) de la probeta y la longitud de la grieta (a) son mayores o iguales a  $2,5 (K_Q/R_{p0,2})^2$ , donde  $R_{p0,2}$  es el 0,2% del límite elástico a una temperatura de ensayo de rotura de  $-20^\circ\text{C}$ .

## B.6 Informe de los resultados

Se deben registrar todas las mediciones requeridas para calcular el resultado del ensayo y mostrar que sus condiciones han sido las especificadas en el procedimiento de ensayo.

Todos los resultados deben incluirse en el informe bien como valores  $K_{Ic}$ , valores  $K_Q^*$  o valores  $K_Q$ ; donde los valores  $K_Q^*$  son aquellos valores  $K_Q$  que no han cumplido los criterios de validez debido a por lo menos una de las siguientes causas:

- 1)  $P_{m\acute{a}x}/P_Q > 1,1$ ;
- 2) se excede el criterio de  $2,5 (K_Q/R_{p0,2})^2$ ;
- 3) relación entre carga y desplazamiento.

Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Via  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

ING. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA

Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado


Se deben registrar la media y la desviación típica de los resultados de  $K_{Ic}$  y  $K_Q^*$ . Para cada grado de acero de carril sometido a ensayo, estos resultados se deben introducir en una tabla con la siguiente información:

Grado de acero	0,2% Límite elástico a - 20 °C (MPa)	Media $K_{Ic}$ (MPa m <sup>1/2</sup> )	Número de resultados $K_{Ic}$	Desviación típica de la muestra (MPa m <sup>1/2</sup> )	Media $K_Q$ (MPa m <sup>1/2</sup> )	Número de resultados $K_Q$	Desviación típica de la muestra (MPa m <sup>1/2</sup> )


El valor que tiene que utilizarse para los criterios de aceptación es la media de  $K_{Ic}$  y debe basarse en un mínimo de cinco valores de  $K_{Ic}$ .

Cuando no se han obtenido cinco valores de  $K_{Ic}$ , todos los valores de  $K_Q^*$  se deben incluir con los de  $K_{Ic}$  al calcular la media que se utilice para los criterios de aceptación. En este caso, debe contarse al menos con diez resultados de ensayo.

Todos los valores de  $K_{Ic}$  y  $K_Q^*$  deben ser superiores al valor mínimo especificado en la tabla 2.

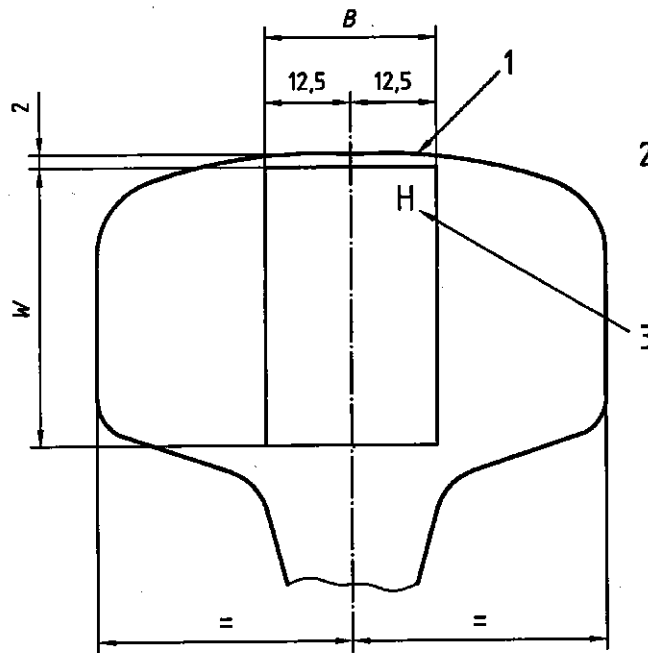
  
 Ing. Luis Alberto Díaz  
 Coordinador Genl. Vía  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

  
 Ing. ARTURO FRENCIA  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

  
 Lic. Juan Pablo Chain  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



Medidas en milímetros



Leyenda

- 1 Entalladura mecanizada en esta cara
- 2 Sección de la cabeza de carril
- 3 Letra "H" que se tiene que estampar en la cara extrema de la muestra tal y como se indica

$B = 25$

$W =$  Véase B.2.2

Para las demás medidas de la muestra, véase la Norma ASTM E399

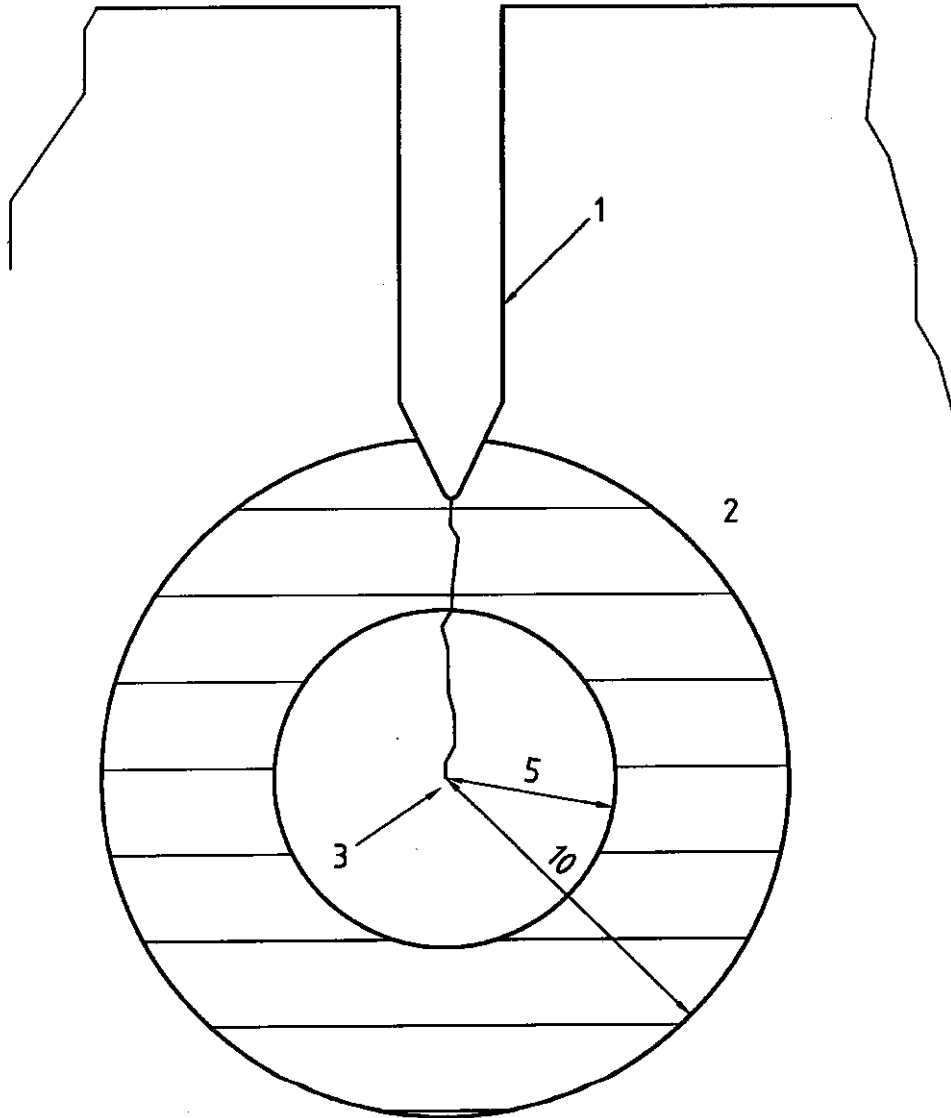
Figura B.1 – Posición y sección de las muestras para el ensayo de resistencia a la fisuración

*[Signature]*  
**Ing. Luis Alberto Díaz**  
 Coordinador Gral. Vía  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

*[Signature]*  
**Ing. ARTURO FRENCIA**  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

*[Signature]*  
**Lic. Juan Pablo Chain**  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

Medidas en milímetros



Leyenda

- 1 Entalladura
- 2 Termopar a colocar en la zona rayada
- 3 Extremo de la fisura de fatiga

Figura B.2 – Posición del termopar en muestras de resistencia a la fisuración

*[Signature]*

Ing. Luis Alberto Díaz  
 Coordinador Gral. Vis  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

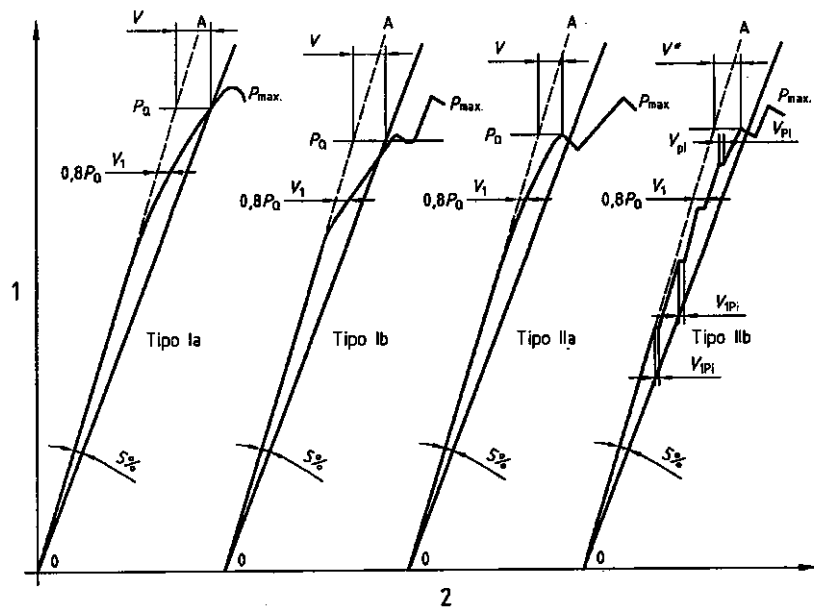
*[Signature]*

JRO ARTURO FRENCIA  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

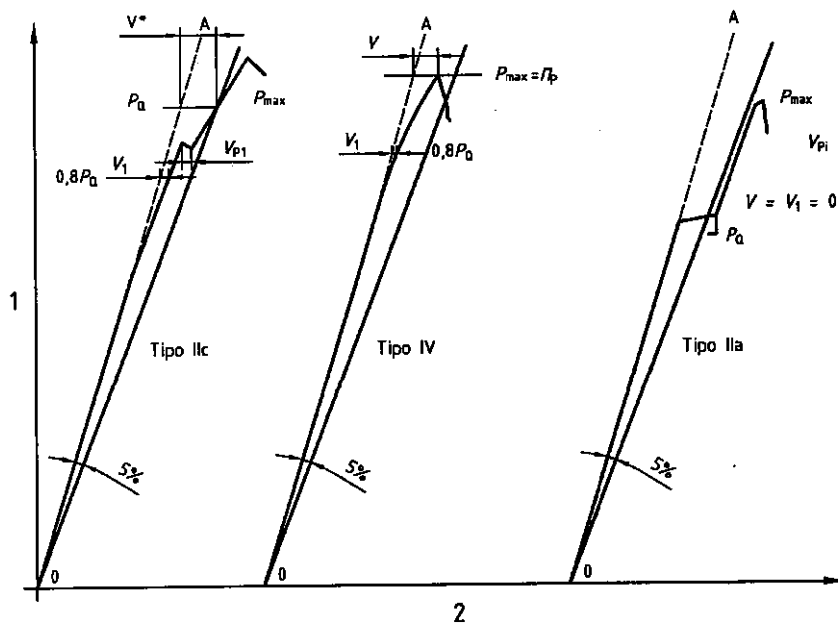
*[Signature]*

Lic. Juan Pablo Chaín  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



Leyenda

- 1 Fuerza, P
- 2 Desplazamiento de la fisura (v)



Leyenda

- 1 Fuerza, P
- 2 Desplazamiento de la fisura (v)

Lic. Juan Pablo Chain  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del E

Figura B.3 – Curvas de carga. Desplazamiento de la fisura

*[Signature]*  
 Ing. Luis Alberto Díaz  
 Coordinador Gral. Vía  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

*[Signature]*  
 Ing. ARTURO FRENCIA  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA





## ANEXO C (Normativo)

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE TENSIONES RESIDUALES LONGITUDINALES  
EN LA SUPERFICIE DEL PATÍN

## C.1 Procedimiento

Las tensiones residuales deben estimarse empezando por fijar un extensómetro eléctrico en la superficie inferior del patín. La superficie a la que está unido debe aislarse progresivamente del carril, y entonces se deben utilizar las tensiones que se han relajado para estimar las tensiones que se han aliviado, considerando las tensiones residuales originales como estos valores, pero con signo opuesto.

## C.2 Extensómetros y su emplazamiento

Se deben utilizar extensómetros eléctricos de tipo encapsulado, de 3 mm de longitud, con una precisión del coeficiente extensométrico superior al  $\pm 1\%$ .


El extensómetro debe fijarse a la superficie del patín del carril para medir la tensión longitudinal en las posiciones que se muestran en la figura C.1. La superficie del patín debe prepararse y el extensómetro se debe fijar de acuerdo con las recomendaciones de su fabricante.

Ninguna preparación superficial debe conllevar un cambio de los esfuerzos residuales en el patín del carril.


NOTA El extensómetro debería situarse en el centro de la muestra del carril de 1 m de longitud preparada al efecto.

Se deben tomar lecturas de los extensómetros. Mientras se enfría el carril para mantenerlo a una temperatura constante, se deben realizar dos cortes con sierra que extraigan una sección de 20 mm de espesor en el centro de la longitud del carril (figura C.2). Se debe efectuar posteriormente una segunda serie de mediciones.

Las tensiones residuales deben calcularse a partir de las diferencias entre la primera y segunda serie de deformaciones multiplicando por  $2,07 \times 10^5$  MPa.



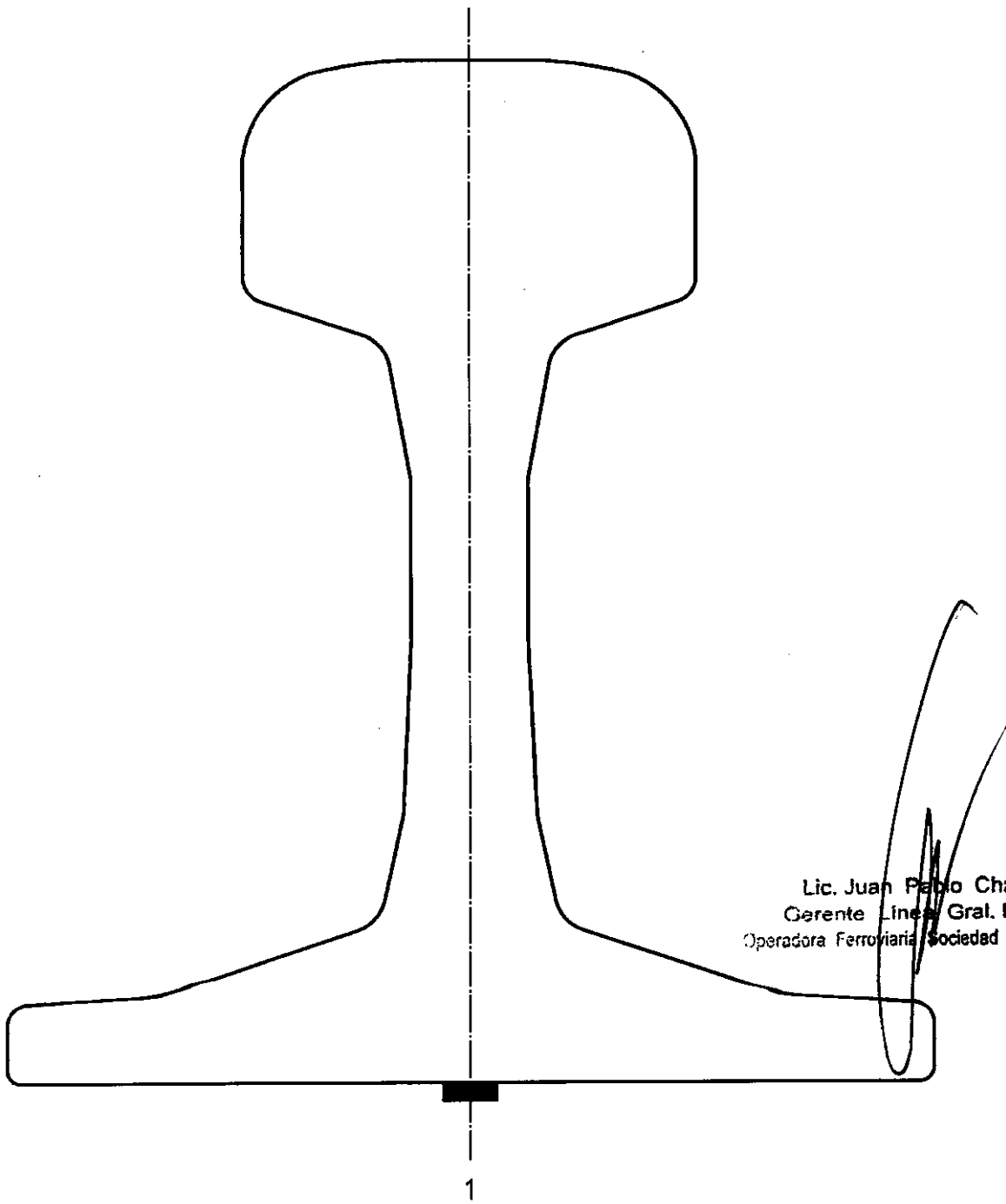
Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA



Lic. Juan Pablo Cháin  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



ING. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA

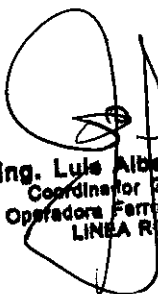


Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

Leyenda

1 Extensómetro

Figura C.1 – Posición del extensómetro para medir las tensiones residuales longitudinales en la superficie del patín

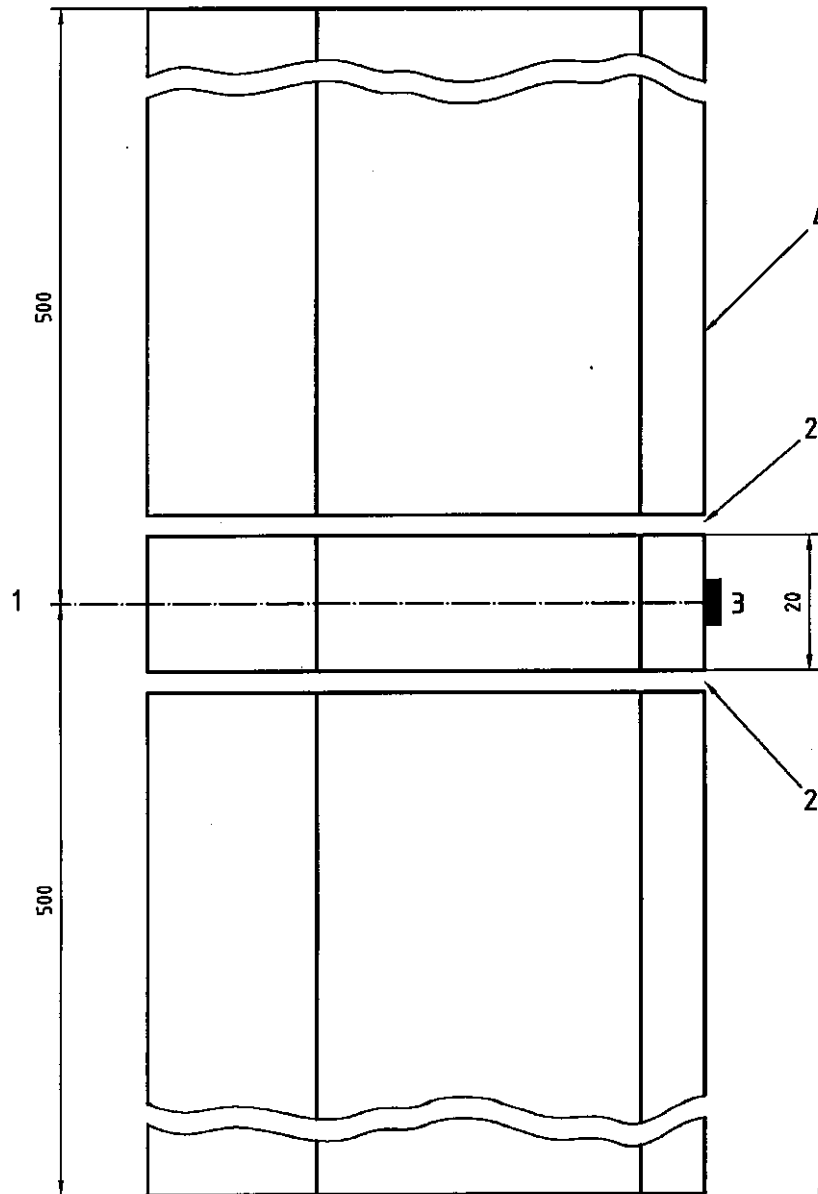
  
Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

  
ING. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA



Medidas en milímetros



Leyenda

- 1 Eje
- 2 Corte con sierra
- 3 Extensómetro
- 4 Patín del carril

Lic. Juan Pablo Chain  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria/Sociedad del Estado

Figura C.2 – Corte realizado en el carril

*[Signature]*  
 Ing. Luis Alberto Díaz  
 Coordinador Genl. Vía  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

*[Signature]*  
 Ing. ARTURO FRENCIA  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA



**ANEXO D (Normativo)**  
**IMPRONTAS MACROGRÁFICAS**

Las imágenes macrográficas presentadas en este anexo se resumen en la tabla D.1.

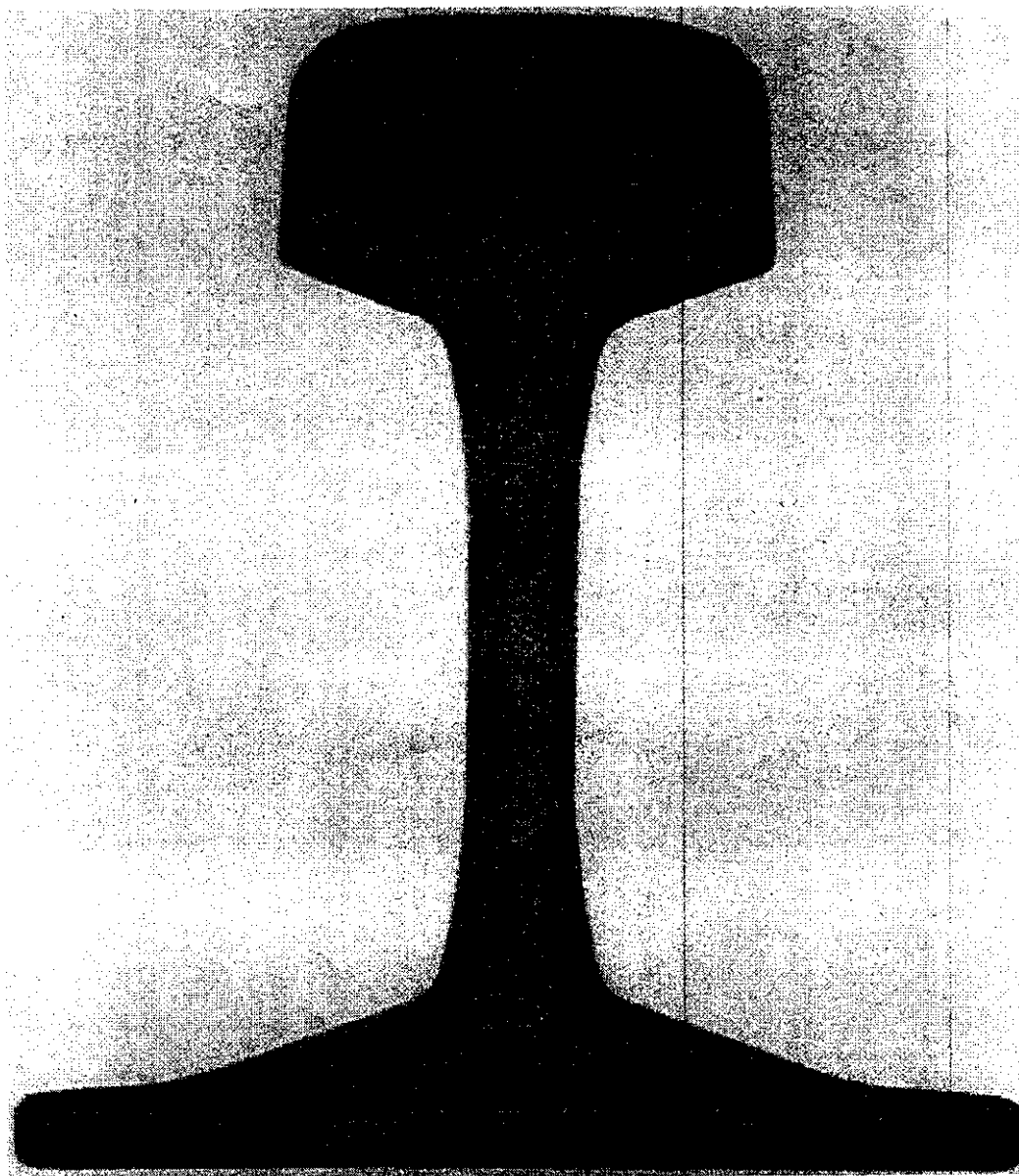
**Tabla D.1 – Inspección macrográfica**

Figura	Inspección macrográfica	Clasificación
D.1	Perfecta	Aceptable
D.2	Ligera segregación positiva y negativa	
D.3	Segregación negativa en el alma	
D.4	Ligera segregación positiva	
D.5	Estructura dendrítica	
D.6	Segregación en puntos sobre toda la sección	
D.7	Zona de segregación negativa debida a la agitación electromagnética	
D.8	Borde negativo	No aceptable
D.9	Segregación positiva a partir de grietas internas en caliente en los blooms	Véase la figura D.9
D.10	Punteado interno	No aceptable
D.11	Doble segregación positiva en el alma	
D.12	Segregación central en el alma que se extiende a la cabeza o al patín	
D.13	Diagrama esquemático que define la extensión de una segregación admisible en el alma	Véase la figura D.13

**Ing. Luis Alberto Díaz**  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

**Lic. Juan Pablo Chain**  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

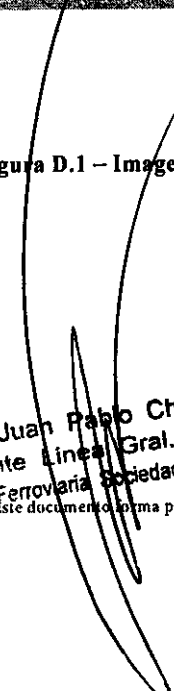
**Ing. ARTURO FRENCIA**  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA



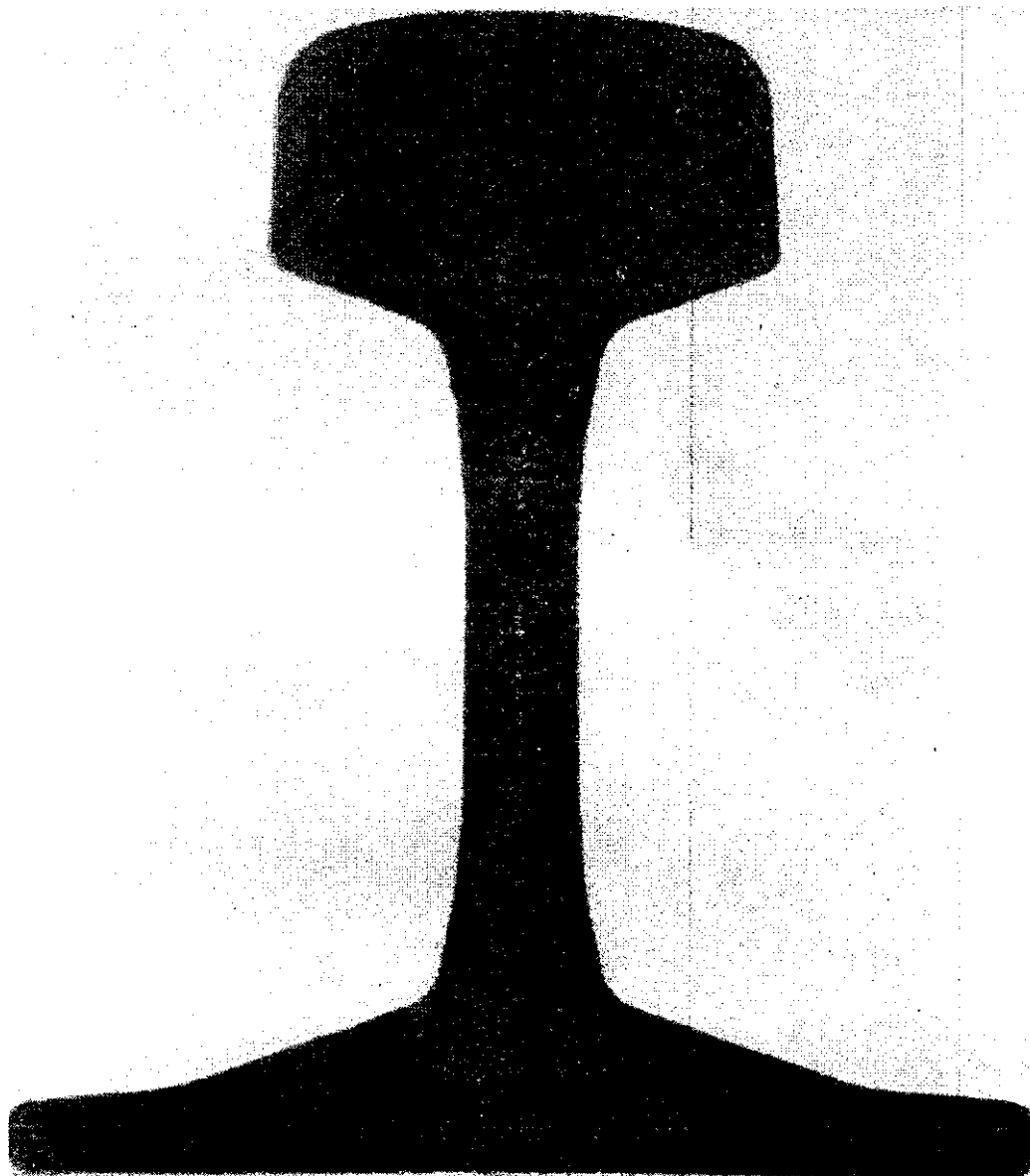
Clasificación: aceptable

Figura D.1 – Imagen macrográfica perfecta

  
Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

  
Lic. Juan Pablo Chaín  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

  
Ing. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA




Clasificación: aceptable

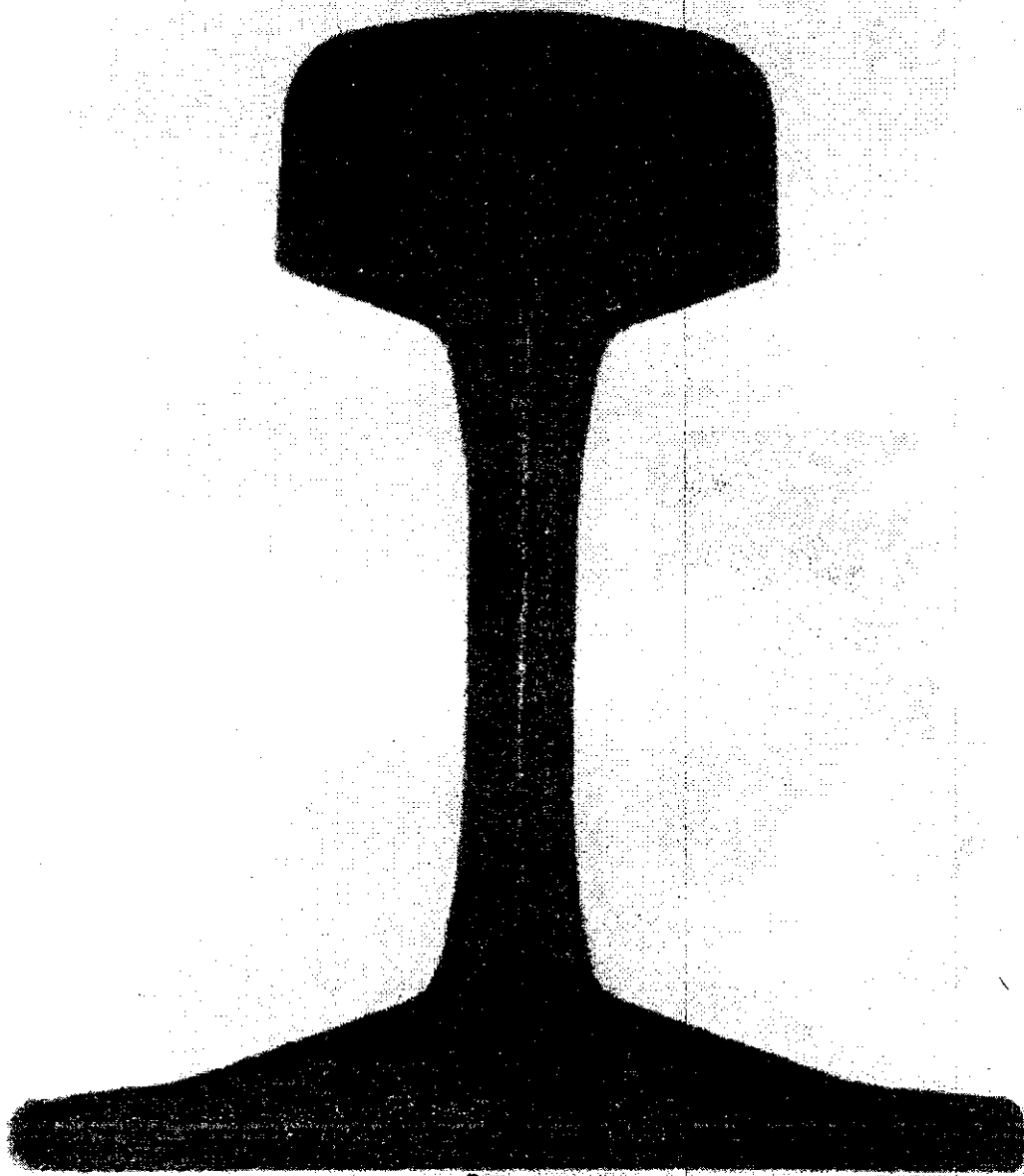
Figura D.2 – Ligera segregación positiva y negativa

  
Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

  
Ing. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA

Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

  
Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



Clasificación: aceptable

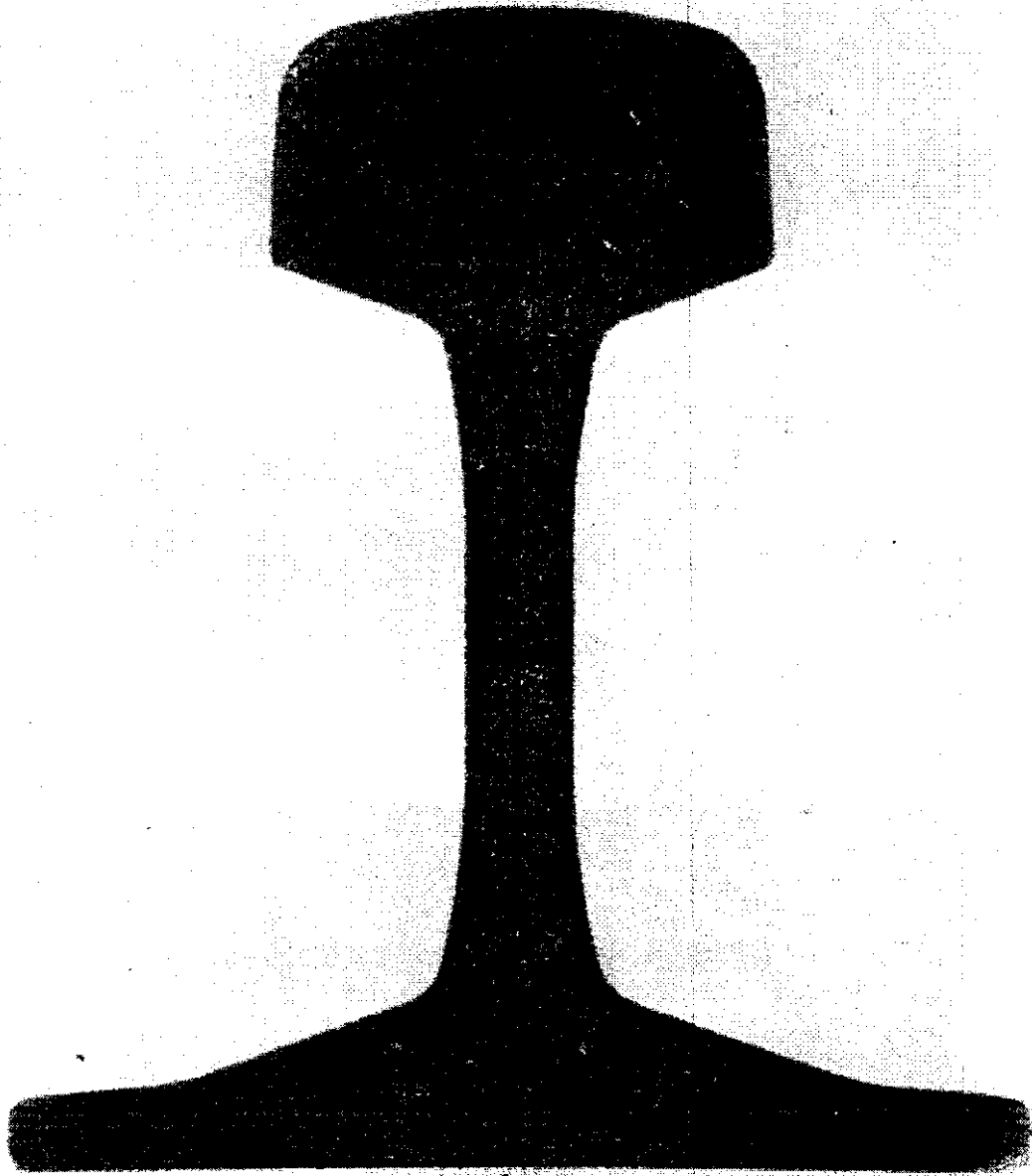
Figura D.3 – Segregación negativa en el alma

  
Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

  
ING. ARTURO FRENCIA  
GERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA


Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

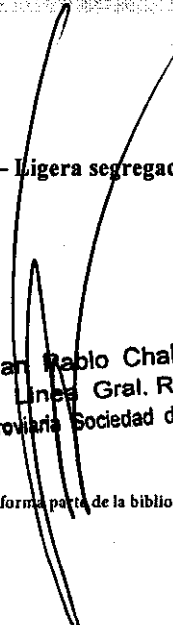
Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



Clasificación: aceptable

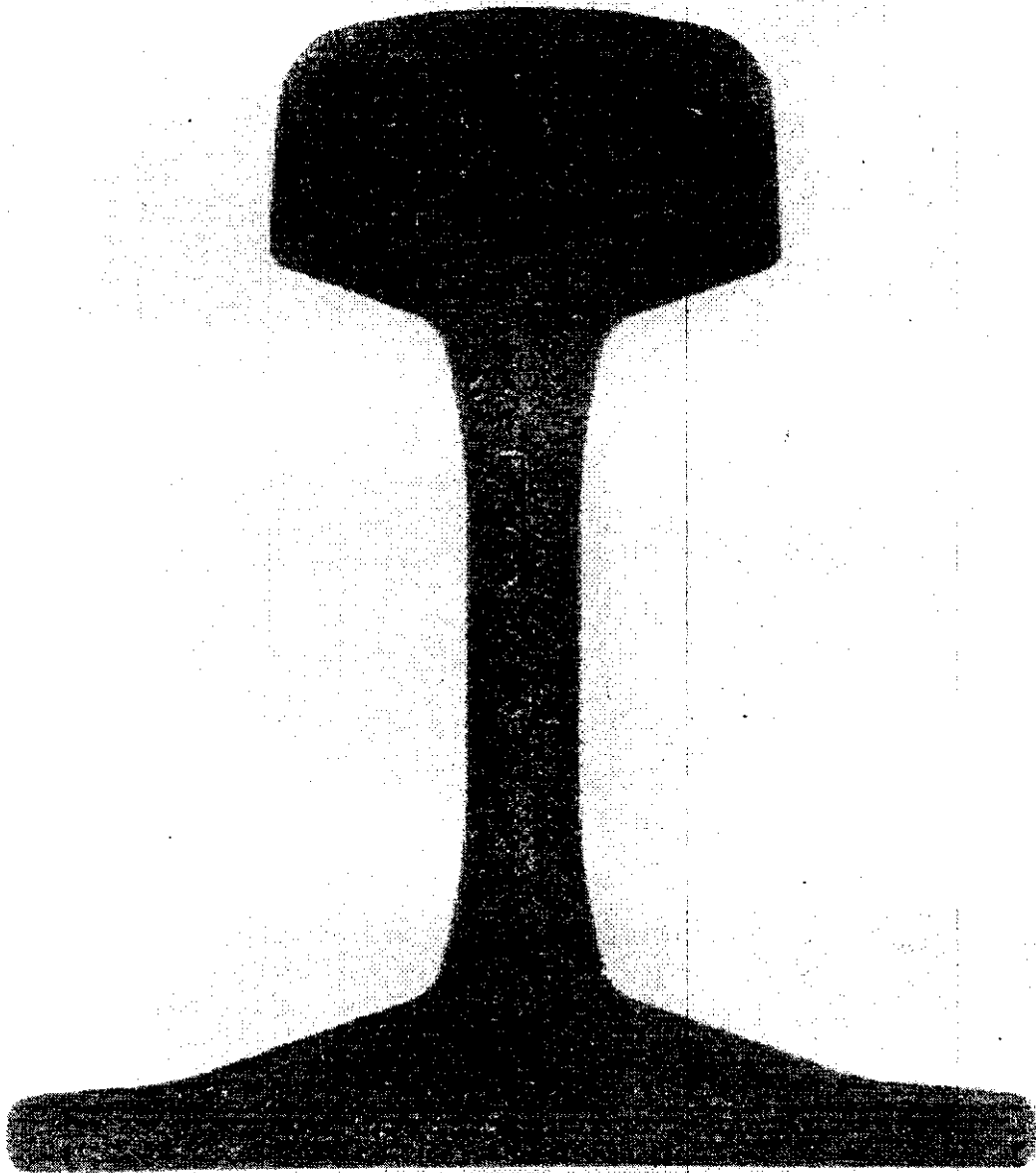
Figura D.4 – Ligera segregación positiva

  
**Ing. Luis Alberto Díaz**  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

  
**Lic. Juan Pablo Chain**  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado


  
**Ing. ARTURO FRENCIA**  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA

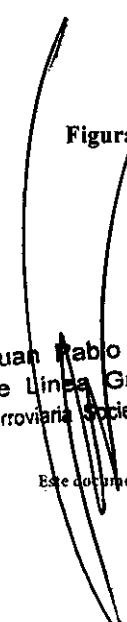


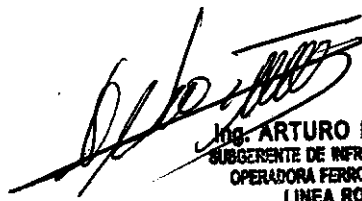


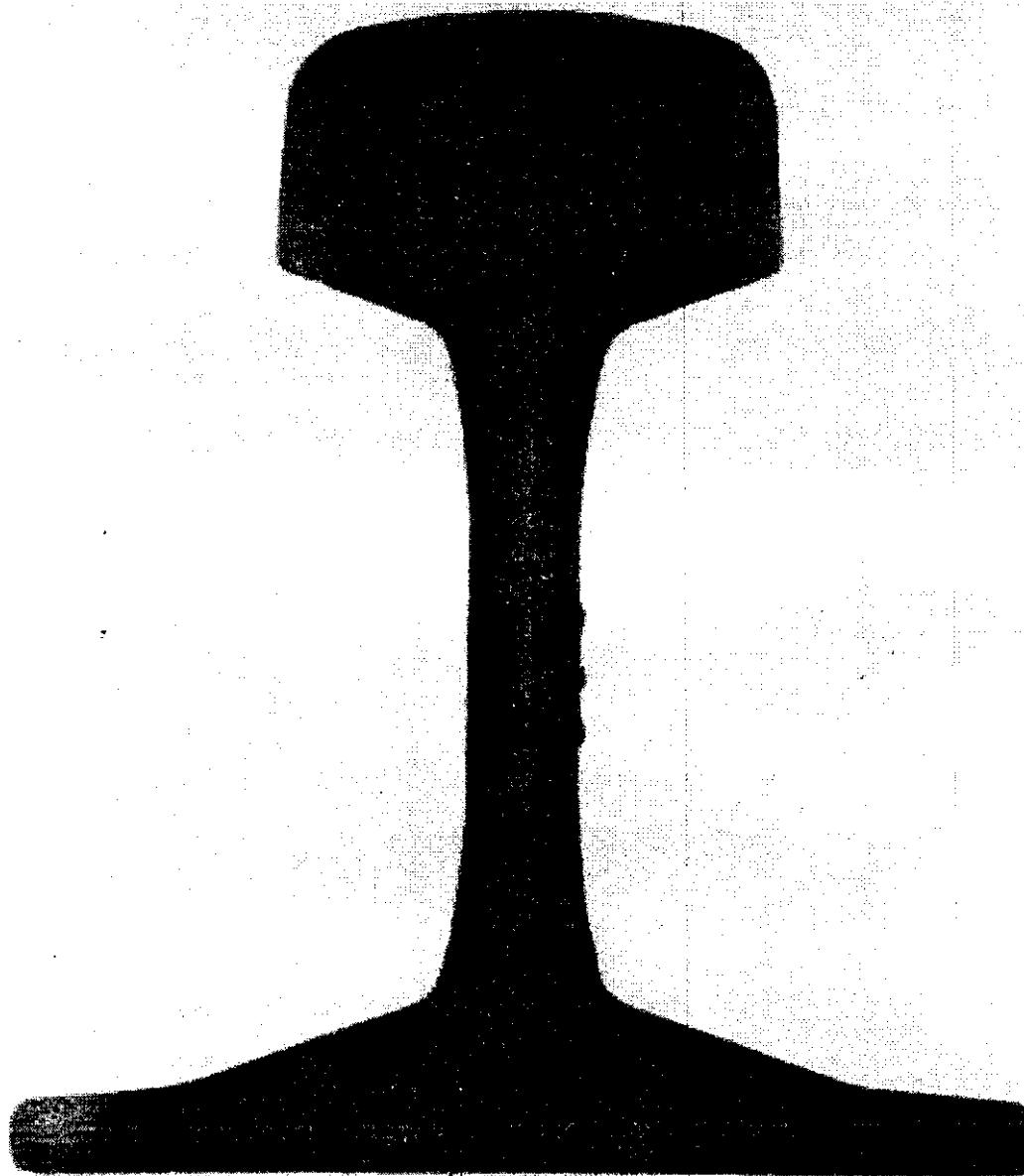
Clasificación: aceptable

Figura D.5 – Estructura dendrítica

  
Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

  
Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

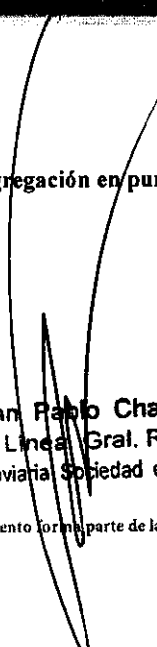
  
Ing. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA

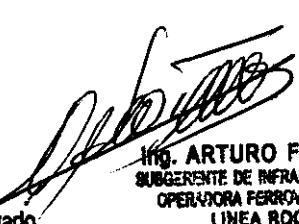


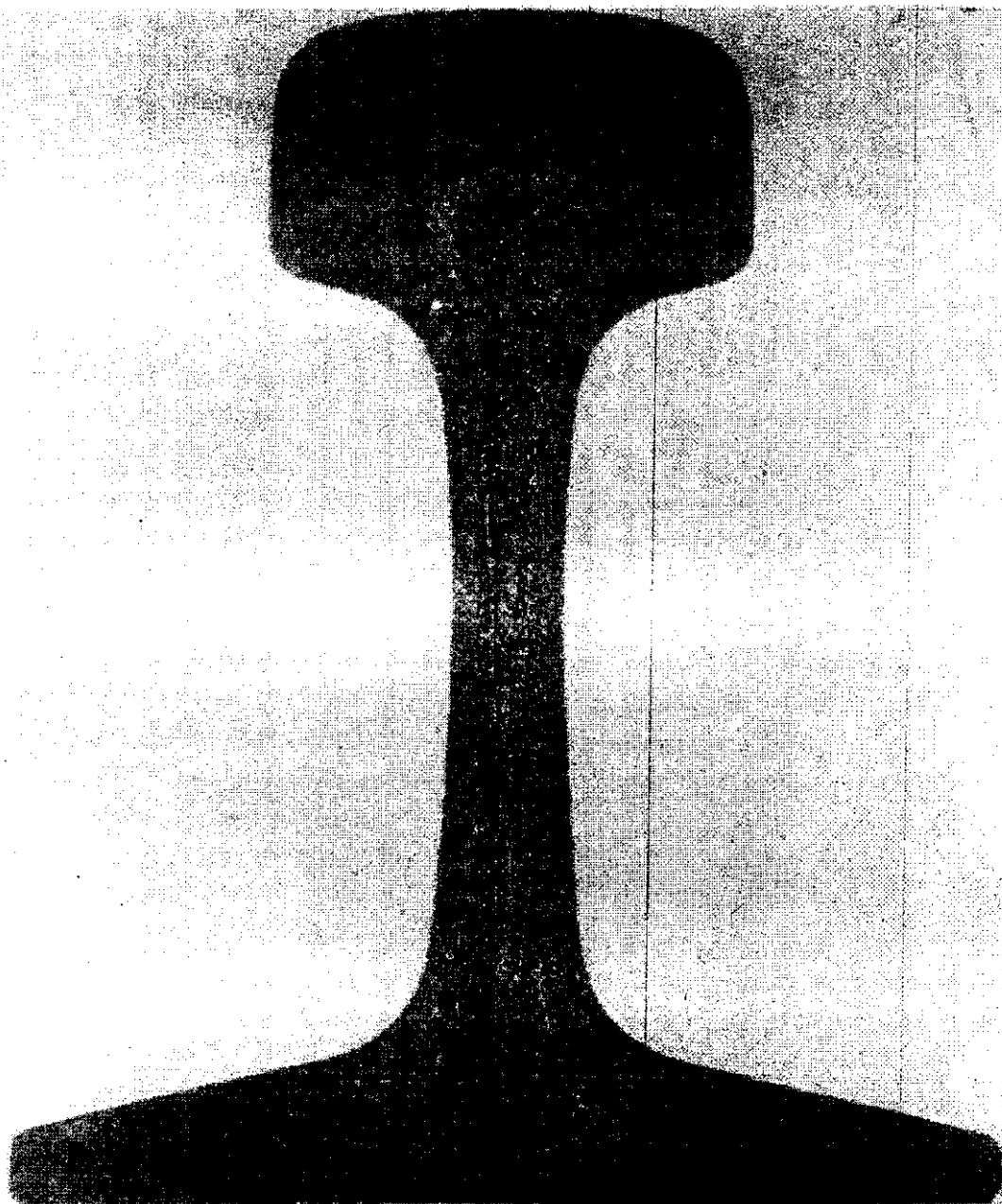
Clasificación: aceptable

Figura D.6 – Segregación en puntos sobre toda la sección

  
Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

  
Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

  
Ing. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA



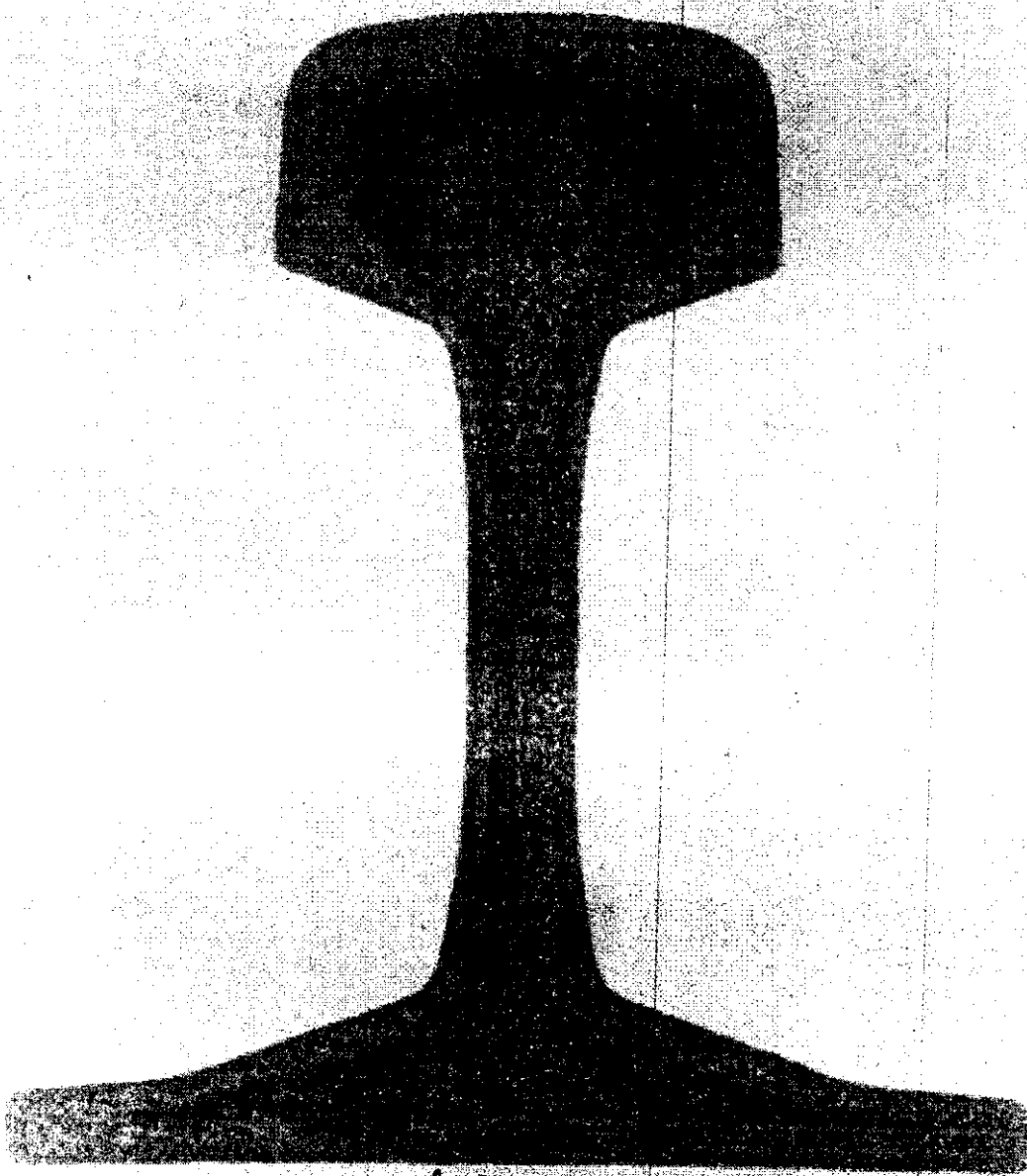
Clasificación: aceptable

Figura D.7 – Zona de segregación negativa debida a la agitación electromagnética

  
Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Via  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA


Lic. Juan Pablo Chaín  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

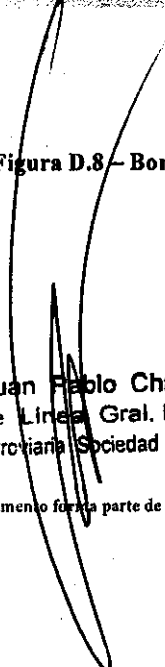
  
Ing. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA



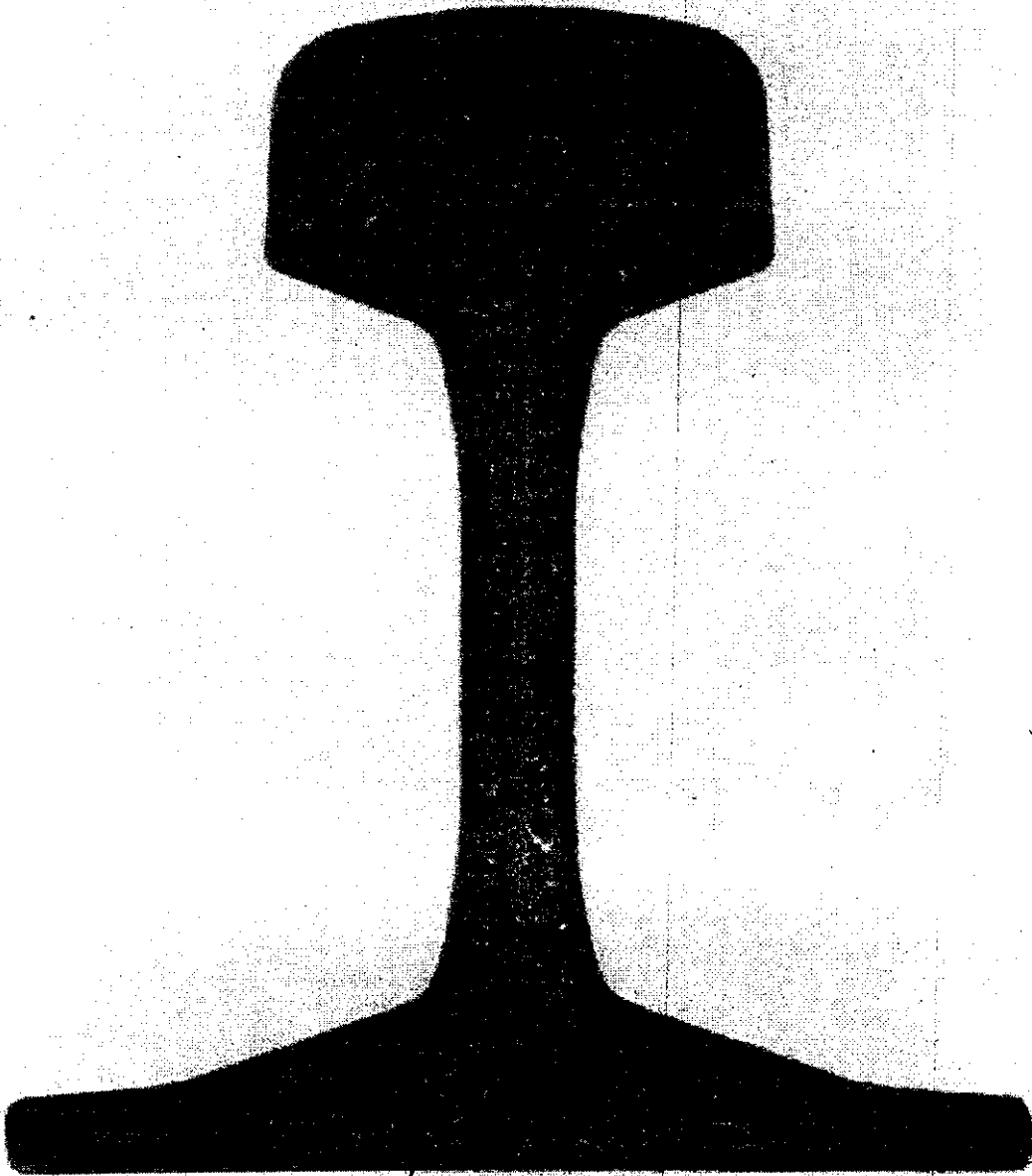
Clasificación: no aceptable

Figura D.8 - Borde negativo

  
Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

  
Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado


  
Ing. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA



Clasificación: aceptable para una longitud de grieta < 5 mm para materiales no tratados térmicamente, y < 3 mm para materiales tratados térmicamente

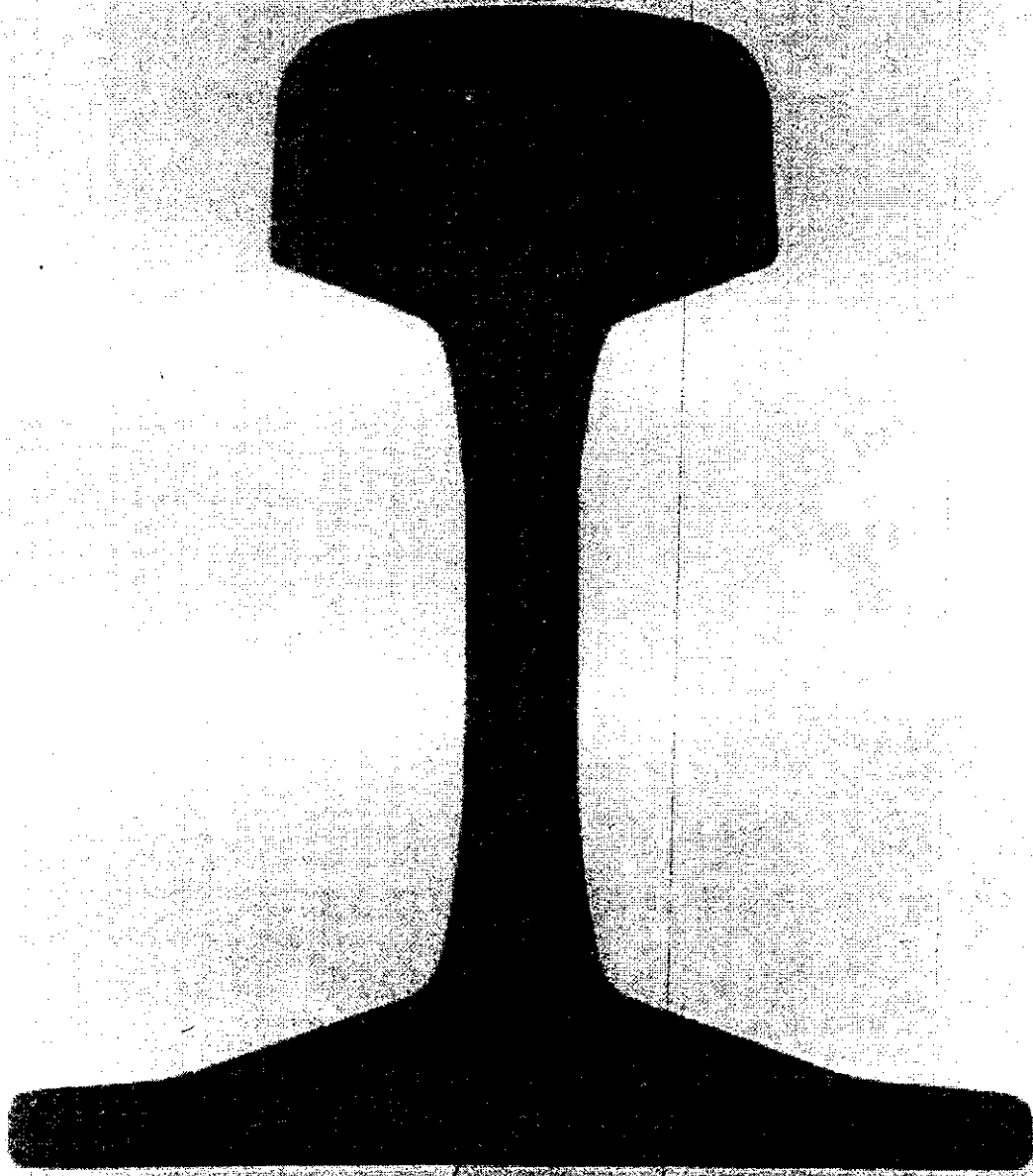
aceptable para la suma de longitudes de grietas individuales < 10 mm

Figura D.9 – Segregación positiva a partir de grietas internas en caliente en los blooms

  
Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA


Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado


  
Ing. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA




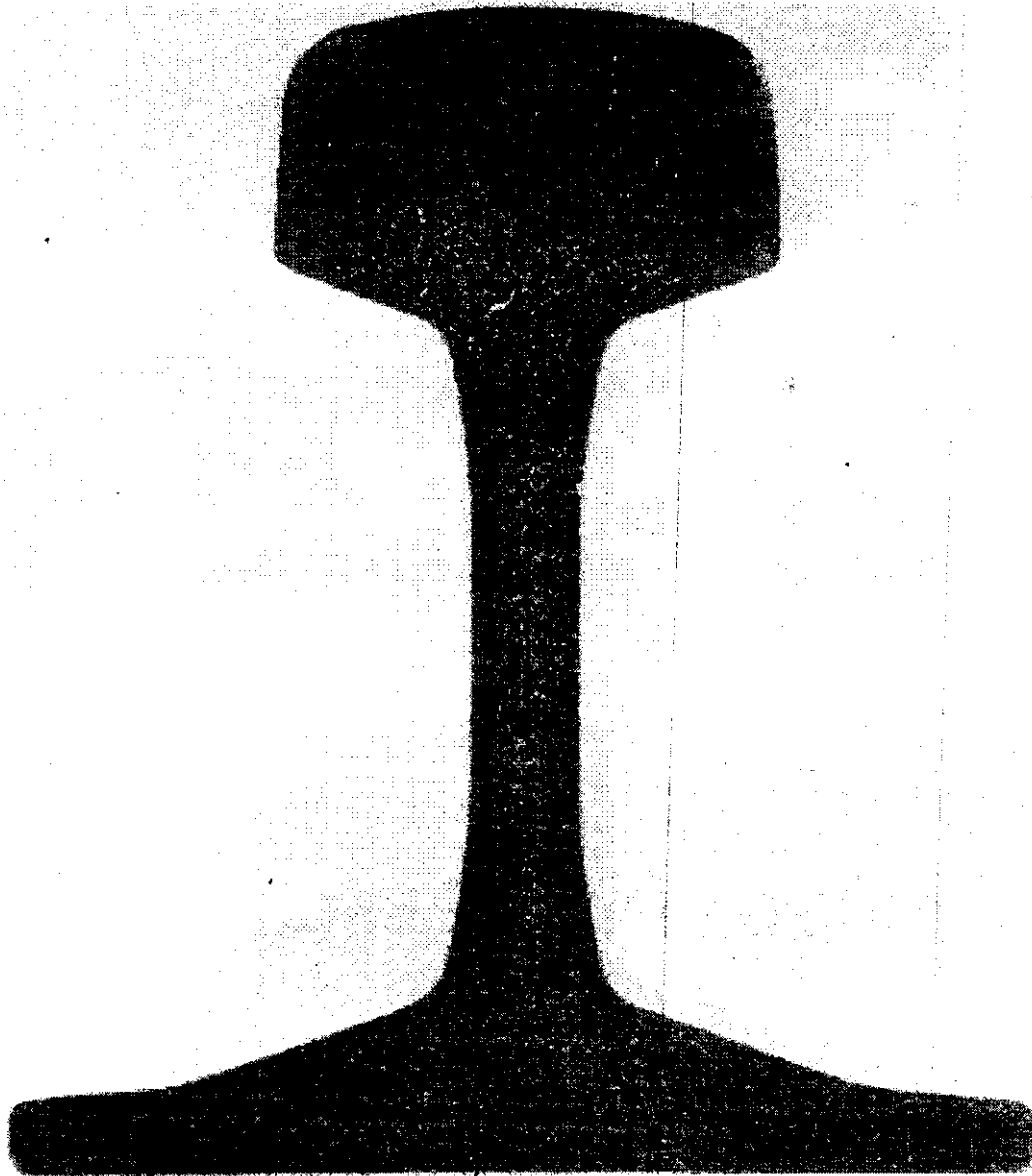
Clasificación: no aceptable

Figura D.10 – Picaduras internas

  
Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Via  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA


  
Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

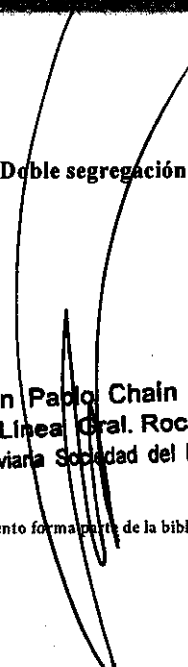
  
Ing. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA




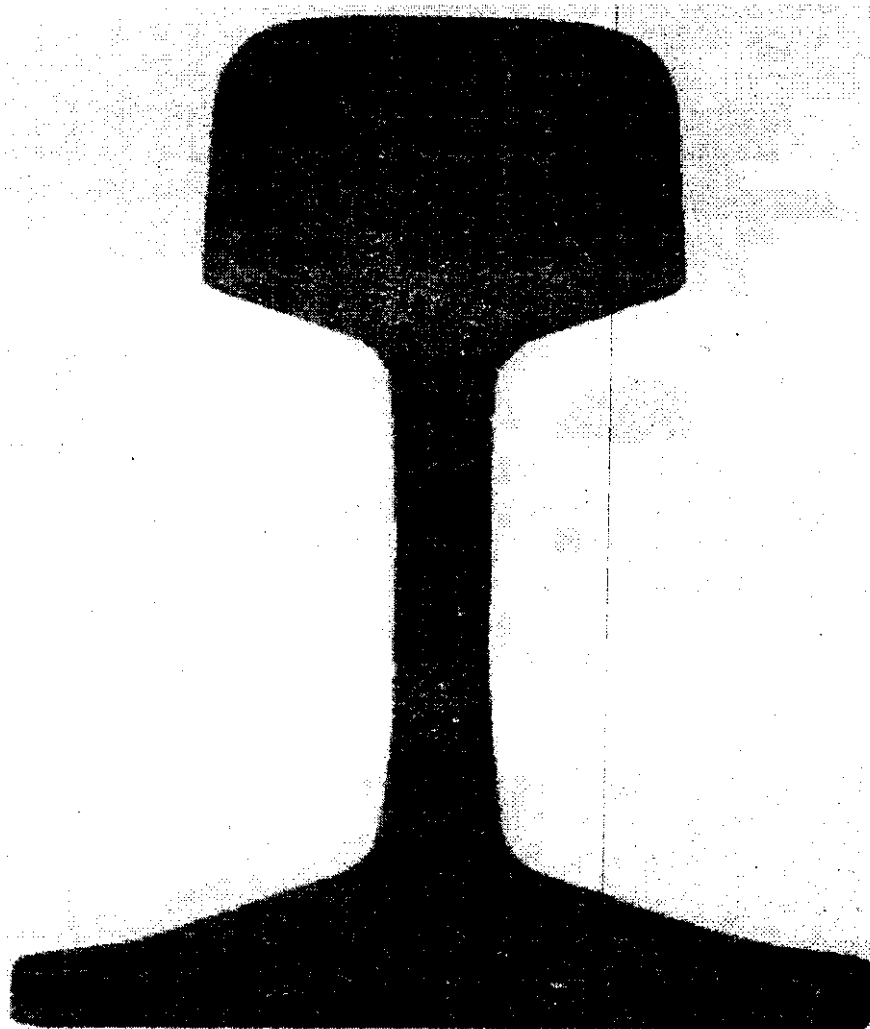
Clasificación: no aceptable

Figura D.11 – Doble segregación positiva en el alma

  
Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA


  
Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

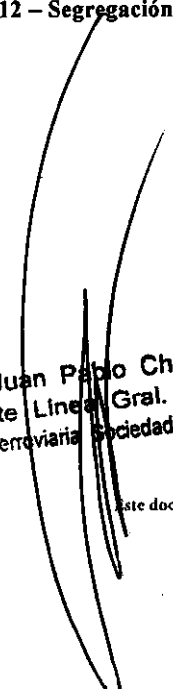
  
Ing. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA

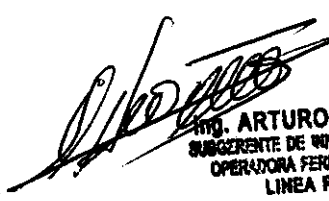


Clasificación: no aceptable

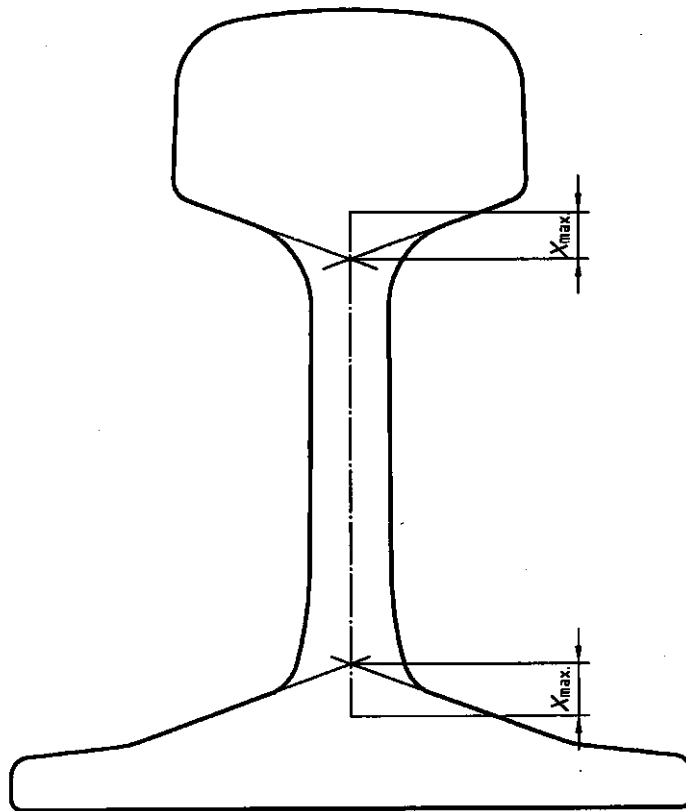
Figura D.12 – Segregación central en el alma que se extiende a la cabeza o al patín

  
Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Genl. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

  
Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado


  
ING. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA






Clasificación: segregación central en el alma que se extiende a la cabeza o al patín no aceptable por encima de un valor  $X_{m\acute{a}x.}$  de 15 mm.

Figura D.13 – Diagrama esquemático que define la extensión de la segregación admisible en el alma

  
Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

  
ING. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA

Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado




**ANEXO E (Normativo)**  
**PLANTILLAS DE PERFIL Y TALADRO**


Las plantillas de fabricación especificadas en el apartado 9.3 se muestran en las figuras indicadas en la tabla E.1.

**Tabla E.1 – Lista de figuras**

Figura E.1	Datos de referencia para tolerancias
Figura E.2	Datos de referencia para la decisión
Figura E.3	Altura del carril
Figura E.4	Perfil de la cabeza
Figura E.5	Anchura de la cabeza de carril
Figuras E.6 y E.7	Asimetría
Figura E.8	Altura (HF) de embridado
Figura E.9	Espesor del alma
Figura E.10	Anchura del patín
Figura E.11	Espesor del ala del patín
Figuras E.12 y E.13	Gálibos para taladro

  
Ing. Luis Alberto Diaz  
Coordinador Gral. Via  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

  
Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

  
Ing. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA

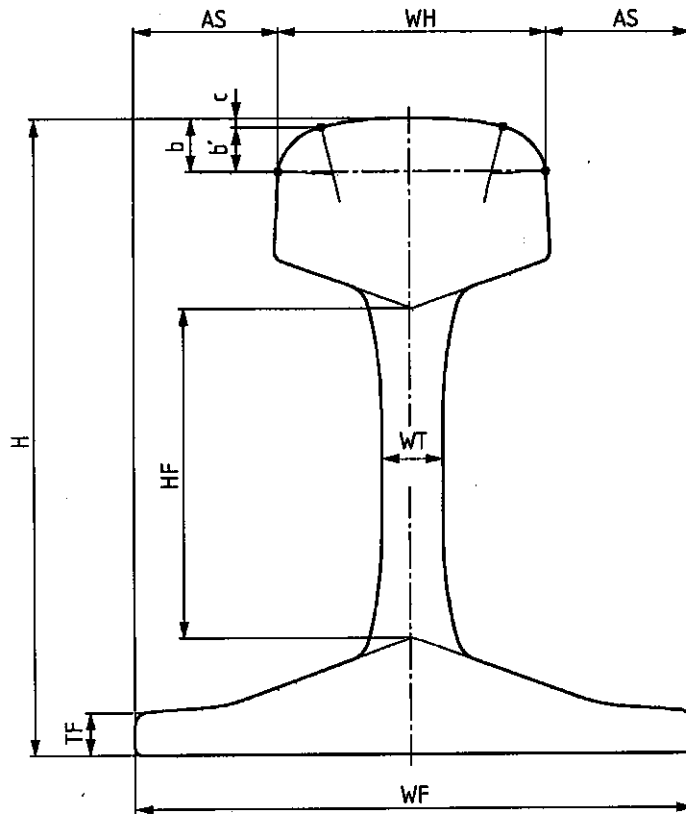

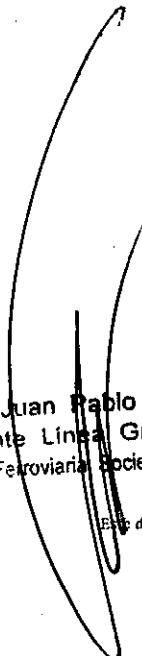
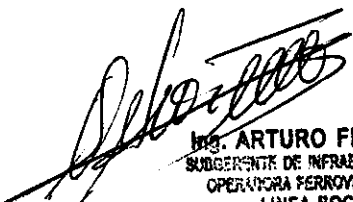
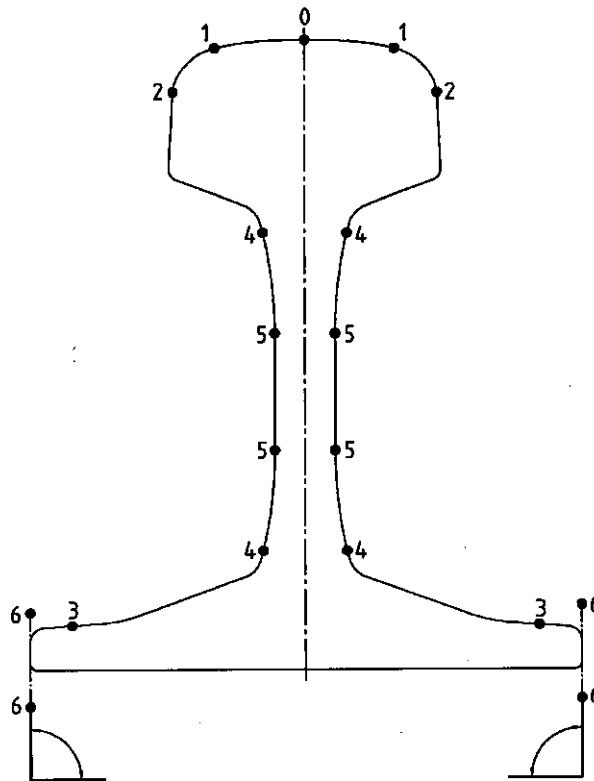


Figura E.1 – Datos de referencia para las tolerancias (véanse la tabla 7 y la figura A.24)

  
Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

  
Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

  
Ing. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA



Dato	Referencia	Figura N.º
0	- Altura - no debe + debe pasar	E.3
0	- Perfil de la cabeza - debe + no debe dejar pasar la galga	E.4
1	- Anchura de cabeza de carril - no debe + debe tocar	E.5
2	- Asimetría de carril - no debe + debe tocar	E.6, E.7
4, 5	- Altura de la zona de embridado - debe + no debe tocar	E.8
5	- Espesor del alma - no debe + debe pasar	E.9
3, 6	- Espesor del patín	E.11
	no debe tocar el alma + debe estar en el $\pm$ rango	E.11
6	- Anchura del patín - no debe + debe pasar	E.10

Figura E.2 - Datos de referencia para la decisión

*Luis Alberto Díaz*  
 Ing. Luis Alberto Díaz  
 Coordinador Gral. Vía  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

*Juan Pablo Chain*  
 Lic. Juan Pablo Chain  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

*Arturo Frenca*  
 Ing. ARTURO FRENCIA  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

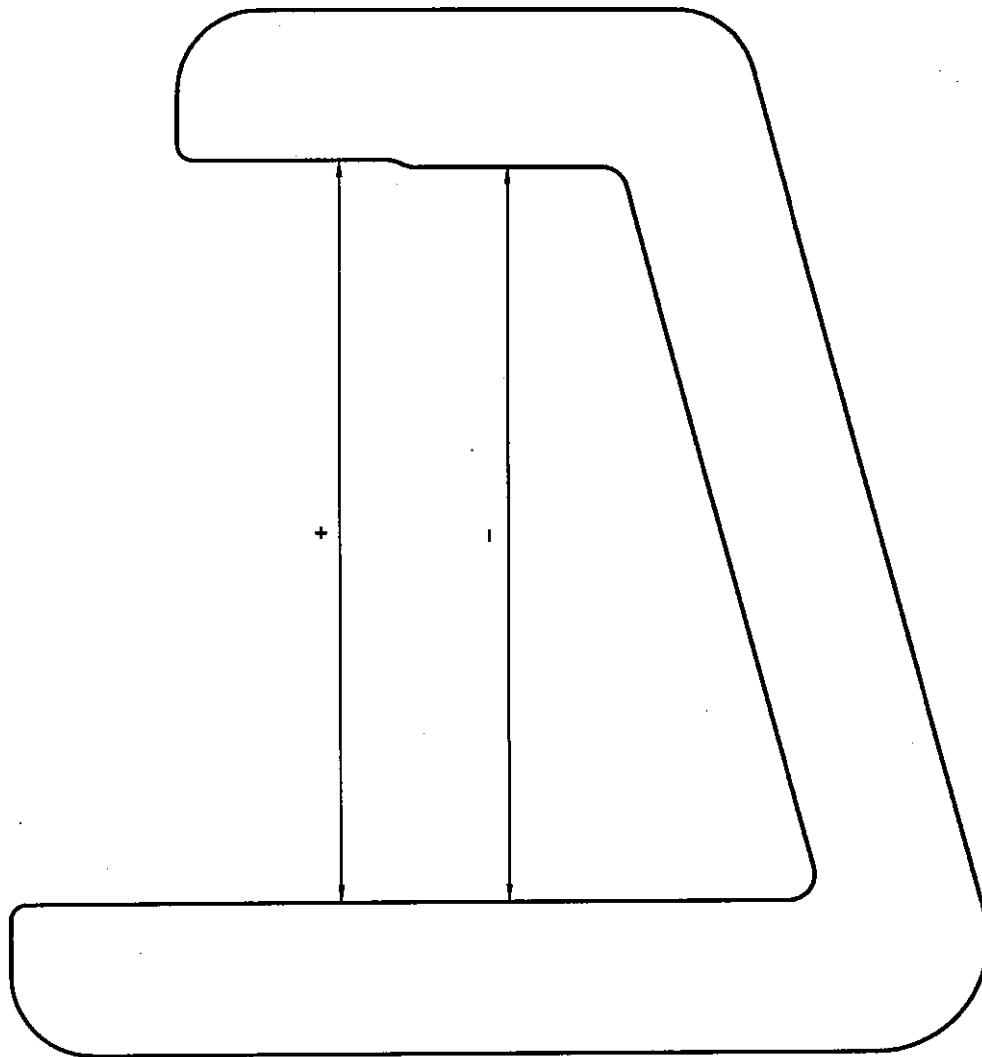
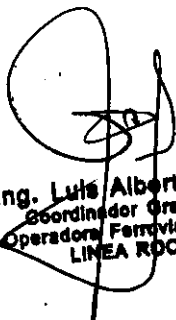
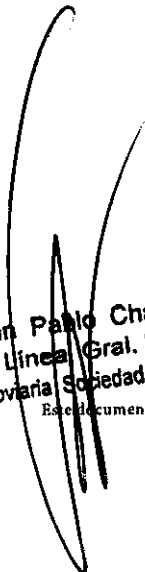
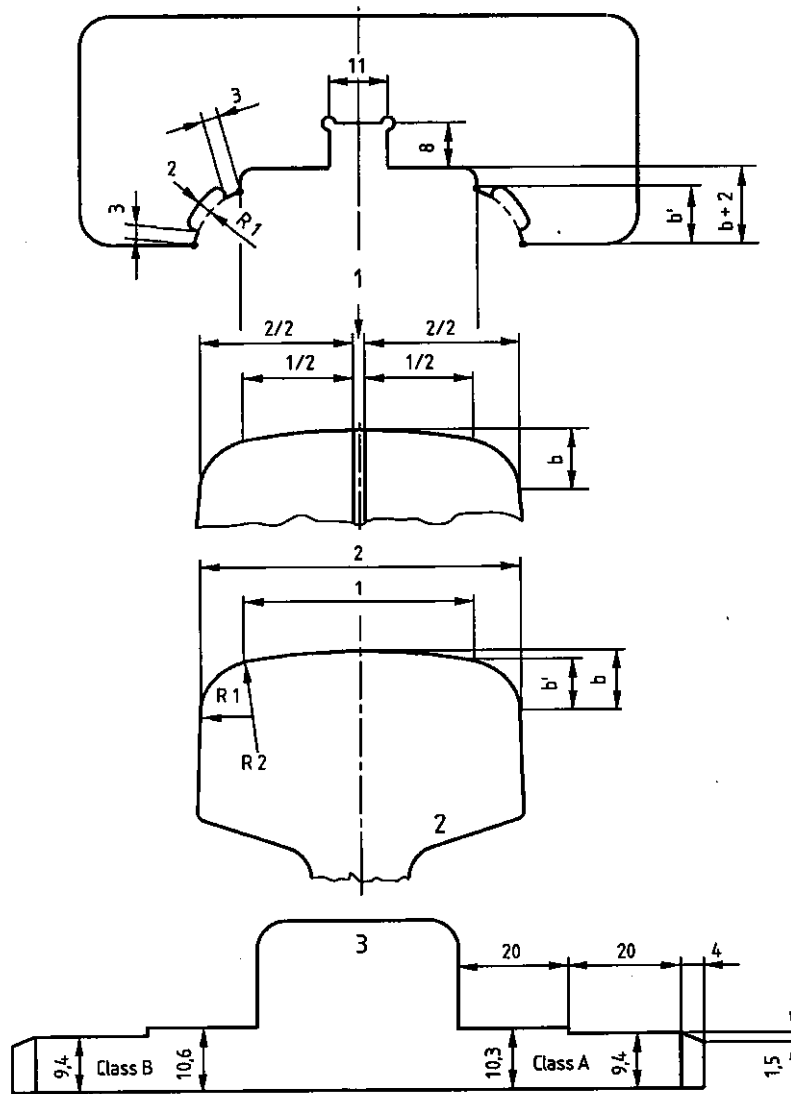


Figura E.3 – Altura del carril

  
Ing. Luis Alberto Diaz  
Coordinador Gral. Via  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

  
Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

  
Ing. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA



Leyenda

- 1 Anchura máxima de la tolerancia de la cabeza de carril
- 2 Perfil teórico
- 3 Galga para verificar la superficie de rodadura, espesor de 10 mm

Figura E.4 - Perfil de cabeza de carril

*Ing. Luis Alberto Díaz*  
 Coordinador Gral. Via  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

*Lic. Juan Pablo Chain*  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

*Ing. ARTURO FRENCIA*  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

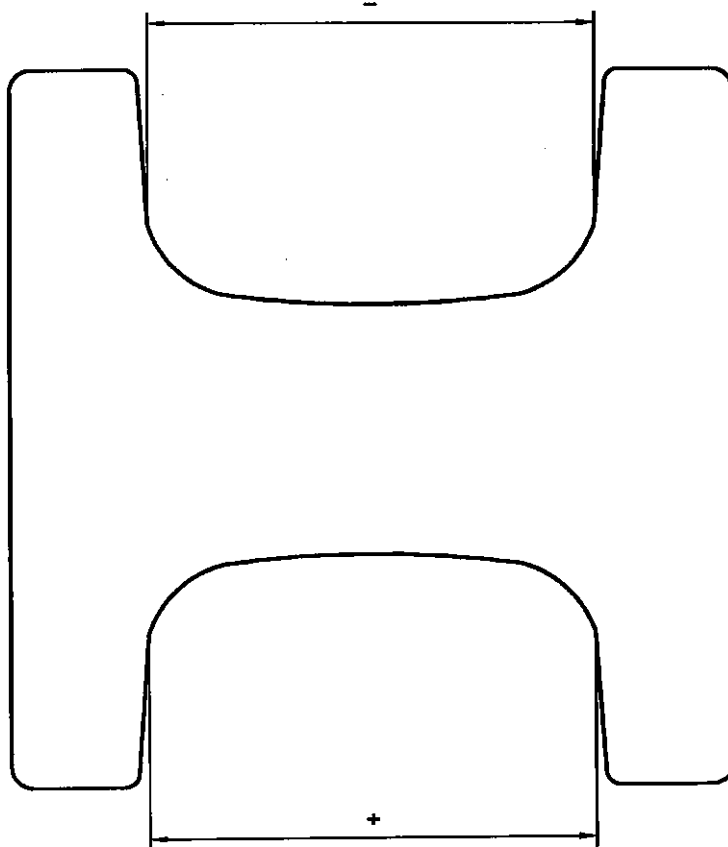



Figura E.5 – Anchura de la cabeza de carril

  
Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

  
Ing. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA

Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

  
Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

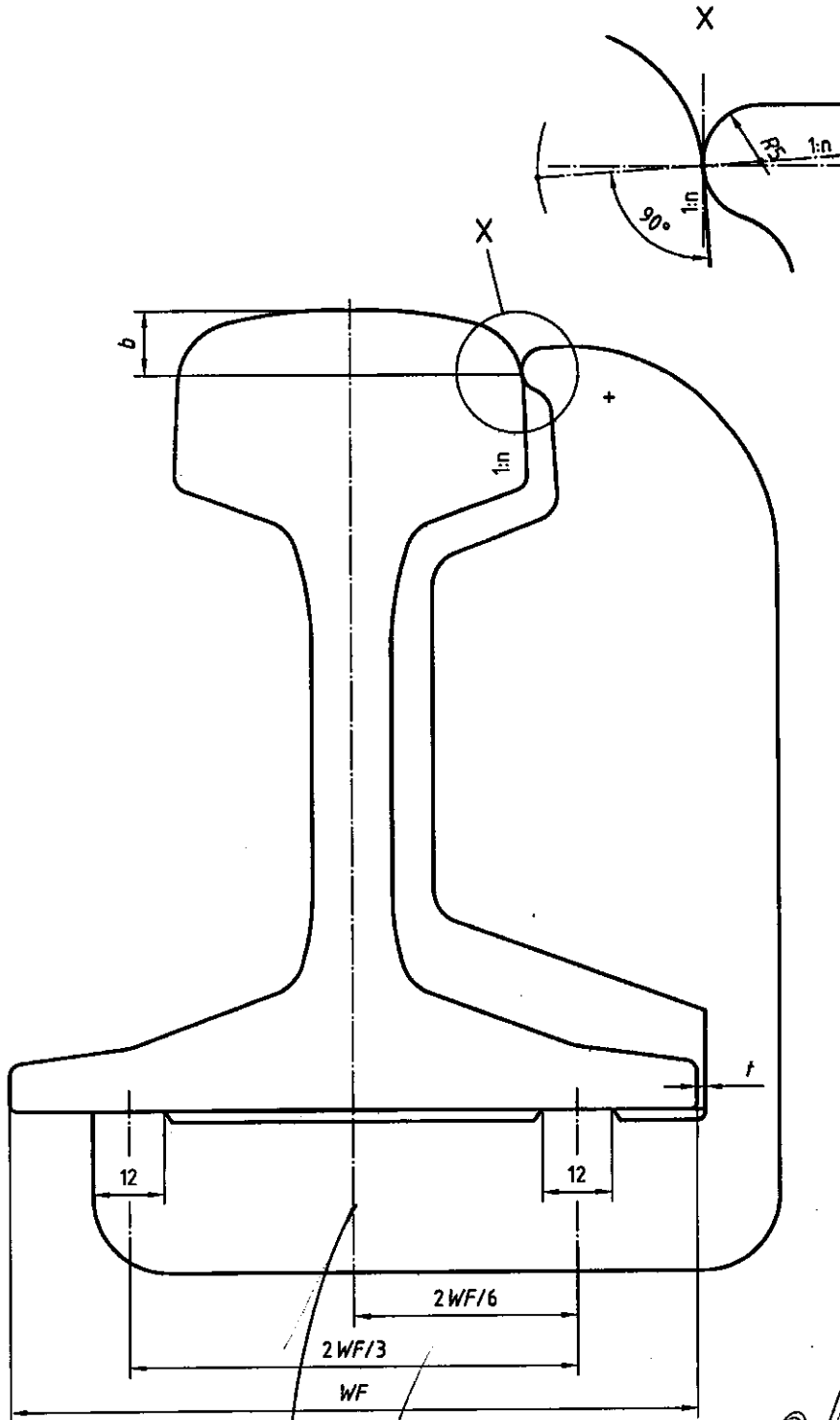


Figura E.6 - Asimetría del carril

Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Via  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

Ing. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA

Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



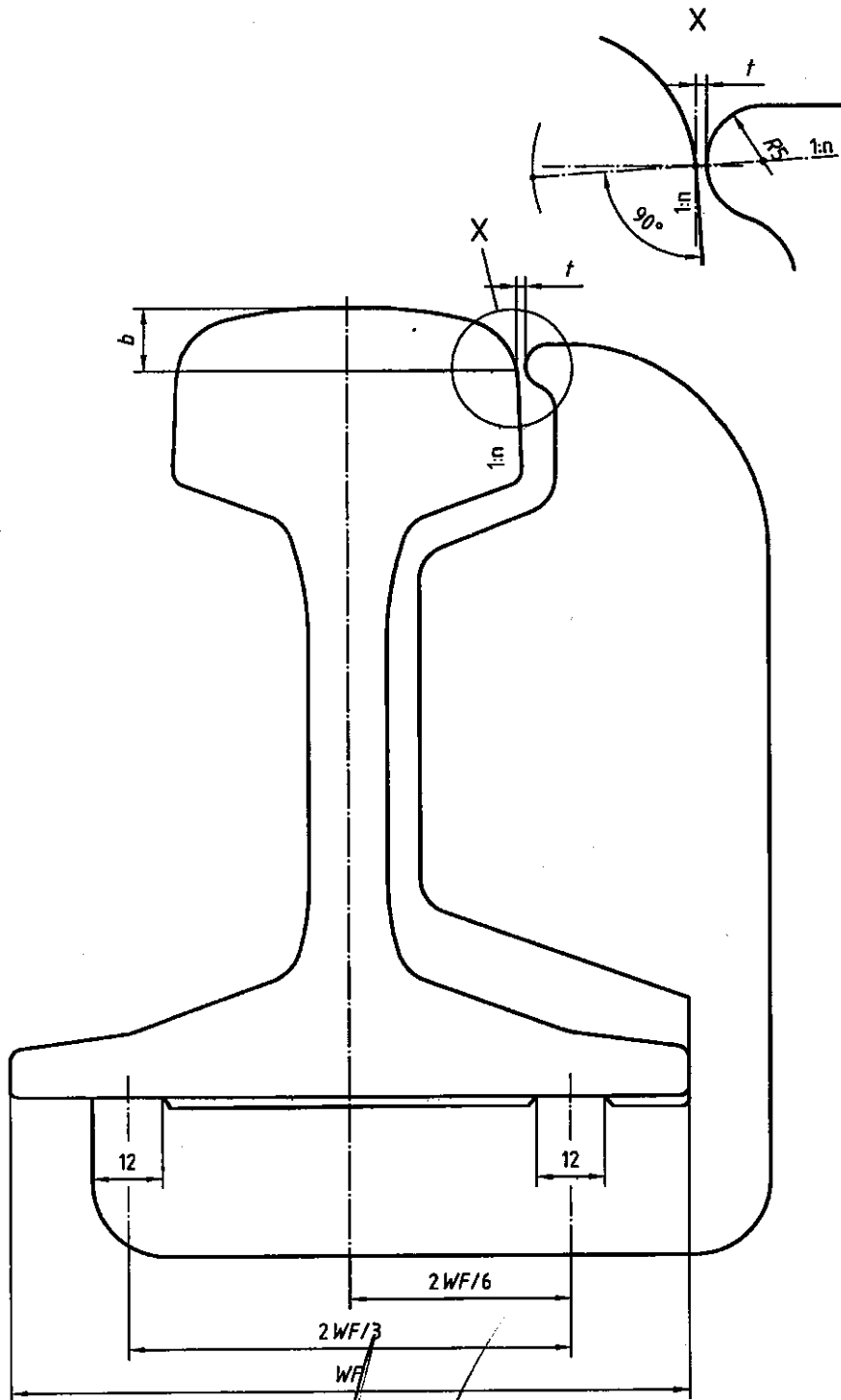


Figura 2.7 - Asimetría del carril

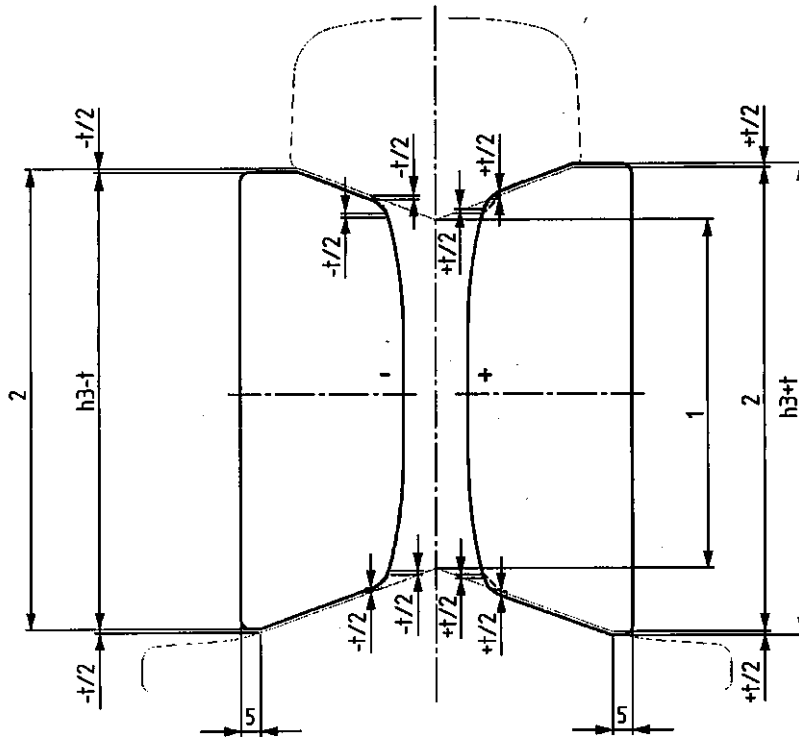
*Luis Alberto Díaz*  
 Ing. Luis Alberto Díaz  
 Coordinador Gral. Via  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

*Arturo Frencia*  
 Ing. ARTURO FRENCIA  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

Lic. Juan Fabio Chain  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

Medidas en milímetros



Leyenda

Marcas 1 y 2 grabadas separadas entre sí 14 mm para indicar los puntos de medición

h3 = teórica

Figura E.8 – Altura de embrizado

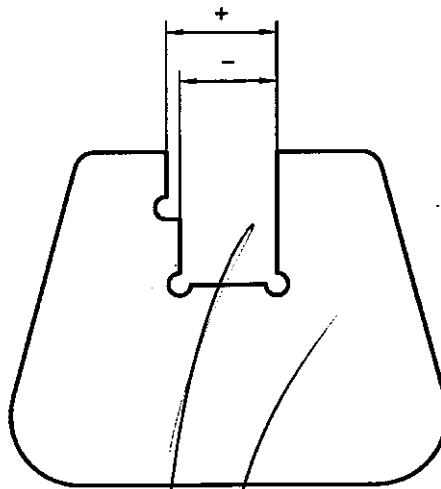


Figura E.9 – Espesor del alma

*Luis Alberto Díaz*  
 Ing. Luis Alberto Díaz  
 Coordinador Gral. Via  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

*Arturo Frencia*  
 Ing. ARTURO FRENCIA  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

Lic. Juan Pablo Chain  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

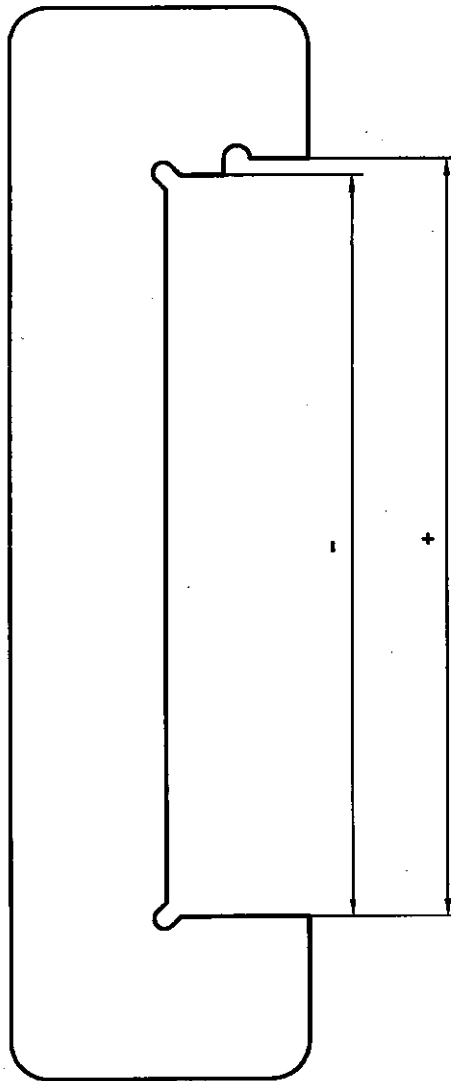




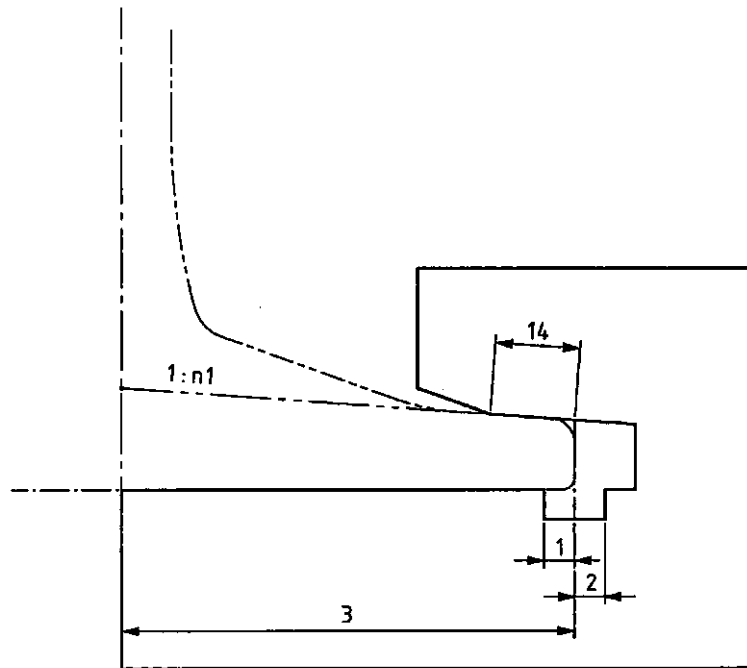
Figura E.10 – Anchura del patín

  
Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Via  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

  
ING. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA

Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

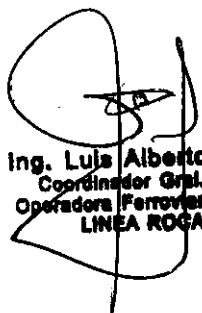
Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



Leyenda

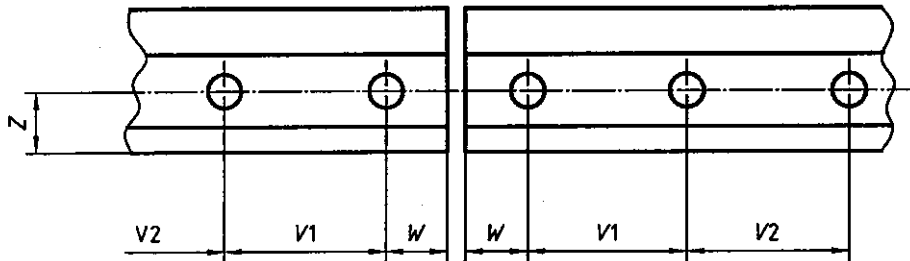
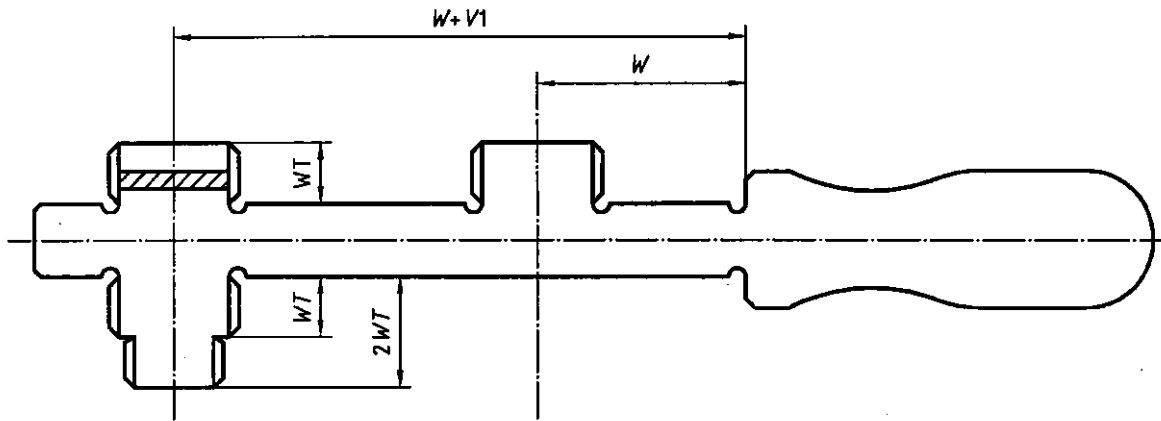
- 1 Máximo = + tolerancia \* n1 en mm
- 2 Mínimo = - tolerancia \* n1 en mm
- 3 Anchura de patín / 2 o WF/2

Figura E.11 – Espesor del ala del patín

  
**Ing. Luis Alberto Díaz**  
 Coordinador Gral. Vía  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

  
**ING. ARTURO FRENCIA**  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

  
**Lic. Juan Pablo Chain**  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



Leyenda

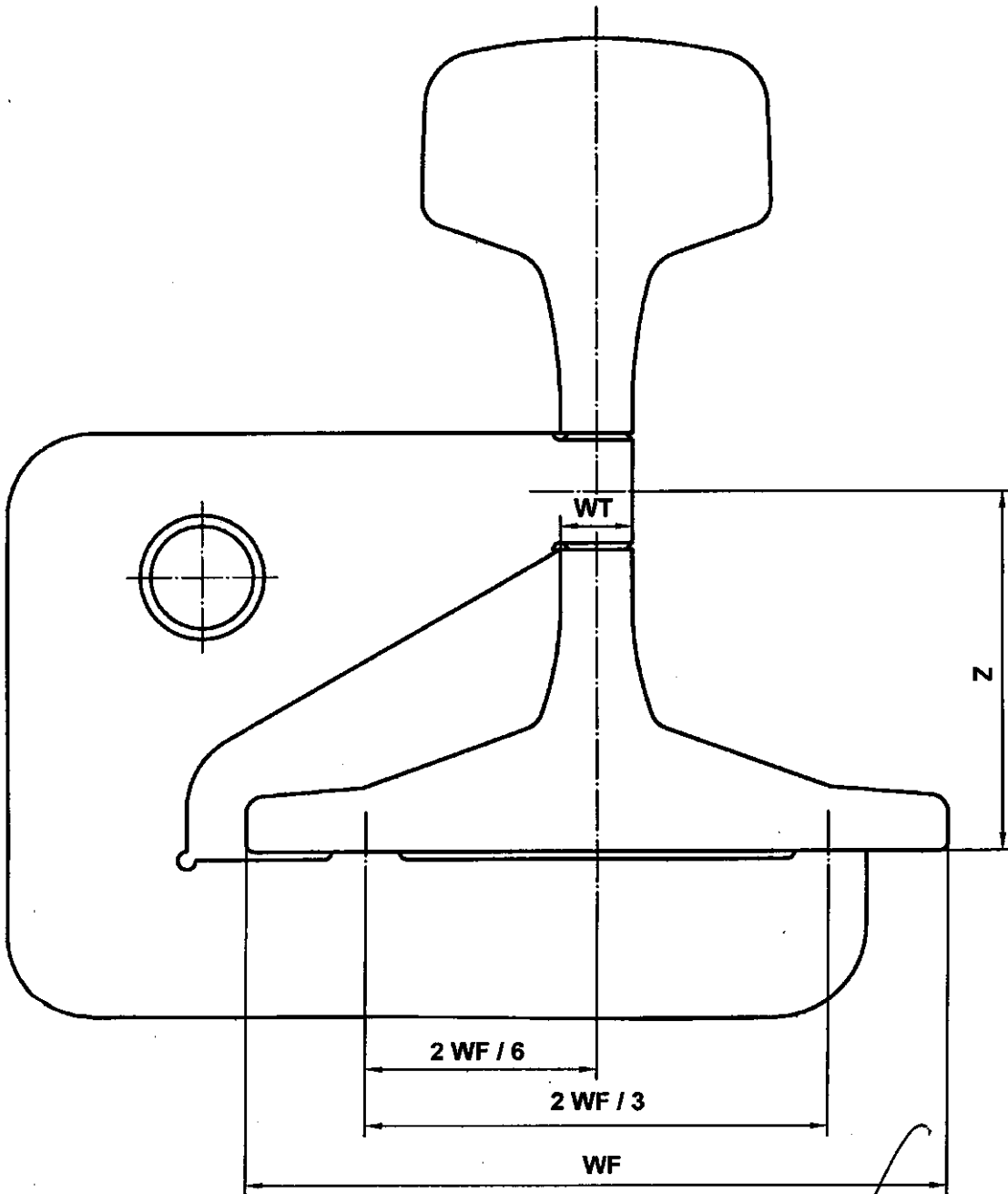
WT Espesor del alma

Figura E.12 – Gálbo para verificar la distancia entre los taladros y el extremo del carril, así como el diámetro de los taladros

*[Signature]*  
Ing. Luis Alberto Diaz  
Coordinador Grel. Via  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

*[Signature]*  
Ing. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA


*[Signature]*  
Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado

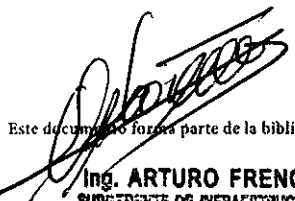



Leyenda

- WF Anchura del patin
- WT Espesor del alma
- Z Distancia entre el centro del taladro y el patin del carril

Figura E.13 – Gálbo para verificar la distancia entre los taladros y el patin del carril

  
**Ing. Luis Alberto Díaz**  
Coordinador Gral. Via  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

  
Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN  
**Ing. ARTURO FRENCIA**  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA

  
**Lic. Juan Pablo Chain**  
Gerente Linea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



## ANEXO F (Informativo)

## CAMBIOS TÉCNICOS SIGNIFICATIVOS ENTRE ESTA NORMA Y LA EDICIÓN PREVIA

Capítulo/Apartado/Tabla/Figura	Cambio
1	2 grados más de acero perlítico especificados. 2 nuevos perfiles de carril añadidos.
3.10	Término y definición de "superficie de rodadura del carril" añadido.
4, h)	La estampación en frío en la superficie de corte del carril se ha añadido a la lista de información que el comprador tiene que suministrar al proveedor con la oferta.
5, tabla 1	Grados de acero R370CrHT y R400HT añadidos.
7.4.4	Modificación del requisito para decir: "El comprador debe especificar sus requisitos para cualquier código de color o instrucciones de marcado especial y la posición de las mismas en el carril en el momento de realizar la oferta o la orden de pedido".
8.1.2	"Además, el ensayo de tensiones residuales debe llevarse a cabo cada dos años para todos los grados disponibles" se ha eliminado.
8.2.2, tabla 2	Se han añadido los grados del acero R370CrHT y R400HT
8.3.1	BS 6835-1 se ha sustituido por ISO 12108.
8.7.4	Modificación del requisito para decir: "Las ecuaciones actualizadas se deben basar en los últimos 100 resultados."
9.1.2	Se ha añadido un nuevo apartado.
9.1.3.1	Se ha añadido un nuevo párrafo.
9.1.3.2	Se han eliminado los párrafos 4º y 5º de la edición anterior. La tabla 6 de la edición anterior se ha eliminado. Se ha modificado el texto.
Tablas 4, 5 a) y 5 b)	Se han añadido los grados del acero R370CrHT y R400HT. Se han realizado varias modificaciones en el contenido de las tablas.
9.1.4.2	Se ha añadido un apartado nuevo.
9.1.5	Se ha modificado el texto.
9.1.6	Se ha modificado el texto
9.1.8	Se ha modificado el texto.
9.1.8, tabla 6	La anterior tabla 7 se denomina en este documento tabla 6 y se ha modificado el contenido.
9.1.9.1	Se ha modificado el texto.

Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Via  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA


Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

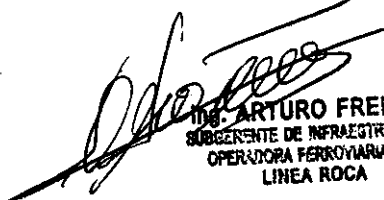
Ing. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA

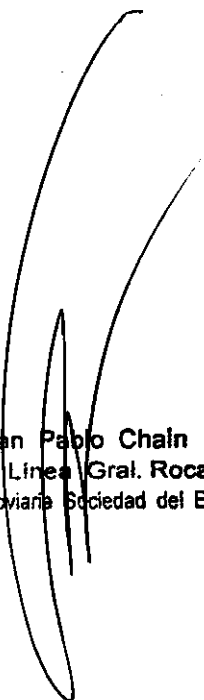
Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



Capítulo/Apartado/Tabla/Figura	Cambio
9.1.9.2	Se ha modificado el texto.
9.2.1, tabla 7	La anterior tabla 8 se denomina en este documento tabla 7 y se ha modificado el contenido.
9.2.2	Texto modificado.
9.2.2, tabla 8	La anterior tabla 9 se denomina en este documento tabla 8
9.4.1.3	Texto modificado.
9.4.1.4	Texto modificado.
9.4.2.2	Texto modificado. Nueva tabla 10.
9.4.2.3	Texto modificado.
9.4.3	Texto modificado.
Anexo A, tabla A.1	Tabla modificada.
-	Se ha eliminado el perfil de carril 49E4 (anterior figura A.8)
Figura A.7	Se han modificado el perfil de carril 49E5 y la leyenda correspondiente
Figura A.11	Se han modificado el perfil de carril 50E4 y la leyenda correspondiente
Figura A.18	Se ha añadido el perfil de carril 54E4
Figura A.19	Se ha añadido el perfil de carril 54E5.
Figura A.24, tabla A.2	Tabla modificada.
-	Anexo E anterior eliminado.
Anexo ZA	Texto modificado.
NOTA Los cambios técnicos referidos incluyen los cambios técnicos significativos de la Norma EN revisada pero no constituye una lista exhaustiva de todas las modificaciones desde la versión anterior.	

  
**Ing. Luis Alberto Díaz**  
 Coordinador Gral. Vía  
 Operadora Ferroviaria S.E.  
 LINEA ROCA

  
**Ing. ARTURO FRENCIA**  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

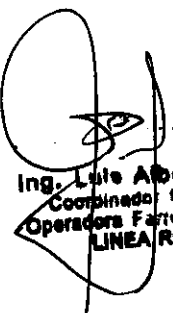
  
**Lic. Juan Pablo Chain**  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado




**ANEXO ZA (Informativo)****CAPÍTULOS DE ESTA NORMA EUROPEA RELACIONADOS CON LOS REQUISITOS ESENCIALES U OTRAS DISPOSICIONES DE LA DIRECTIVA 2008/57/CE**

Esta norma europea ha sido elaborada bajo un Mandato dirigido a CEN por la Comisión Europea y por la Asociación Europea de Libre Comercio, para proporcionar un medio de dar cumplimiento a los requisitos esenciales de la Directiva 2008/57/CE<sup>2)</sup>.

Una vez que esta norma se cite en el Diario Oficial de la Unión Europea bajo esta directiva, y se implemente como norma nacional en al menos un Estado Miembro, el cumplimiento de los capítulos de esta norma indicados en la tabla ZA.1 para la Infraestructura de AV y en la tabla ZA.2 para la infraestructura de FC, dentro de los límites del campo de aplicación de esta norma, es un medio para dar presunción de conformidad con los requisitos esenciales específicos de esta directiva y los reglamentos de la AELC asociados.

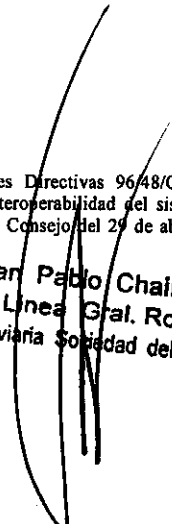


Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA



ING. ARTURO FRENCIA  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA

2) Esta Directiva 2008/57/CE adoptada el 17 de junio de 2008 es una refundición de las anteriores Directivas 96/48/CE relativa a la interoperabilidad del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad y 2001/16/CE relativa a la interoperabilidad del sistema ferroviario transeuropeo convencional, y de su revisión por la Directiva 2004/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 29 de abril de 2004, que modifica las Directivas 96/48/CE y 2001/16/CE.



Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



**Tabla ZA.1 – Correspondencia entre esta norma europea, la ETI INF AV, publicada en el DOUE con fecha 19 de marzo de 2008, y la Directiva 2008/57/CE**

Capítulo(s)/Apartado(s) de esta norma europea	Capítulo/§ de la ETI	Requisitos esenciales de la Directiva 2008/57/CE	Comentarios
<p>Capítulo 5: Grados de acero</p> <p>Capítulo 6: Dibujos de perfiles/propiedades/masa</p> <p>Capítulo 8: Ensayos de calificación</p> <p>Capítulo 9: Ensayos de aceptación</p> <p>Anexo A: Perfiles de carril</p>	<p>3.3 Requisitos esenciales –</p> <p>Cumplir los requisitos esenciales mediante las especificaciones del ámbito de la infraestructura</p> <p>3.3.1 Seguridad (2 primeros párrafos)</p> <p>3.4 Elementos de ámbito de infraestructura en relación con los requisitos esenciales</p> <p>5.3.1 Componentes de interoperabilidad – Prestaciones y especificaciones de los componentes – Carril</p> <p>5.3.1.1 a) Perfil de la cabeza de carril – Aparatos de vía</p> <p>5.3.1.2 Masa lineal de diseño</p> <p>5.3.1.3 a) Clases de acero – Vía corriente</p> <p>Anexo A – Tabla A.1</p> <p>Componentes de interoperabilidad del subsistema de infraestructura – Evaluación de los componentes de la interoperabilidad para la declaración CE de conformidad</p> <p>5.3.1.1 – Perfil de la cabeza del carril</p> <p>5.3.1.2 – Masa lineal de diseño</p> <p>5.3.1.3 – Clase de acero</p> <p>Anexo F – Perfil de carril 60E2</p>	<p>Anexo III – Requisitos esenciales –</p> <p>1 Requisitos generales</p> <p>1.1 Seguridad</p> <p>Apartados 1.1.1 – 1.1.2 y 1.1.3</p> <p>Apartado 1.5 – Compatibilidad técnica</p>	<p>Capítulos de esta norma obligatorios al estar citados en la ETI:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Selección del perfil de la cabeza del carril dentro del rango del anexo A de la norma o bien debe ser el perfil 60E2 definido en el anexo F de la ETI.</li> <li>– La masa lineal de diseño del carril, especificada en el anexo A de la norma debe ser mayor de 53 kg/m.</li> <li>– La clase de acero del carril debe cumplir con el capítulo 5 de la norma.</li> </ul> <p>§ de la ETI AV INF que no se trata en la norma</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Conicidad equivalente (§4.2.9 y §6.2.5.2 de la ETI AV INF)</li> </ul>

*Ing. Luis Alberto Díaz*  
 Coordinador Gral. Vía  
 Operadora Ferrovial S.E.  
 LINEA ROCA

*Arturo Frenia*  
 ING. ARTURO FRENCIA  
 SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
 OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
 LINEA ROCA

Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

*Juan Pablo Chain*  
 Lic. Juan Pablo Chain  
 Gerente Línea Gral. Roca  
 Operadora Ferrovial Sociedad del Estado



Tabla ZA.2 – Correspondencia entre esta norma europea, el borrador de ETI FC INF (IU-INF-090902-ETI 4.0 con fecha 18/09/2009) y la Directiva 2008/57/CE

Capítulo(s)/Apartado(s) de esta norma europea	Capítulo/§ de la ETI	Requisitos esenciales de la Directiva 2008/57/CE	Comentarios
Capítulo 5: Grados de acero	3 Requisitos esenciales – Tabla 1 – Parámetros básicos del subsistema infraestructura correspondientes a requisitos esenciales	Anexo III – Requisitos esenciales –	Los siguientes parámetros:
Capítulo 6: Dibujos de perfiles/propiedades/masa	4.2.5.6 Descripción del subsistema infraestructura – Especificaciones técnicas y funcionales del subsistema – Parámetros de vía – Perfil de la cabeza del carril para vía corriente	1 Requisitos generales	– Perfil de la cabeza del carril
Capítulo 8: Ensayos de calificación	5.3.1 Componentes de interoperabilidad – Prestaciones y especificaciones de los componentes – El carril	1.1 Seguridad	– Momento de inercia de la sección del carril
Capítulo 9: Ensayos de aceptación	5.3.1.1 Perfil de la cabeza del carril	Apartados 1.1.1 – 1.1.2 y 1.1.3	– Dureza del carril
Anexo A: Perfiles de carril	5.3.1.2 Momento de inercia de la sección del carril	Apartado 1.5 – Compatibilidad técnica	se consideran como relevantes para satisfacer los requisitos esenciales de la Directiva 2008/57/CE
	5.3.1.3 Dureza del carril		§ de la ETI FC INF que no se trata en la norma
	6.1.4.2 Evaluación de la conformidad de los componentes y verificación CE de los subsistemas – Componentes de la interoperabilidad – Declaración CE de conformidad para los componentes de interoperabilidad – Declaración CE de conformidad para el carril		– Conicidad equivalente (§4.2.5.5 y §6.2.4.4 de la ETI FC INF)
	Anexo A – Tabla 20		
	Evaluación de los componentes de interoperabilidad para la declaración CE de conformidad		
	5.3.1.1 Perfil de la cabeza del carril		
	5.3.1.2 Momento de inercia de la sección del carril		
	5.3.1.3 Dureza del carril		

**ADVERTENCIA:** Los productos incluidos en el campo de aplicación de esta norma pueden estar afectados por otros requisitos o directivas de la UE.

Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral.  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

Ing. Luis Alberto Díaz  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

Ing. Arturo Frenia  
Subgerente de Infraestructura  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

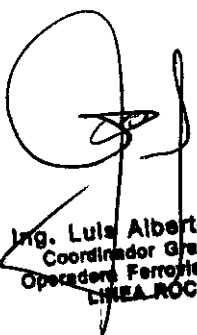
Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

Lic. Juan Pablo Chain  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



**BIBLIOGRAFÍA**

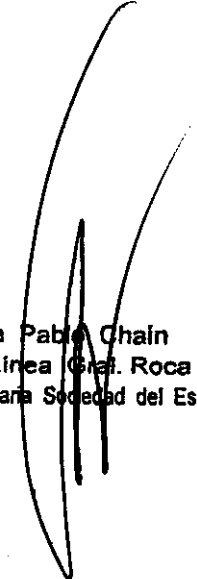
- [1] EN ISO 9001, *Quality management systems. Requirements.* (ISO 9001:2008)
- [2] EN 10027-1, *Designation systems for steel. Part 1: Steel names.*
- [3] EN 10027-2, *Designation systems for steel. Part 2: Numerical system.*



**Ing. Luis Alberto Díaz**  
Coordinador Genl. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA



**Ing. ARTURO FRENCIA**  
SUBGERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA



**Lic. Juan Pablo Ghain**  
Gerente Línea Genl. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado



---


**AENOR** Asociación Española de Normalización y Certificación


Genova, 6  
28004 MADRID-España

info@aenor.es  
www.aenor.es

Tel.: 902 102 201  
Fax: 913 104 032

  
**Ing. Luis Alberto Díaz**  
Coordinador Gral. Vía  
Operadora Ferroviaria S.E.  
LINEA ROCA

  
**ARTURO FRENCIA**  
GERENTE DE INFRAESTRUCTURA  
OPERADORA FERROVIARIA S.E.  
LINEA ROCA  
Este documento forma parte de la biblioteca de CETREN

  
**Lic. Juan Pablo Chain**  
Gerente Línea Gral. Roca  
Operadora Ferroviaria Sociedad del Estado