

**Cuadro 3 Cuadro para obtener el valor P con  $m$  y  $\sigma$**

$\sigma$	0.0	±0.1	±0.2	±0.3	±0.4	±0.5	±0.6	±0.7	±0.8	±0.9	±1.0	±1.1	±1.2	±1.3	±1.4	±1.5	±1.6	±1.7	±1.8	±1.9
0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3
0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.5	0.8	1.4
0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.4	0.6	1.0	1.5	2.3	3.3
0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.1	1.6	2.3	3.2	4.3	5.8
0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.9	1.2	1.7	2.3	3.0	4.0	5.2	6.7	8.5
0.9	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	1.0	1.3	1.7	2.3	3.0	3.8	4.8	6.0	7.4	9.1	11.1
1.0	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.1	1.4	1.8	2.3	2.9	3.6	4.5	5.5	6.7	8.1	9.7	11.5	13.6
1.1	0.8	0.7	0.7	0.8	1.0	1.2	1.5	1.9	2.3	2.8	3.5	4.2	5.1	6.1	7.3	8.6	10.2	11.9	13.8	15.9
1.2	1.2	1.3	1.4	1.5	1.7	2.0	2.4	2.9	3.4	4.1	4.8	5.7	6.7	7.8	9.1	10.6	12.2	14.0	15.9	18.0
1.3	2.1	2.1	2.3	2.5	2.7	3.1	3.5	4.1	4.7	5.5	6.3	7.3	8.4	9.6	11.0	12.5	14.1	15.9	17.8	19.9
1.4	3.2	3.3	3.4	3.6	3.9	4.3	4.8	5.4	6.1	6.9	7.9	8.9	10.1	11.3	12.7	14.3	15.9	17.4	19.6	21.6
1.5	4.6	4.6	4.7	5.0	5.3	5.8	6.3	7.0	7.7	8.5	9.5	10.6	11.8	13.1	14.5	16.0	17.7	18.4	21.3	23.2
1.6	6.1	6.1	6.3	6.5	6.8	7.3	7.9	8.6	9.3	10.2	11.2	12.3	13.5	14.8	16.2	17.7	19.3	21.0	22.8	24.7
1.7	7.8	7.8	8.0	8.2	8.6	9.1	9.6	10.3	11.1	11.9	12.9	14.0	15.2	16.4	17.8	19.1	20.8	22.5	24.3	26.1
1.8	9.6	9.6	9.8	10.0	10.4	10.8	11.4	12.1	12.8	13.7	14.6	15.7	16.9	18.1	19.4	20.9	22.4	24.0	25.6	27.3
1.9	11.4	11.5	11.6	11.9	12.2	12.7	13.2	13.9	14.6	15.5	16.4	17.4	18.5	19.7	21.0	22.1	23.8	25.4	27.0	28.8
2.0	13.4	13.4	13.6	13.8	14.1	14.6	15.1	15.7	16.4	17.3	18.1	19.1	20.2	21.4	22.6	23.9	25.3	26.7	28.3	29.8
2.1	15.3	15.4	15.5	15.7	16.1	16.5	17.0	17.6	18.3	19.0	19.9	20.8	21.9	22.9	24.1	25.4	26.7	28.1	29.5	31.0
2.2	17.3	17.3	17.4	17.7	18.0	18.4	18.9	19.4	20.1	20.8	21.6	22.5	23.5	24.5	25.6	26.8	28.1	29.4	30.7	32.2
2.3	19.2	19.2	19.4	19.6	19.9	20.3	20.7	21.3	21.9	22.6	23.3	24.2	25.0	26.1	27.1	28.2	29.4	30.7	31.9	33.3
2.4	21.1	21.2	21.3	21.5	21.8	22.1	22.6	23.1	23.6	24.3	25.0	25.8	26.7	27.6	28.6	29.6	30.8	31.9	33.1	34.4
2.5	23.0	23.1	23.2	23.4	23.6	23.9	24.3	24.8	25.4	26.0	26.7	27.4	28.2	29.1	30.0	31.0	32.1	33.2	34.3	35.5
2.6	24.9	24.9	25.0	25.2	25.4	25.7	26.1	26.6	27.1	27.6	28.3	29.0	29.8	30.6	31.5	32.4	33.4	34.4	35.5	36.6
2.7	26.7	26.7	26.8	26.9	27.2	27.5	27.8	28.2	28.7	29.3	29.9	30.5	31.2	32.0	32.8	33.7	34.6	35.6	36.6	37.7
2.8	28.4	28.4	28.5	28.7	28.9	29.2	29.5	29.9	30.3	30.8	31.4	32.0	32.7	33.4	34.2	35.0	35.9	36.8	37.7	38.7
2.9	30.1	30.1	30.2	30.3	30.6	30.8	31.1	31.5	31.9	32.4	32.9	33.5	34.1	34.8	35.5	36.3	37.1	38.0	38.8	39.3
3.0	31.7	31.8	31.8	32.0	32.2	32.4	32.7	33.0	33.4	33.9	34.4	34.9	35.5	36.1	36.8	37.5	38.3	39.1	39.9	40.8
3.1	33.3	33.4	33.4	33.5	33.7	34.0	34.2	34.5	34.9	35.3	35.8	36.3	36.8	37.5	38.1	38.7	39.5	40.2	41.0	41.8
3.2	34.8	35.0	35.0	35.1	35.2	35.4	35.7	36.0	36.3	36.7	37.2	37.6	38.1	38.7	39.3	40.0	40.6	41.3	42.1	42.8
3.3	36.3	36.4	36.4	36.5	36.7	36.9	37.1	37.4	37.7	38.1	38.5	38.9	39.4	40.0	40.4	41.1	41.8	42.4	43.1	43.8
3.4	37.8	37.8	37.8	37.9	38.1	38.3	38.5	38.8	39.1	39.4	39.8	40.2	40.7	41.1	41.7	42.2	42.8	43.5	44.1	44.8
3.5	39.1	39.1	39.2	39.3	39.5	39.6	39.8	40.1	40.3	40.7	41.1	41.4	41.9	42.4	42.8	43.3	43.9	44.5	45.1	45.8
3.6	40.5	40.5	40.5	40.6	40.8	40.9	41.1	41.3	41.6	41.9	42.2	42.6	43.0	43.5	43.9	44.4	44.9	45.5	46.1	46.7
3.7	41.7	41.8	41.8	41.9	42.1	42.2	42.3	42.6	42.8	43.1	43.4	43.8	44.1	44.6	45.0	45.5	46.0	46.5	47.0	47.6
3.8	43.0	43.0	43.0	43.1	43.2	43.4	43.6	43.8	44.1	44.3	44.6	44.9	45.2	45.6	46.0	46.5	46.9	47.4	47.9	48.5
3.9	44.2	44.2	44.2	44.3	44.4	44.6	44.7	44.9	45.1	45.4	45.7	46.0	46.3	46.6	47.1	47.4	47.9	48.4	48.8	49.3
4.0	45.3	45.4	45.4	45.5	45.6	45.7	45.8	46.0	46.2	46.5	46.7	47.0	47.3	47.7	48.0	48.4	48.8	49.3	48.7	50.2
4.1	46.4	46.5	46.5	46.6	46.7	46.8	46.9	47.1	47.3	47.5	47.7	48.0	48.3	48.6	49.0	49.3	50.0	50.2	50.6	51.0
4.2	47.5	47.5	47.5	47.6	47.7	47.7	48.0	48.1	48.4	48.5	48.8	49.0	49.3	49.6	49.9	50.3	50.8	51.0	51.4	51.8
4.3	48.5	48.6	48.6	48.7	48.7	48.9	49.0	49.1	49.3	49.5	49.7	49.9	50.2	50.5	50.8	51.1	51.5	51.9	52.2	52.6
4.4	49.5	49.5	49.6	49.6	49.7	49.8	50.0	50.1	50.2	50.5	50.6	50.9	51.1	51.4	51.7	52.0	52.3	52.7	53.0	53.4
4.5	50.5	50.5	50.6	50.6	50.7	50.7	50.9	51.0	51.2	51.3	51.6	51.8	52.0	52.2	52.5	52.8	53.1	53.5	53.8	54.2
4.6	51.4	51.5	51.5	51.6	51.6	51.7	51.7	51.9	52.1	52.2	52.4	52.6	52.9	53.0	53.3	53.6	53.8	54.2	54.6	54.9
4.7	52.3	52.3	52.4	52.4	52.5	52.6	52.7	52.9	52.9	53.1	53.2	53.5	53.7	53.9	54.2	54.4	54.7	55.0	55.3	55.6
4.8	53.2	53.2	53.2	53.2	53.3	53.4	53.5	53.6	53.8	53.8	53.9	54.1	54.3	54.5	54.7	54.9	55.1	55.5	55.7	56.0
4.9	54.0	54.0	54.1	54.1	54.2	54.3	54.3	54.5	54.6	54.7	54.9	55.0	55.3	55.4	55.6	55.9	56.1	56.5	56.7	57.0
5.0	54.9	54.9	54.9	54.9	55.0	55.1	55.1	55.2	55.4	55.5	55.6	55.8	56.0	56.2	56.4	56.6	56.9	57.1	57.4	57.6

t2.0	t2.1	t2.2	t2.3	t2.4	t2.5	t2.6	t2.7	t2.8	t2.9	t3.0	t3.1	t3.2	t3.3	t3.4	t3.5	t3.6	t3.7	t3.8	t3.9	t4.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	2.3	15.9	50.0	84.1	97.7	99.9	100.	100.	100.	100.	100.	100.	100.
0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	2.3	6.7	15.9	30.9	50.0	69.2	84.1	93.3	97.7	99.4	99.9	100.	100.	100.	100.
0.0	0.1	0.4	1.0	2.3	4.8	9.1	15.9	25.2	37.0	50.0	63.0	74.8	84.1	90.9	95.2	97.7	99.0	99.6	99.9	100.
0.6	1.2	2.3	4.0	6.7	10.6	15.9	22.7	30.9	40.1	50.0	59.9	69.2	77.3	84.1	89.4	93.3	96.0	97.7	98.8	99.4
2.3	3.6	5.5	8.1	11.5	15.9	21.2	27.4	34.5	42.1	50.0	57.9	65.5	72.6	78.8	84.1	88.5	91.9	94.5	96.4	97.7
4.8	6.7	9.1	12.2	15.9	20.3	25.2	30.9	37.0	43.4	50.0	56.6	63.0	69.2	74.8	79.8	84.1	87.8	90.9	93.3	95.2
7.7	9.9	12.7	15.9	19.6	22.8	28.4	33.4	38.7	44.3	50.0	55.7	61.3	66.6	71.6	77.2	80.4	84.1	87.4	90.1	92.4
10.6	13.0	15.9	19.1	22.7	26.6	30.9	35.4	40.1	45.0	50.0	55.0	59.9	64.6	69.2	73.4	77.3	80.9	84.1	87.0	89.4
13.3	15.9	18.7	21.8	25.2	28.9	32.9	37.0	41.2	45.6	50.0	54.4	58.8	63.0	67.1	71.1	71.8	78.2	81.3	84.1	86.7
15.9	18.4	21.2	24.2	27.4	30.9	34.5	38.2	42.1	46.1	50.0	53.9	57.9	61.8	65.5	69.2	72.6	75.8	78.8	81.6	84.1
18.2	20.7	23.4	26.2	29.3	32.5	35.8	39.2	42.8	46.4	50.0	53.6	57.2	60.8	64.2	67.5	70.7	73.8	76.6	79.3	81.8
20.3	22.7	25.2	28.0	30.9	33.8	37.0	40.1	43.4	46.7	50.0	53.3	56.6	59.9	63.0	66.2	69.2	72.0	74.8	77.3	79.8
22.1	24.5	26.9	29.5	32.2	35.0	37.9	40.9	43.9	46.9	50.0	53.1	56.1	59.1	62.1	65.0	67.8	70.5	73.1	75.6	77.9
22.8	26.0	28.4	30.9	33.4	36.1	38.7	41.5	44.3	47.2	50.0	52.8	55.7	58.5	61.3	64.0	66.6	69.2	71.6	74.0	77.2
25.3	27.5	29.7	32.1	34.5	37.0	39.5	42.1	44.7	47.3	50.0	52.7	55.3	57.9	60.5	63.0	65.5	68.0	70.3	72.6	74.8
26.7	28.7	30.9	33.1	35.4	37.8	40.2	42.6	45.0	47.5	50.0	52.5	55.0	57.5	59.9	62.3	64.6	66.9	69.2	71.3	73.4
28.0	30.0	32.0	34.1	36.3	38.5	40.8	43.1	45.3	47.7	50.0	52.4	54.7	57.0	59.3	61.6	63.8	66.0	68.1	70.2	72.2
29.2	31.1	33.1	35.0	37.1	39.2	41.3	43.5	45.6	47.8	50.0	52.3	54.5	56.7	58.8	61.0	63.1	65.1	67.2	69.2	71.1
30.4	32.1	34.0	35.9	37.8	39.8	41.8	43.9	45.9	48.0	50.1	52.2	54.2	56.3	58.4	60.4	62.4	64.4	66.3	68.2	70.1
31.5	33.2	34.9	36.7	38.6	40.4	42.3	44.3	46.3	48.2	50.1	52.1	54.0	56.0	58.0	59.9	61.8	63.7	65.6	67.4	69.2
32.6	34.2	35.8	37.5	39.3	41.0	42.9	44.6	46.5	48.3	50.2	52.1	53.9	55.8	57.7	59.5	61.3	63.1	64.9	66.7	68.3
33.6	35.2	36.7	38.3	40.0	41.6	43.3	45.1	46.8	48.6	50.3	52.1	53.9	55.8	57.4	59.1	60.9	62.6	64.3	66.0	67.6
34.7	36.1	37.6	39.1	40.6	42.3	43.8	45.5	47.1	48.8	50.5	52.1	53.8	55.5	57.2	58.8	60.5	62.1	63.8	65.4	66.9
35.7	37.1	38.5	39.9	41.4	42.9	44.4	45.9	47.5	49.0	50.6	52.2	53.8	55.4	57.0	58.6	60.2	61.8	63.3	64.8	66.4
36.7	38.0	39.3	40.7	42.1	43.5	44.9	46.4	47.8	49.3	50.8	52.3	53.9	55.4	56.9	58.4	59.9	61.4	62.9	64.4	65.8
37.7	39.0	40.2	41.4	42.8	44.1	45.4	46.8	48.2	49.6	51.1	52.5	53.9	55.4	56.8	58.2	59.7	61.2	62.5	63.9	65.4
38.8	39.9	41.1	42.2	43.5	44.8	46.0	47.3	48.6	50.0	51.3	52.7	54.0	55.4	56.8	58.2	59.5	61.0	62.2	63.6	64.9
40.0	40.8	41.9	43.1	44.2	45.4	46.6	47.8	49.1	50.3	51.6	52.9	54.2	55.5	56.8	58.1	59.4	60.7	62.0	63.3	64.6
40.7	41.8	42.8	43.9	44.9	46.1	47.2	48.3	49.5	50.7	51.9	53.1	54.4	55.6	56.9	58.1	59.3	60.6	61.8	63.0	64.3
41.7	42.7	43.6	44.7	45.7	46.7	47.8	48.9	50.0	51.1	52.3	53.4	54.6	55.8	56.9	58.1	59.3	60.5	61.7	62.9	64.0
42.7	43.6	44.5	45.4	46.4	47.4	48.4	49.4	50.5	51.6	52.7	53.7	54.9	56.0	57.1	58.2	59.4	60.5	61.6	62.7	63.9
43.6	44.5	45.3	46.2	47.1	48.1	49.0	50.0	51.0	52.0	53.0	54.1	55.1	56.2	57.3	58.3	59.4	60.5	61.6	62.6	63.7
44.6	45.4	46.2	47.0	47.9	48.7	49.7	50.6	51.5	52.5	53.5	54.4	55.5	56.5	57.5	58.5	59.5	60.5	61.5	62.6	63.6
45.5	46.2	47.0	47.8	48.6	49.4	50.3	51.2	52.1	53.0	53.9	54.8	55.8	56.7	57.7	58.6	59.6	60.6	61.6	62.6	63.5
46.4	47.1	47.8	48.6	49.4	50.1	50.9	51.7	52.6	53.4	54.3	55.2	56.1	57.0	57.9	58.9	59.8	60.7	61.7	62.6	63.5
47.3	48.0	48.6	49.4	50.1	50.8	51.6	52.4	53.1	53.9	54.8	55.6	56.5	57.3	58.2	59.1	60.0	60.8	61.7	62.6	63.6
48.2	48.8	49.5	50.0	50.8	51.5	52.2	52.9	53.7	54.5	55.2	56.0	56.8	57.7	58.4	59.3	60.2	61.1	61.9	62.7	63.6
49.0	49.6	50.2	50.9	51.5	52.1	52.8	53.5	54.2	55.0	55.7	56.5	57.3	58.0	58.8	59.6	60.4	61.2	62.0	62.8	63.7
49.9	50.4	51.0	51.6	52.2	52.8	53.5	54.1	54.8	55.5	56.2	56.9	57.6	58.4	59.1	59.9	60.7	61.4	62.2	63.0	63.7
50.7	51.2	51.8	52.3	52.9	53.5	54.1	54.7	55.4	56.0	56.7	57.4	58.1	58.8	59.5	60.2	60.9	61.7	62.4	63.1	63.9
51.5	52.0	52.5	53.0	53.6	54.1	54.7	55.3	55.9	56.6	57.2	57.8	58.5	59.1	59.8	60.5	61.2	61.9	62.6	63.3	64.0
52.3	52.8	53.3	53.7	54.2	54.8	55.3	55.9	56.5	57.0	57.7	58.3	58.9	59.5	60.2	60.8	61.5	62.2	62.8	63.5	64.2
53.0	53.5	54.0	54.4	54.9	55.4	55.9	56.5	57.0	57.6	58.2	58.7	59.3	59.9	60.6	61.2	61.8	62.4	63.0	63.7	64.4
53.8	54.2	54.6	55.1	55.6	56.0	56.5	57.1	57.6	58.1	58.6	59.1	59.7	60.3	60.9	61.5	62.1	62.7	63.3	64.0	64.6
54.5	54.9	55.3	55.7	56.2	56.7	57.1	57.6	58.1	58.6	59.1	59.6	60.2	60.8	61.3	61.9	62.4	63.0	63.6	64.2	64.8
55.3	55.8	56.0	56.4	56.9	57.2	57.7	58.2	58.6	59.0	59.8	60.1	60.6	61.1	61.7	62.2	62.7	63.3	63.9	64.5	65.0
55.9	56.3	56.7	57.0	57.4	57.9	58.3	58.7	59.1	59.6	60.1	60.6	61.1	61.6	62.1	62.6	63.1	63.6	64.1	64.7	65.3
56.6	56.9	57.3	57.7	58.1	58.5	58.9	59.2	59.7	60.1	60.6	61.0	61.5	62.0	62.4	62.9	63.4	63.9	64.5	65.0	65.5
57.3	57.6	58.0	58.3	58.7	59.0	59.4	59.8	60.2	60.6	61.0	61.5	61.9	62.4	62.9	63.3	63.8	64.3	64.7	65.3	65.7
57.9	58.3	58.6	58.9	59.2	59.6	60.0	60.3	60.7	61.1	61.5	61.9	62.4	62.8	63.0	63.7	64.1	64.6	65.1	65.5	66.0

(2) 2do. Método

Este método es la forma sencilla de cálculo del 1er. Método, o sea que en el diagrama de las irregularidades de vía elaborado mediante el carro de inspección de la vía, se trazan las líneas límite de  $\pm 3$  mm y por cada distancia fija (normalmente por cada 7 m de extensión de la vía) se comprueba si hay exceso o no sobre la línea límite, luego se calcula el valor del índice P con la fórmula siguiente.

$$P_1 = \frac{f+}{n} \times 100$$

$$P_2 = \frac{f-}{n} \times 100$$

$$P = P_1 + P_2$$

donde: f+ y f-: irregularidades que sobrepasan +3 y -3

n: número de puntos de medición

(3) 3er. Método

De acuerdo con el número de los puntos de inspección "n" registrados con el aparato de medición automática del carro de inspección de la vía y los valores "f" de las irregularidades que sobrepasan  $\pm 3$  mm, en este método se calcula el valor P utilizando la fórmula siguiente:

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

Actualmente el número de los puntos de medición "n" es de 1000 (puntos) por cada 500 m de extensión de la vía. El registro de los puntos se hace durante el recorrido del carro de inspección, por unidades de ramales de distrito de mantenimiento.

Además, con el procesamiento del registro de cinta magnética elaborado por el carro de inspección, se imprime el valor P por cada 500 m de distancia sobre la vía.

### 3. Administración de los Sectores Mediante el Valor P

#### (1) Diagrama de administración con el valor P

En el mantenimiento de la vía, se desea que el estado de mantenimiento sea lo más parejo posible en todos los lugares o sitios. Para este fin, por ejemplo tal como se indica en la Fig. 6, por cada sección de 500 m en cierto tiempo, o por cada cuadrilla de mantenimiento de la vía, se van indicando en orden los valores P para facilitar la comparación y de esta manera se elabora el diagrama de administración o control.

En este diagrama de administración se apunta el valor medio P de los sectores que se obtiene de los valores P de cada sección y también el valor límite de control (p.e.,  $P + 2\sigma_p$ ), y en las secciones donde se sobrepasa el valor límite de administración o control, se estudia detalladamente la causa para adoptar las medidas necesarias.

Este diagrama de administración, aparte de elaborarlo por secciones de 500 m y de cuadrillas de mantenimiento de vía, también se elabora por distrito de mantenimiento, por categoría de vía, etc.

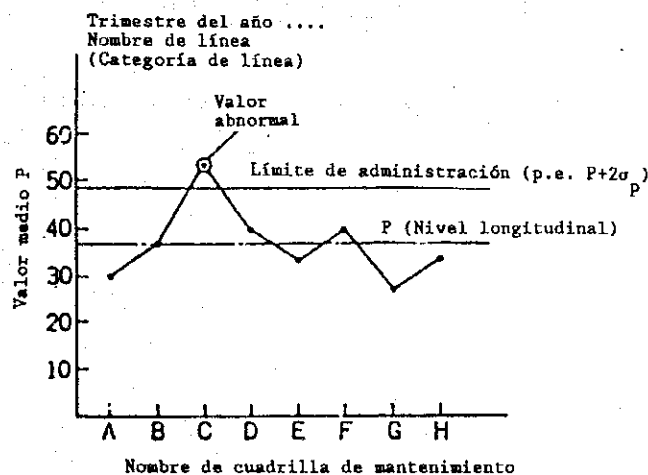


Fig. 6 Ejemplo del Diagrama de Administración con el Valor P

(2) Diagrama de evolución del valor P

Con el objeto de conocer la situación de alteraciones del valor P a largo plazo, se elabora el diagrama de evolución del valor P.

Esto se hace, tal como se indica en la Fig. 7, indicando en el diagrama los valores P por cada trimestre y clasificados por distritos de mantenimiento o por cada línea o vía, para juzgar si la tendencia del valor P es positiva, negativa o sin alteración.

En caso de que la tendencia sea negativa (mala), se deberá estudiar la causa y adoptar las medidas necesarias.

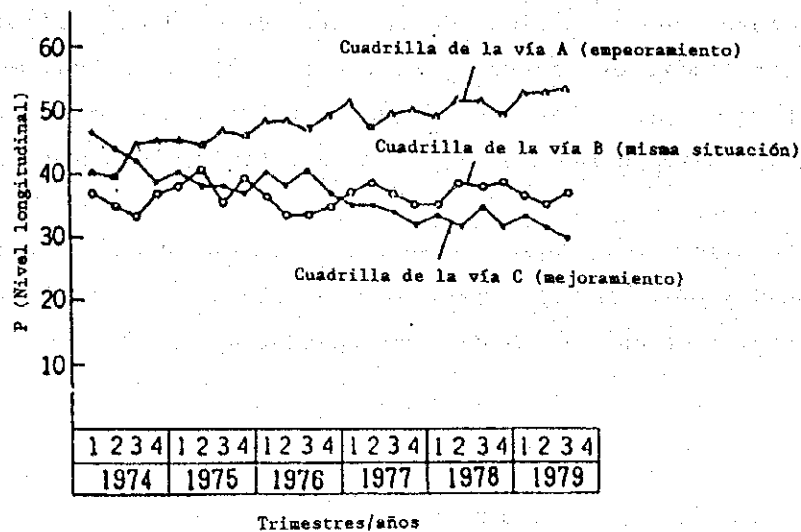


Fig. 7 Ejemplo del Diagrama de Evolución del Valor P

## **1-5 Carro de Inspección de Vía**

### **1. Carro Pequeño de Inspección de Vía**

La estructura de la carrocería de este carro es de hierro en escuadra y redondo, el largo total aproximadamente 5,4 m, peso aproximadamente 0,7 ton, se remolca con un carro automotor a una velocidad de 15 km/h en vía directa, 10 km/h en curva y 5 km/h en tramo del cambio de vía.

Los ítems de medición son 4 o sea: trocha, nivel, nivel longitudinal (izquierdo y derecho) y alineación (izquierda y derecha), las formas de onda son 6 y el resultado de las mediciones se registran automáticamente en el papel de registro de 25 cm de ancho. La alimentación del papel es de un (1) metro por cada un (1) km de extensión de vía.

Los mecanismos de medición de los diversos ítems son como se explica abajo:

#### **(1) Alineación y trocha**

En lo que se refiere a la alineación, se mide el grado de irregularidad de la cuerda de 5 m de largo, mediante los 3 pares de zapatas de medición (total 6, equipados en los lados derecho e izquierdo) que tiene instaladas a intervalos de 2,5 m. En cuanto a la trocha, se hace la medición de la alteración de la distancia entre rieles, mediante un par de zapatas de medición (lados derecho e izquierdo) instaladas en el centro.

#### **(2) Nivel**

Utilizando la plomada de aproximadamente 5 kilos de peso y la línea vertical se mide la alteración de la inclinación de la carrocería del carro para obtener los valores correspondientes. En vista de que la plomada suele recibir los efectos de vibración de la carrocería y de la fuerza centrífuga en las curvas, no se puede hacer la medición a alta velocidad.

### **(3) Nivel longitudinal**

Para el nivel longitudinal se mide el grado de irregularidad de la cuerda de 5 m de largo utilizando las 3 ruedas de traslación instaladas a intervalos de 2,5 m.

Estos valores son de medición estática debido a que el carro de inspección es de peso liviano, por lo que no se puede hacer la medición dinámica que incluye los efectos de los durmientes flotantes, etc.

## **2. Administración de la Trepidación del Tren**

Suponiendo que el transporte ferroviario por tren es una mercancía, el precio se basa en los factores muy importantes que son: Seguridad, Bajo Precio, Prontitud y Comodidad de Pasajeros.

La trepidación del tren difiere de acuerdo con las condiciones del material rodante, de la manera de conducirlo o manejarlo y en mayor grado intervienen las condiciones - buenas o malas de la vía. Por esto, en el mantenimiento de la vía, desde tiempo antiguo siempre se ha demostrado interés para controlar apropiadamente la trepidación del tren.

### **2-1 Administración de la trepidación del tren (en caso del Japón)**

La regulación del sistema de inspección de la trepidación del tren se estableció por primera vez en 1953. En este reglamento se estipula que "En relación con la trepidación del tren a alta velocidad en la vía principal, se deberá hacer la medición más de dos (2) veces al año, utilizando el aparato de medición de la aceleración (acelerómetro) de trepidación".

La manera que se estipula para hacer esta medición es como sigue:

- ① El grado de trepidación del tren se mide dividiéndolo en aceleración de trepidación vertical y en aceleración de trepidación lateral y el resultado de expresa con la aceleración de la gravedad (g).
- ② En las vías intermedias, el registro de trepidación se divide por secciones de 500 m y por cada sección se obtiene el valor medio de aceleración a base de los primeros tres valores de aceleración máxima. Hecho esto, se calculan los valores medios clasificados por nombre de vía, distrito de vía de mantenimiento, cuadrilla de mantenimiento, etc.
- ③ En lo que se refiere al aparato de cambio, se selecciona el valor de grado máximo de aceleración al tiempo de pasar por el aparato de



cambio y a base de este valor se calculan los valores medios clasificados por nombre de vía, distrito de vía de mantenimiento, cuadrilla de mantenimiento, etc.

- ④ La totalización de lo anterior se realiza 2 veces al año (1er. y 3er. trimestres).

Como de podrá entender, la trepidación del tren se controla mediante el Grado de Aceleración y no solo se controla en forma de puntos sino que se totalizan para utilizar los datos en la administración del tramo de vía correspondiente.

Sin embargo, de deberá mencionar que en el citado reglamento no se establecen valores límite sobre la aceleración de la trepidación y a base de las experiencias se instruye que:

- (1) En caso de que el valor sea mayor que 0,2 g, se deberá considerar como nivel para realizar el mantenimiento.
- (2) En caso de que el valor sea de 0,1 a 0,2 g, se deberá considerar como trepidación de precaución, siendo necesario realizar las inspecciones in situ o los trabajos de mantenimiento.

## 2-2 Inspección de la Trepidación del Tren

### (1) Inspección a base de la aceleración de la trepidación

- ① Respecto a la trepidación del tren en la vía principal, o sea en el tramo donde opera el carro de inspección a alta velocidad, la inspección se deberá realizar más de 4 veces al año utilizando este carro (pero en las vías de cuarta categoría donde no se operan trenes expresos o de mayor velocidad, la frecuencia de inspección será de más de 2 veces al año), mientras que en los otros tramos de vía la inspección será de más de 2 veces al año, utilizando el acelerómetro de trepidación tipo portátil (medición de la trepidación vertical y trepidación lateral).

② En los tramos donde se opera a alta velocidad (mayor que 110 km/h), aparte de hacer la medición con el carro de inspección a alta velocidad, se deberá realizar la inspección por más de 4 veces al año utilizando el acelerómetro de trepidación tipo portátil, para medir el grado de trepidación del tren de máxima velocidad (medición de la trepidación vertical y trepidación lateral).

- El acelerómetro de trepidación tipo portátil es un aparato mecánico (véase Cuadro 4) que normalmente se instala en el piso del bogie delantero del tren o del bogie trasero para hacer las mediciones.

**Cuadro 4 Acelerómetro de Trepidación Tipo Mecánico**

Especificaciones	Modelo	
	108	M-2
1. Frecuencia de característica (Hz)	10	10
2. Gama de medición (g)	±0,5	±0,5
3. Relación de amortiguación	Aire 1/13	Aire 1/13
4. Sensibilidad de registro (mm/g)	40	30
5. Sistema de registro	Registro de tinta	
6. Peso del péndulo (kg)	1,2 x 3	1,0 x 2
7. Dirección de la medición	Arriba, abajo, derecha, izquierda, adelante, atrás	Arriba, abajo, izquierda, derecha
8. Factor básico de magnificación	16	12
9. Papel de registro	Papel Gramin 100 mm x 4,0 m	Papel sensible 100 mm x 20 m
10. Alimentación del papel (mm/s)	Motor de C.C. (6V)-5, 10, 20	Motor de C.C. (6V)-5
11. Tamaño (mm)	220 x 70 x 220	160 x 210 x 115
12. Peso (kg)	12	6,4

## (2) Inspección por recorrido

- ① El jefe de inspección y su personal se acomodarán en la parte delantera del tren y mediante la sensación corporal y el instrumento de medición se comprueba el grado de trepidación.

El ciclo normal de inspección por recorrido que realiza el jefe de inspección es más o menos como se indica en el Cuadro 5.

- ② Al tiempo de inspeccionar por recorrido, si se siente grandes trepidaciones, se deberá registrar el sitio, el grado de éstas, etc.

## 2-2 Norma de Reparación de la Vía a Base de la Trepidación del Tren

Sobre los resultados de la inspección de trepidación, se instruye adoptar las medidas siguientes:

- ① En relación con la aceleración de trepidación del tren, tomando como referencia los valores de reparación que se indican en el Cuadro 6, si se descubre que es necesario realizar con urgencia la reparación como resultado de la inspección in situ, ésta reparación se deberá hacer dentro de 15 días. Además, si el valor o valores obtenidos sobrepasan considerablemente los valores de referencia indicados en el Cuadro 19, la reparación se deberá realizar con mayor prontitud.
- ② Si aunque la reparación se debe hacer con urgencia pero no se puede realizar dentro del plazo que se establece, el jefe de mantenimiento decidirá técnicamente la reducción de la velocidad del tren.

**Cuadro 5 Frecuencias de Recorrida de Inspección a Pie y por Tren**

Categoría de vía	Recorrida a pie	Recorrida por tren
1ra. y 2nda.	1 vez por cada 3 días	2 veces por cada 3 días
3ra.	1 vez por cada 6 días	5 veces por cada 6 días
4a.	1 vez por cada 10 días	9 veces por cada 10 días

**Cuadro 6 Valores de Referencia de Reparación de Vía a Base de la Aceleración de Trepidación del Tren**

Clase de carro de inspección	Clase de trepidación	
	Vertical (Arriba, abajo )	Lateral (Derecha, izquierda)
Carro de inspección o carro general de alta capacidad	Amplitud en un lado 0,13 g	Amplitud en un lado 0,13 g
Otros carros de pasajeros	Idem 0,20 g	Idem 0,20 g

### 2-3 Administración del Tramo de Trepidación del Tren

La administración del tramo de vía de trepidación del tren se realiza utilizando el Valor Medio g, pero últimamente se ha reforzado con la instrucción de utilizar adicionalmente el Cuadro de Distribución del Valor g en los Tramos Representativos.

La administración a base del valor medio g es como sigue:

- ① En las vías intermedias, la distancia de cada 500 m se considera como una partida y en cada partida se seleccionan los primeros 3 valores máximos de aceleración de la trepidación del tren, clasificados por trepidación vertical (hacia arriba y hacia abajo) y trepidación lateral (hacia la derecha y hacia la izquierda).
- ② En los aparatos de cambio de vía, se selecciona un valor máximo de aceleración de la trepidación del tren en dirección vertical y lateral, al tiempo de que el tren pasa por el aparato de cambio de vía.
- ③ Utilizando estos valores mencionados arriba, se calculan (2 veces al año, en el 1er. y 3er. trimestres) los siguientes valores medios g, clasificados por vías intermedias y aparatos de cambio para hacer la comparación y ver la tendencia de cada año.

Valores medios g, por:

- \* Departamento, nombre de vía/línea, categoría de vía, distrito de mantenimiento, cuadrilla de trabajo
- \* Departamento, nombre de vía/línea, categoría de vía, distrito de mantenimiento
- \* Departamento, nombre de vía/línea, categoría de vía
- \* Nombre de vía/línea, categoría de vía
- \* Categoría de vía
- \* Valor medio g a nivel nacional

Estos valores indican el estado en término medio de la trepidación del tren por unidades de tramo de vía, pero no indica la Frecuencia de Ocurrencia Clasificada por Grado o Magnitud de la Trepidación. Por esto, a partir de 1976 en los tramos representativos se utiliza adicionalmente el Cuadro de Distribución del Valor g para hacer la totalización (véase la Fig. 8).

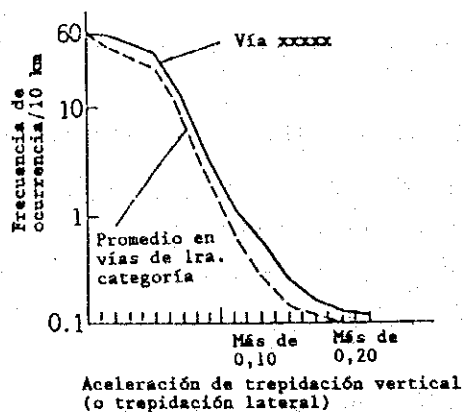


Fig. 8 Cuadro de Distribución del Valor g

En este cuadro se indica, por ejemplo en caso de los tramos representativos a nivel nacional, la cantidad o número de ocurrencia de valores mayores que 0,13 g por cada 10 km así como el estado de comparación de la frecuencia de ocurrencia en relación con el promedio nacional clasificado por categorías de vía.

Tomando como referencia el Valor Medio g de los Tramos de Vía y el Cuadro de Distribución de los Valores g, si ciertos tramos se encuentran en peores condiciones que los otros, se deberán adoptar medidas adecuadas que se adapten a las situaciones especiales que les corresponden.

#### 2-4 Medidas de Prevención de la Trepidación del Tren

Aunque actualmente se están realizando estudios sobre las causas de trepidación de trenes, especialmente los de alta velocidad, así como sobre las medidas eficientes de prevención, en agosto de 1978 se realizó la medición de la aceleración de trepidación de trenes en la línea Tohoku-honsen (vías de ida y vuelta) entre las estaciones de Ueno - Aomori (Japón), y el análisis de los sitios de gran trepidación mayores que 0,2 g, se muestra en el Cuadro 7.

Como tren de medición de la aceleración de trepidación se utilizó el tren super-expreso con coches dormitorios, el sitio de medición fue en el extremo trasero, sobre el piso del pivote central del bogie de atrás y como aparato de medición se instaló el acelerómetro de trepidación tipo Yoshida.

Del Cuadro 7 se da a conocer lo siguiente:

- ① La trepidación ocurre con mayor frecuencia en los sitios en curva (aprox. 65%)
- ② También ocurre en los sitios cercanos (adelante o atrás) de los pasos a nivel, de los aparatos de cambio de vía, de los puentes, etc. (aprox. 20%)
- ③ Respecto a la relación con las irregularidades de vía, en caso de la trepidación vertical cuya aceleración de trepidación fue mayor que 0,2 g, entre los sitios que indicaron este valor, más de la mitad registraron una irregularidad de nivel longitudinal mayor que 20 mm, o sea que en los sitios donde las irregularidades son grandes, la trepidación es mayor.

**Cuadro 7. Sitios de Gran Trepidación (Amplitud de un lado - más de 0,20 g) en la Línea Tohoku-honsen y el Estado de la Vía**

Item	Trepidación lateral								
	Sitios de ocurrencia								
	Dentro la curva de transición	Dentro la curva circular	Camino de paso a nivel	Dispositivo de expansión	Aparato de cambio de vía	Instalación de alcantarilla	Bombeo de lodo Puentes	Otros	Suma
Irregularidades cuyos valores corresponden a la reparación C	2	-	-	-	-	-	-	-	1,6% 2 ①
Irregularidades que no sobrepasan los valores de la reparación C pero que son relativamente grandes (más de 20 mm)	4	5	1	1	2	-	-	1	11,2% 14 ②
Irregularidades combinadas, mayores que 20 mm	16	17	5	-	3	1	2	4	38,4% 48
Otros	16	21	2	1	6	2	1	12	48,8% 61
<b>Total</b>	<b>30,4%</b> 38	<b>34,4%</b> 43	<b>6,4%</b> 8	<b>1,6%</b> 2	<b>8,8%</b> 11	<b>2,4%</b> 3	<b>2,4%</b> 3	<b>13,6%</b> 17	<b>100%</b> 125

Item	Trepidación vertical								
	Sitios de ocurrencia								
	Dentro la curva de transición	Dentro la curva circular	Camino de paso a nivel	Dispositivo de expansión	Aparato de cambio de vía	Instalación de alcantarilla	Bombeo de lodo Puentes	Otros	Suma
Irregularidades cuyos valores corresponden a la reparación C	1	3	-	1	1	-	-	28,6% 6	5,5% 8
Irregularidades que no sobrepasan los valores de la reparación C pero que son relativamente grandes (más de 20 mm)	1	1	-	1	1	1	-	23,8% 5	13,0% 19
Irregularidades combinadas, mayores que 20 mm	-	-	-	-	-	-	-	-	32,9% 48
Otros	1	5	1	-	-	2	1	47,6% 10	48,6% 71
<b>Total</b>	<b>14,3%</b>	<b>42,9%</b>	<b>4,8%</b>	<b>9,5%</b>	<b>9,5%</b>	<b>14,3%</b>	<b>4,8%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Nota: Las cifras dentro del círculo ① significa la indicación repetida de los sitios donde las irregularidades combinadas son mayores que 20 mm.

En cuanto a la trepidación lateral, se registró un poco más del 10% de esos sitios donde las irregularidades de trocha, de nivel y de alineación fueron mayores que 20 mm, por lo que se piensa que la irregularidad independiente de vía no puede ser la única causa de la trepidación. Por esto, dentro de los sitios de trepidación, investigando por ejemplo los sitios donde las irregularidades combinadas de alineación y de nivel exceden de 20 mm, aproximadamente la mitad (58 sitios de los 125 sitios investigados) registró la trepidación. O sea que se puede pensar que la aceleración de trepidación lateral está relacionada estrechamente con las irregularidades combinadas de alineación y nivel de la vía.

- ④ Además, según el resultado de esta medición, aunque en los sitios de bombeo de lodo la ocurrencia de la aceleración de trepidación fue baja, se supone que esto se debe a que en 1978 la precipitación fue relativamente pequeña.

De lo anterior, como medidas de prevención de la trepidación de trenes en los tramos de tráfico a alta velocidad, se enumeran las siguientes:

**(1) Medidas básicas**

**a) Mejoramiento de la vía**

En los sitios donde regularmente ocurren grandes trepidaciones del tren a causa de la mala estructura de la vía, se deberá mejorar básicamente esta estructura.

- ① La vía se deberá reforzar utilizando rieles de 60 kg y aumentando el espesor del balasto (de 250 mm se aumenta a 350 mm).
- ② En los sitios fangosos con dificultades en el mantenimiento, sea a causa de la mala base de la vía o por la deficiencia del drenaje, se deberá mejorar las condiciones de la base.
- ③ En los sitios donde el deterioro o destrucción de la vía es grande y se debe mejorar el paso a nivel, se deberá reforzar la estructura.



- ④ Donde hace falta la elevación o peralte de la vía o si el largo de la curva de transición no es suficiente y por lo cual los pasajeros se sienten incómodos, se deberá mejorar las condiciones de la curva.

**b) Aseguramiento de los intervalos de mantenimiento**

En los tramos de vía donde hacen falta los intervalos de mantenimiento para utilizar la maquinaria/equipos, para reemplazar los materiales de vía y para realizar los trabajos necesarios, se deberá mantener de una manera segura esos intervalos.

**(2) Medidas provisionales**

- ① Siempre se deberá tener conocimiento de las condiciones de trepidación del tren mediante un control adecuado, y cuando se descubre que la trepidación es grande, se deberá analizar la causa para realizar los trabajos de reparación de la vía en los sitios necesarios o de reparación provisional.

Tal como se explicó anteriormente, los sitios donde ocurren grandes trepidaciones son en las curvas, pasos a nivel, en los aparatos de cambio de vía, cerca de los puentes, sitios donde las irregularidades de vía son notables, especialmente en esos sitios donde existen irregularidades combinadas de trepidación lateral, etc., siendo necesario darles mayor grado de prioridad al realizar los trabajos de reparación/mejora.

- ② En caso de haber sitios con dificultades para mejorar (mejora de la base de la vía y de la curva) la trepidación del tren, se tomarán medidas para reducir o limitar la velocidad y aliviar el grado de trepidación.

En lo que se refiere a la aceleración de la trepidación del tren, esto se relaciona no solo con la magnitud de las irregularidades de la vía sino que también con la longitud de onda, por lo que es necesario considerar la reparación tomando en cuenta la longitud de la onda de resonancia que corresponde a la velocidad del tren.

Especialmente cuando el tren marcha a alta velocidad, las irregularidades de la vía (cuya longitud de la onda es mayor que 10 m de la cuerda de medición actual) afectan la trepidación del tren y aunque se haga la corrección o ajuste de las irregularidades normales de gran magnitud no se puede reducir la trepidación del tren, se deberá comprobar si existen irregularidades de longitud de onda larga.

### **3. Administración de Curvas**

En los sitios de curva, con el fin de que el tráfico del material rodante se haga sin dificultades y reducir en todo lo posible el deterioro o destrucción de la vía, se construyen huelgos, peraltes y curvas de transición y se establecen condiciones como de asegurar una distancia mínima recta entre las curvas, la prohibición de curvas de transición y de curvas verticales que hagan competencia, y otras más.

Si lo citado anteriormente no se construye o se establece adecuadamente, los pasajeros del tren se sentirán incómodos y con la ocurrencia de la presión lateral excesiva, habra desgaste del riel y salida del clavo o escarpia de vía, también irregularidades de alineación, etc. Consecuentemente es necesario comprobar siempre el estado de las curvas, programar de acuerdo con las necesidades las reparaciones/mejoras y en las curvas que se encuentran en malas condiciones se deberá reducir la velocidad del tren o adoptar medidas apropiadas.

A continuación se explica sobre los asuntos de mayor importancia en la administración de las curvas.

#### **3-1 Comprobación de las Características de la Curva**

Con el fin de que los pasajeros se sientan cómodos y para evitar el descarrilamiento del tren, se deberá poner atención especial en los puntos siguientes:

##### **(1) Huelgo**

En las curvas, la cara lateral del riel se desgasta debido a la presión lateral que recibe de la rueda y si esta presión es excesiva se salen los clavos o escarpas de la vía y gradualmente se va aumentando el estado del huelgo.

En caso de que el huelgo sobrepase la medida del reglaje, esto hace serpentear los carros por lo que los pasajeros se sienten incómodos y si la trocha se extiende demasiado, existe el peligro de descarrilamiento.

Por esto, es necesario comprobar constantemente la trocha y en caso de que se deba hacer la reparación B o de urgencia, etc., esto se deberá realizar oportunamente.

## (2) Falta de peralte

Si la falta de peralte o elevación es demasiado grande, accionará la fuerza centrífuga excesiva y los pasajeros se sienten incómodos. El grado de falta de peralte, se obtiene tal como se indica en la fórmula siguiente, a base de la diferencia entre el peralte o elevación de equilibrio relacionado con el tren de máxima velocidad en el tramo de vía, y el peralte establecido en el sitio de la curva. En caso de vía estrecha, se deberá comprobar si la falta de peralte no excede de 60 mm (55 mm) para el tren eléctrico y el carro automotor y para los otros trenes si no excede de 50 mm (45 mm).

$$C_d = C_m - C$$

donde:  $C_d$  : Falta de peralte (mm)

$C_m$  : Peralte de equilibrio del tren de velocidad máxima  
(mm)

$C$  : Peralte establecido en el sitio de la curva (mm)

En este caso, la velocidad máxima no significa la velocidad de marcha en la curva sino que se aplican las velocidades límite que se clasifican por radios de curva para el tren de máxima velocidad. Esto se debe a que usualmente con el objeto de tener cierto margen en la hora o tiempo de llegada del tren, la velocidad que se establece es de aproximadamente 3 a 4 km más baja que la velocidad límite y cuando el tren está atrasado, hay casos en que el tren corre al máximo de la velocidad límite para recuperar el atraso.

Sin embargo, en las curvas que se indican a continuación, cuando el tren de velocidad máxima siempre marcha a una velocidad menor que la velocidad límite, no es necesario aplicar la velocidad máxima de reglamentación.

- ① Curva que existe cerca de la estación donde debe parar el tren de máxima velocidad.
- ② Aunque la estación es de pasada del tren de máxima velocidad, no es curva donde se puede correr a la velocidad estipulada debido a las restricciones de los aparatos de cambio de vía, etc.
- ③ Curva que se encuentra entre curvas de radio pequeño y por lo cual existe la limitación de velocidad máxima.
- ④ Otras curvas, por ejemplo, esas donde se limita la velocidad a causa de edificios, construcciones, etc.

La velocidad máxima en estas curvas se calcula a base de la velocidad de marcha en la curva (tren de máxima velocidad) agregándole aproximadamente 4 km/h.

### (3) Longitud de la curva de transición

La longitud de la curva de transición, aunque sea en casos inevitables en vía estrecha, deberá ser la longitud mayor que el valor máximo calculado mediante las tres fórmulas que se indican abajo. Esta longitud se establece por unidad de 5 m (p.e. en caso de 3,5 m se calcula como 5 m, si es de 7,5 m se calcula como 10 m).

$$L_1 = \alpha C$$

$$L_2 = 0,007CV$$

$$L_3 = 0,007C_d V$$

donde:  $\alpha$  : En caso de la vía A...0,6, vía B...0,45, vía C...0,4  
 V : Velocidad máxima del tren (km/h)  
 C : Peralte del sitio de la curva (mm)  
 $C_d$  : Falta del peralte (mm)

Respecto a la velocidad máxima del tren, la comprobación de la falta de longitud de la curva de transición se puede hacer de la misma manera que en el caso de comprobación de la falta del peralte. Sin

embargo, en caso de la construcción de una nueva vía, se deberá aplicar la velocidad límite clasificada por radios de curva del tren de máxima velocidad y aún en las curvas cercanas a la estación no se deberá reducir la velocidad en la curva de marcha. La razón es que en caso del peralte, si la elevación es mayor que la necesaria, se tendrán inconvenientes en la comodidad de los pasajeros o en el mantenimiento de la vía, pero en caso de la longitud de la curva de transición, cuanto más larga sea, la conveniencia es mayor, pues en el futuro también se podrá mejorar fácilmente la velocidad.

#### **(4) Longitud mínima de línea recta entre curvas**

En lo que se refiere a la longitud mínima en línea recta entre curvas de direcciones opuestas se deberá insertar una línea mayor que 10 m por lo menos. Sin embargo, en caso de que no se pueda insertar la línea recta a causa de las condiciones de la vía, en las 2 curvas de direcciones opuestas se deberá reducir gradualmente ambas curvas conectándolas directamente con curvas continuas de transición (cuando las 2 curvas son en la misma dirección, se hace la reducción gradual de curva).

Si la línea recta entre curvas es corta, especialmente en el caso de 2 curvas en direcciones opuestas, resulta que antes de que disminuyan los efectos de la trepidación recibida en la primera curva, se pasa a la segunda curva y de aquí en adelante se recibe la trepidación hacia el lado inverso y consecuentemente los pasajeros se sienten muy incómodos.

En la vía estrecha, especialmente en esos tramos donde se marcha a alta velocidad, para la prevención de la trepidación del tren se requiere que la distancia de 10 m (entre 2 curvas opuestas) citada anteriormente, deberá ser mayor a 20 m.

#### **(5) Competencia entre la curva de transición y la curva vertical**

En el sitio de la curva de transición, debido a que se hace la reducción gradual del peralte, la irregularidad de distorsión de vía es

peor que en los tramos normales, mientras que en el sitio de curva vertical, si la forma es convexa, disminuye la carga del eje del carro a causa de la fuerza centrífuga y si la forma es cóncava, ocurre el fenómeno de flotación de los carros intermedios del tren a causa de la resistencia a la marcha en la parte delantera del tren.

Por esto, si hay competencia de estas curvas de condiciones desventajosas, ocurren dificultades en el mantenimiento de la vía y además, como afecta la seguridad de marcha del tren así como la comodidad de los pasajeros, se deberá evitar todo lo posible. En particular, se deberá poner atención especial sobre la competencia en las curvas de transición donde el múltiplo de reducción gradual del peralte es pequeño.

**(6) Longitud mínima de la curva circular**

La longitud de curvas circulares de un radio igual en la vía principal, es de más de 20 m, excepto los casos de curvas anexas en los cambios de vía. Esto es para evitar que el carro reciba los efectos de las curvas de transición en ambos lados de entrada y de salida y por lo cual se establece la longitud de la curva circular de manera que sea mayor que el largo de un carro. Especialmente en los tramos donde se corre a alta velocidad es necesario hacer esta verificación.

**(7) Placa de asiento o cuña**

Las condiciones mínimas de instalación de la placa de asiento del riel son como se indica en el Cuadro 8, clasificadas por modelo de locomotora. Primero se deberá hacer la comprobación a base de este cuadro y cuando no se instala la placa de asiento, se deberá adoptar la medida siguiente.

Se instala la cuña cuando no se utiliza la placa de asiento, en las curvas de la vía principal o vía auxiliar importante, cuyo radio de curva sea menor que 600 m.

Consecuentemente cuando no hay placa de asiento, la condición mínima es de instalar la cuña de acuerdo con esta instrucción.

(8) Otros

También es necesario hacer comprobaciones de la longitud de la línea recta entre el aparato de cambio de vía y la curva que se encuentren adyacentes, así como en el caso de clavar mayor cantidad de escarpías, clavos de riel, etc.

**Cuadro 8. Condiciones de Instalación de la Placa de Asiento (Clasificación/Modelos de Locomotora)**

Modelos de locomotora			Radio de curva que requiere la instalación de placas de asiento
Locomotora de vapor	Locomotora eléctrica	Locomotora diesel	
D52 C59	EF18 EF56 EF57 EF58		Menos de 600 m
	EF30		Menos de 500 m
C62 (Carga de eje liviano) D60 D61	ED71 ED72 ED73 ED75 ED76 ED77 ED78 EF10 EF11 EF12 EF13 EF14 EF15 EF16 EF52 EF59 EF60 EF61 EF62 EF63 EF64 EF65 EF66 EF70 EF71 EF80 EF81 EH10	DE50	Menos de 400 m
C11 C55 C57 C58 C61 9600 D50 D51	ED16 ED17 ED21 ED30 ED60 ED61 ED70 ED74	DD50 DD51 (Carga de eje 15 t) DD53 DF91	Menos de 300 m
8620 C50 C58		DD13 DD14 DD15 DD21 DD51 (Carga de eje 15 t) DD54 DE11 DF50	Menos de 250 m
	ED18	DD16 DE10 DE15	Menos de 200 m
	ED19		Menos de 150 m
C12 C56			Para las curvas de un radio menor que 150 m se deberá aumentar la cantidad de escarpías, clavos



### **3-2 Designación de las Curvas de Precaución**

Después de realizar la comprobación de los diversos ítems explicados anteriormente, las curvas que se encuentran en malas condiciones se designan como curvas de precaución.

Si las curvas de precaución se clasifican en 3 categorías de acuerdo con el grado de precaución, se podrá llevar un control detallado.

- 1ra. Categoría ..... Curva relacionada con la seguridad de marcha del tren y que se debe mejorar o limitar la velocidad.
- 2da. Categoría ..... Aunque la curva está relacionada con la seguridad de marcha del tren, las condiciones son menos severas que las de la 1ra. categoría.
- 3ra. Categoría ..... Curva que influye en la comodidad de los pasajeros, etc.

### **3-3 Tratamiento de las Curvas de Precaución**

En las curvas de precaución se deberá realizar cuidadosamente las inspecciones y trabajos de mantenimiento rutinarios y donde existe la posibilidad de realizar mejoras, estas se deberán hacer en forma ordenada y programada.

En las curvas donde las condiciones son especialmente malas, y cuando los pasajeros se sienten muy incómodos, el jefe de mantenimiento podrá decidir la reducción de la velocidad del tren.

#### **(1) Asuntos que se deben condiderar en la inspección de la vía**

En las curvas de precaución, al tiempo de hacer la inspección usual de la vía, se deberán analizar los datos de una manera más minuciosa que en casos de otros tramos.

Por ejemplo cuando se examina el registro (gráfico) elaborado por el carro de inspección, no solo se deberá comprobar las irregularidades de la vía y la trepidación del tren que sobrepasan los valores de la reparación C, sino que también se deberán investigar detalladamente las irregularidades combinadas y de la trocha. Al mismo tiempo se deberá establecer valores más pequeños que los de los tramos normales

para realizar el control/administración. Además, se recomienda que estas reparaciones se hagan con mayor prioridad que en los otros tramos y con prontitud.

En cuanto a las condiciones de los materiales de la vía, por ejemplo el desgaste de rieles, deterioro de los durmientes, fango del balasto, etc., se deberá conocer los detalles al igual que en el caso de las irregularidades de la vía y el mantenimiento se deberá realizar con anticipación.

**(2) Asuntos que se deben considerar en la ejecución de los trabajos de mantenimiento**

Al realizar estos trabajos en los sitios de curvas se deberá adoptar medidas especiales de precaución para que no ocurran accidentes como de descarrilamiento del tren, etc.

Por ejemplo, cuando se va a renovar el balasto, se deberá poner atención en el hundimiento anormal a causa del aflojamiento del balasto mientras se trabaja, también en el desarrollo acelerado de las irregularidades de vía después de terminar la renovación del balasto y finalmente no deberá haber equivocación del tiempo para hacer las reparaciones necesarias.

Además, en caso de apisonar y levantar la vía, para que no ocurra una gran irregularidad del nivel durante el trabajo, se compacta el balasto y se levantan al mismo tiempo ambos rieles de los lados izquierdo y derecho. Tomando esta precaución, se procede a la instalación correcta que se requiere.

Las atenciones solicitadas anteriormente son muy importantes cuando se trabaja en las curvas de precaución.

**(3) Activación de las mejoras**

En las curvas de precaución, se deberá activar en todo lo posible las mejoras que se puedan realizar y en tales casos es necesario solicitar el presupuesto de las obras e introducir en el programa de trabajos los que se pueden controlar directamente, o sea que las mejoras se deberán realizar a base de un plan detallado y en forma global.

#### 4. Control de la Luz de Junta

La luz o espacio libre de junta, si ésta es demasiado pequeña, será la causa del resalto del riel y al contrario, si es demasiado grande, la fuerza de impulso se hace grande al tiempo de la pasada del tren y esto no solo afecta el estado de comodidad de los pasajeros sino que es la causa de la depresión en la junta, deterioro del riel, rotura del perno de la placa de junta, etc.

Consecuentemente el control adecuado de la luz de junta es un asunto muy importante en la administración y mantenimiento de la vía ferrea.

En Japón, el método de control de la luz de junta es como se explica abajo.

##### 4-1 Método de Evaluación de la Luz de Junta

###### (1) Luz media de junta

Para evaluar si la luz media de junta en cierto tramo es o no adecuada, primero se obtienen los valores de medición cuando la luz se acorta al tiempo de que sube la temperatura del riel y también cuando la luz se alarga al tiempo de que baja la temperatura del riel. Luego se calcula la luz  $E_1$  que se establece en relación con la temperatura  $T_1$ , mediante la fórmula siguiente:

$$E_1 = \frac{1}{2} \{ \bar{e}_1 + \bar{e}_2 - 0,0114L (T_1 - T_2) \}$$

donde:  $\bar{e}_1$  : Valor medio de la luz (mm) en relación con la temperatura  $T_1$  que está subiendo del riel

$\bar{e}_2$  : Valor medio de la luz (mm) en relación con la temperatura  $T_2$  que está bajando del riel

L : Longitud del riel (m)

Tal como se muestra en la Fig. 9,  $E_1$  es la luz sobre la línea de libre expansión en relación con la temperatura  $T_1$  que está subiendo,  $\bar{e}_1$  y  $\bar{e}_2$

son las luces aparentes mientras que  $E_1$  es la luz real, existente. Consecuentemente, haciendo la comparación de  $E_1$  y  $E$  que es la luz normal que se establece para  $T_1$  de la Fig. 10, si la diferencia es menor que 2 mm, se estima que la luz en ese tramo es adecuada.

Normalmente la longitud del tramo para comprobar la luz media es de alrededor de 10 juntas.

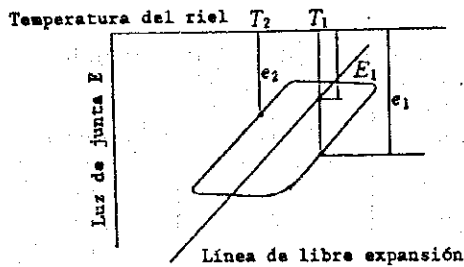


Fig. 9

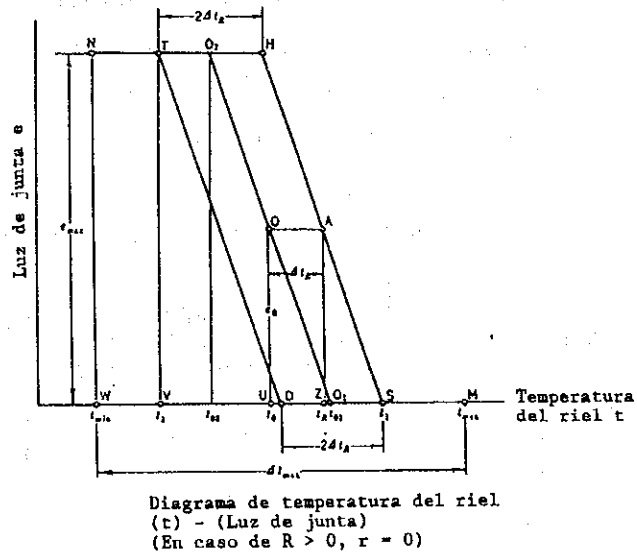


Fig. 10

## (2) Estado continuo de luces ciegas de junta

Respecto al estado continuo de luces ciegas de junta, si hay más de 3 sitios continuos, se estima que está defectuoso. En caso de que las luces se hagan ciegas en forma continua, se aumenta la tensión axial haciendo que resalte el riel y como se podrá notar en la Fig. 10, aunque las luces de junta sean correctas, si la temperatura sobrepasa el límite, inevitablemente estas se hacen ciegas o se embozan.

Por lo cual, para inspeccionar el estado continuo de las luces ciegas se deberá evitar el tiempo cuando la temperatura es elevada y esperar hasta que la temperatura del riel sea menor que  $40^\circ\text{C}$ .

**(3) Luz excesiva de junta**

Las medidas normales de las luces excesivas de junta son:

Rieles de 50 kg.N y de 50 kg ..... 10 mm

Rieles de 40 kg.N, 37 kg y 30 kg ..... 14 mm

Sin embargo, considerando últimamente las tolerancias de fabricación de las placas de unión y de los pernos de las placas de unión o de junta, y a base de las temperaturas de apertura de las juntas de riel (Cuadro 9), se ha decidido provisionalmente hacer la modificación de las medidas admisibles para la luz excesiva de junta, tal como se indica en el Cuadro 10.

**Cuadro 9 Límites de Apertura de las Juntas de Riel (mm)**

Clase de riel	Límites de apertura cuando todas las tolerancias son cero (0)	Límites de apertura considerando las tolerancias		
		Máxima	Mínima	Promedio
60	16,0	23,5	6,7	14
50N, 40N	15,9	21,0	7,7	14
50PS	15,2	20,3	7,0	14
37	15,3	20,4	7,1	14
30	22,3	27,4	14,1	21

Nota: Tolerancia significa el error admisible de fabricación de rieles, placas de unión y pernos de placa de unión.

**Cuadro 10 Medidas Normales Admisibles de Luz Excesiva de Junta**

Clase de riel	Luz de junta, grande	Luz de junta, supergrande
60, 50N 50PS, 40N, 37	14 mm	20 mm
30	21 mm	27 mm

Las medidas que se adoptan para los casos indicados arriba son:

- ① En los sitios donde suceden en forma continua las "luces de junta, grandes" se deberá hacer la corrección/ajuste de la luz, también la

reparación de los dispositivos de fijación (reajuste de pernos, etc.) y en caso necesario se instala mayor cantidad de anclas de vía (antideslizantes) o se adoptan medidas adecuadas, etc.

- ② En los sitios donde suceden "luces de junta, supergrandes" trabaja una fuerza grande sobre los pernos de la placa de unión y como usualmente estos pernos se encuentran desgastados, curvos o agrietados, se deberá hacer ajustes sencillos de las luces y reemplazar los pernos de unión a la mayor brevedad posible.

#### 4-2 Método de Cálculo para Ajustar la Luz de Junta

##### (1) En caso de ajustes menores

- ① Se mide la luz de junta actual en el tramo donde se va a hacer el ajuste.
- ② Al mismo tiempo de medir la luz de junta, cerca de los extremos de los rieles, tanto en los rieles como en los durmientes, se marcan las líneas de referencia como se indica en la Fig. 11.

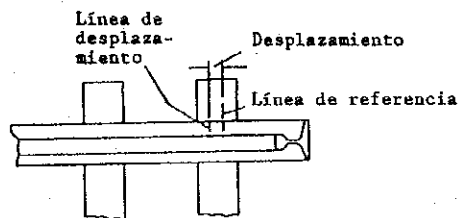


Fig. 11 Marcación de las líneas de referencia y de desplazamiento

- ③ El cálculo para ajustar la luz de junta se hace como se indica en el Cuadro 11. La luz de junta de diseño se obtiene sumando los valores de las luces de junta actuales y el total se divide por el número de juntas sumadas para conseguir el valor medio de la luz de junta que se denomina "luz de junta de diseño". Sin embargo, se deberá poner atención en que la diferencia entre ésta y la luz de junta de regulación (estándar) no deberá ser demasiado grande.

El signo (+) significa el desplazamiento del riel del lado del punto de terminación hacia el lado del comienzo de la vía, visto

desde la junta, mientras que el signo (-) significa el desplazamiento hacia el lado del final.

- ④ El desplazamiento (valor) calculado con el Cuadro 30 se marca en cada riel en base de la línea de referencia ②.
- ⑤ El trabajo de ajuste de la luz de junta se realiza moviendo el riel de manera que coincida la línea de desplazamiento del riel, con la línea de referencia del durmiente.

**Cuadro 11 Cálculo de Ajustes Menores de la Luz de Junta**

Número de juntas N	Luz de junta actual E	Luz de junta de diseño F	Diferencia E - F	Desplazamiento
1	$e_1$	e	$e_1 - e$	$e_1 - e$
2	$e_2$	e	$e_2 - e$	$e_1 + e_2 - 2e$
3	$e_3$	e	$e_3 - e$	$e_1 + e_2 + e_3 - 3e$
4	$e_4$	e	$e_4 - e$	$e_1 + e_2 + e_3 + e_4 - 4e$
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
n	$e_n$	e	$e_n - e$	$e_1 + e_2 \dots_n - ne$
Total	$\Sigma e_n$	$n \cdot e$	$\Sigma e_n - ne = 0$	

**(2) En caso de ajustes mayores**

- ① En los tramos donde se requiere el ajuste de la luz de junta, en un día cercano al del comienzo de los trabajos de ajuste, se mide la luz de junta  $e_1$  al tiempo de que está subiendo la temperatura del riel y la luz se está acortando, también se mide la luz de junta  $e_2$  cuando está bajando la temperatura del riel y la luz se está alargando.
- ② Al igual que en el caso de ajustes menores, cuando se mide la luz de junta durante la subida de la temperatura del riel, cerca de los extremos de los rieles se marcan las líneas de referencia.

- ③ La luz de junta de diseño se obtiene con la fórmula siguiente:

$$E_0 = \frac{\sum e_1}{n} + (E - E_1) = \bar{e}_1 + (E + E_1)$$

donde:  $E_0$  : Luz de junta de diseño

$n$  : Número de juntas en el tramo donde se hace el ajuste de la luz de junta

$\sum e_1$  : Total de luces actuales de junta cuando la temperatura  $T_1$  del riel está subiendo en el tramo donde se ajusta la luz de junta

$E_1$  : Luz de junta que se establece cuando la temperatura del riel es  $T_1$

$E$  : Luz de junta normal cuando la temperatura del riel es  $T_1$

Esta fórmula significa que la luz de junta de diseño se obtiene agregando a la luz de junta actual el exceso o faltante de la luz de junta normal. Además, generalmente  $E$  y  $E_1$  se pueden aproximar extendiendo el tramo objeto del ajuste de la luz de junta. Si no hay gran diferencia entre los valores de  $E$  y  $E_1$ ,  $\bar{e}_1$  se podrá considerar como luz de junta de diseño. En caso de que aunque se extiende el tramo no se aproximan los valores  $E$  y  $E_1$ , es necesario arreglar (reemplazar o cortar) la longitud del riel.

- ④ El cálculo de ajuste de la luz de junta se hace de la manera indicada en el Cuadro 12.
- ⑤ El valor de desplazamiento calculado con el Cuadro 12 se marca en los rieles del sitio del trabajo y a base de este valor se procede a los trabajos de ajuste de la luz de junta.

Debido a que se requiere que desde el tiempo que se hace la medición de la luz de junta hasta que se realizan los trabajos de ajuste no se altere el estado de la luz de junta, este período deberá ser lo más corto posible, o sea que los días entre la medición y el ajuste se deberán reducir al mínimo.



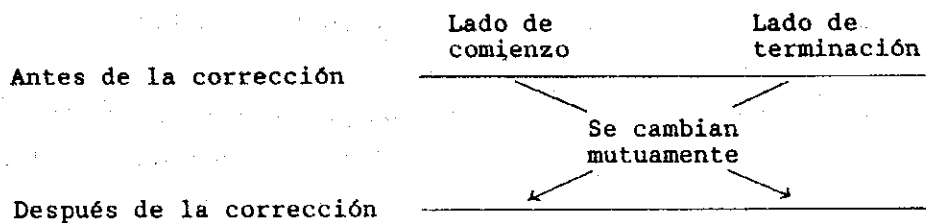
- ⑥ En la elaboración del plan de ajuste de la luz de junta se deberá tener cuidado para que la dislocación de los rieles de los lados derecho e izquierdo no sea muy grande.

Usualmente la corrección de la dislocación se hace arreglando el riel de un solo lado en el tramo donde sucede esta irregularidad. En este caso, donde la vía es recta se arregla el riel de cualquier lado (derecho o izquierdo), mientras que en el sitio de curva se arregla el riel del lado interior.

**Cuadro 12 Cuadro de Cálculo de Ajuste de la Luz de Junta**

Desde	km	Temperatura del riel	$T_1 =$	$^{\circ}\text{C}$	Condiciones meteorológicas:							
Hasta	km		$T_2 =$	$^{\circ}\text{C}$	Fecha:							
Número de junta	Lado izquierdo				Lado derecho				Dislocación			
	Luz de junta que se mide		Luz de junta de cálculo	Diferencia	Desplazamiento (Total de diferencia)	Luz de junta que se mide		Luz de junta de cálculo	Diferencia	Desplazamiento (Total de diferencia)	Valor de medición	Valor de cálculo
	$e_1$	$e_2$	$E_0$	$e_1 - E_0$		$e_1$	$e_2$	$E_0$	$e_1 - E_0$			

- Notas: 1. El signo (+) significa el desplazamiento del riel del lado del punto de terminación hacia el lado del punto de comienzo, mientras que el signo (-) significa el desplazamiento del riel del lado del punto de terminación hacia el lado del punto de terminación, vistos desde la junta.
2. El signo (+) de dislocación significa que la junta izquierda se encuentra en el lado del punto de terminación y el signo (-) significa que la junta derecha se encuentra en el lado del punto de terminación.
3. El valor de cálculo de las dislocación es: (Desplazamiento del lado derecho) - (Desplazamiento del lado izquierdo) + (Valor de medición de la dislocación)



**Fig. 12 Corrección de la Dislocación**

O sea que, tal como se muestra en la Fig. 12 en el sitio donde se quiere hacer la corrección, se selecciona en el lado del punto de terminación el riel que sea más largo (o corto) que el usual y se cambian mutuamente para corregir la dislocación.

En caso de que en la zona de los trabajos existe gran irregularidad desde el punto de comienzo hasta el punto de terminación, se deberá preparar en el lado del punto de comienzo, el riel cuya longitud es más larga o corta (longitud usual  $\pm$  valor de dislocación) que la usual, mientras que en el lado del punto de terminación esto se hace al revés pero de los mismos valores de dislocación, para cambiar los rieles al tiempo de hacer el ajuste de la luz de junta.

**[Ejemplo de cálculo]**

En el tramo de 25 m y riel de 50 kg., las luces de junta cuando la temperatura que está subiendo del riel es  $T_1 = 29^\circ$  y la temperatura que está bajando del riel es  $T_2 = 15^\circ$ , fueron como se indica abajo. En este caso, para estimar si la luz de junta es o no apropiada y para calcular la corrección/ajuste de la luz de junta se hace lo siguiente:

Número de junta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Luz de junta $e_1$ cuando $T_1=29^\circ$	0	0	0	0,5	0	2	0	0	2,5	3
Luz de junta $e_2$ cuando $T_2=15^\circ$	0	0	0	2	1	3	2	4	4	5
Número de junta	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Luz de junta $e_1$ cuando $T_1=29^\circ$	4	8	12	5	10	13,5	8	5	12,5	10
Luz de junta $e_1$ cuando $T_2=15^\circ$	10	10	12	10,5	12	14	10	15	20	10,5

(i) Para estimar si la luz de junta es o no la apropiada

Debido a que esta estimación se realiza por cada 10 juntas, en este caso se divide en 2 bloques, o sea, de 1 a 10 y de 11 a 20.

\* 1er. bloque (No. 1-10)

$$\bar{e}_1 = \frac{\Sigma e_1}{n} = \frac{8}{10} = 0,8 \text{ mm}$$

$$\bar{e}_2 = \frac{\Sigma e_2}{n} = \frac{21}{10} = 2,1 \text{ mm}$$

$$E_1 = \frac{1}{2} \{ e_1 + e_2 - 0,0114L(T_1 - T_2) \}$$

$$= \frac{1}{2} \{ 0,8 + 2,1 - 0,0114 \times 25 \times (29-15) \} = 0,6 \text{ mm}$$

$$E = 4,5 \text{ mm}$$

$$E_1 - E = -0,6 - 4,5 = -5,1 > -2$$

\* 2ndo. bloque (No. 11-20)

$$\bar{e}_1 = \frac{88}{10} = 8,8 \text{ mm}$$

$$\bar{e}_2 = \frac{124}{10} = 12,4 \text{ mm}$$

$$E_1 = \frac{1}{2} \{ 8,8 + 12,4 - 0,0114 \times 25 \times (29-15) \} = 8,6 \text{ mm}$$

$$E_1 - E = 8,6 - 4,5 = 4,1 > 2$$

Del resultado de arriba, se estima que en el 1er. bloque hace falta la luz de junta, que en el 2ndo. bloque la luz de junta es excesiva y que en ambos bloques se requiere el ajuste.

(ii) Cálculo de corrección/ajuste de la luz de junta

El cálculo se hace reuniendo ambos bloques.

$$e_1 = \frac{8 + 88}{20} = \frac{96}{20} = 4,8$$

$$e_2 = \frac{21 + 124}{20} = 7,3 \text{ mm}$$

$$E_1 = \frac{1}{2} \{4,8 + 7,3 - 0,0114 \times 25 \times (29-5)\} = 4,1$$

$$E - E_1 = 4,5 - 4,1 = 0,4 \text{ mm}$$

Tal como se indica arriba, en la luz de junta que se establece cuando se reúnen los 2 bloques, no existe gran diferencia con la luz de junta normal y por lo cual  $\bar{e}_1$  se considera como luz de junta de diseño.

En este caso, debido a que la unidad es de 0,5 mm, el desplazamiento se calcula de la manera siguiente, teniendo 12 juntas de 5 mm y 8 juntas de 4,5 mm (total 96 mm).

No. de junta	$e_1$	Luz de junta de diseño $E_0$	Dife- rencia	Desplaza- miento	
1	0	5	-5	-5	Punto de terminación del trabajo
2	0	5	-5	-10	
3	0	5	-5	-15	
4	0,5	5	-4,5	-19,5	
5	0	5	-5	-24,5	
6	2	5	-3	-27,5	
7	0	5	-5	-32,5	
8	0	5	-5	-37,5	
9	2,5	5	-2,5	-40	
10	3	5	-2	-42	
11	4	5	-1	-43	
12	8	5	3	-40	
13	12	4,5	7,5	-32,5	
14	5	4,5	0,5	-32	
15	10	4,5	5,5	-26,5	
16	13,5	4,5	9	-17,5	
17	8	4,5	3,5	-14	
18	5	4,5	0,5	-13,5	Punto de comienzo del trabajo
19	12,5	4,5	8	-5,5	
20	10	4,5	5,5	0	
Total	96	96			

### **4-3 Inspección de la Luz de Junta y Trabajos de Corrección/Ajuste**

En lo que se refiere a la vía ordinaria y los aparatos anexos de cambio, en la vía principal, se deberá realizar la inspección de más de 2 veces al año antes de las épocas de verano e invierno, para comprobar el estado de la luz media de las juntas, también el estado de continuidad de las luces de junta ciegas y la existencia o no de luces excesivas de junta. Además, en los sitios donde hay gran deslizamiento longitudinal del riel, especialmente en los tramos de precaución desde el punto de vista de control de la luz de junta, se deberá aumentar la frecuencia de inspección.

Después de la inspección, en los sitios donde se estima que la luz o luces no son apropiadas, se deberá realizar oportunamente los trabajos de corrección o ajuste.

### **4-4 Otros Asuntos que se Deben Considerar para Evitar Accidentes a Causa de la Deformación del Riel**

#### **(1) Medidas previas para la época de verano**

Para la época de verano, aparte del control de la luz de junta que se explicó anteriormente, se deberá adoptar medidas previas de precaución, como se explica a continuación.

#### **① Reaprovisionamiento del balasto**

Se deberá inspeccionar minuciosamente el estado del balasto y en los sitios donde hace falta, se suministra la cantidad o volumen necesario.

En los tramos de rieles de longitud normal (vía principal), donde la línea recta y el radio de las curvas son mayores que 600 m, se deberá rellenar el balasto en 30 mm y en las curvas cuyo radio es menor que 600 m se deberá rellenar en más de 20 mm, teniendo cuidado para que los durmientes no queden descubiertos. Sin embargo, en

los tramos soleados o en los sitios donde hay gran deslizamiento longitudinal del riel se debe tomar precauciones sobre la deformación del riel, suele que los durmientes estén descubiertos por lo que es necesario que la berma o arcén del balasto sea suficiente.

② **Eliminación del fango y de durmientes flotantes**

Tal como se explicó anteriormente en el párrafo relacionado con el control de rieles largos, en los sitios donde hay fango y durmientes flotantes, la resistencia lateral del balasto es pequeña y si esta situación es continua, se eleva el riesgo de deformación del riel.

Consecuentemente en los sitios mencionados anteriormente se deberá renovar o pasar por la criba el balasto, compactar el balasto, etc. o adoptar medidas adecuadas de acuerdo con las condiciones existentes.

③ **Instalación de anclas de vía, reparación de los dispositivos de sujeción**

En los sitios donde el deslizamiento longitudinal del riel es grande, se deberá programar la instalación/ajuste de anclas de vía. La razón es que en estos sitios, aunque el ajuste de las luces de junta se hagan en forma correcta y minuciosamente, no tardan en volver al mal estado.

En caso de que aunque se instalen las anclas de vía, si están flojas y no son eficientes, o en caso de que los clavos o escarpías de vía, o los pernos del dispositivo de sujeción están flojos y por lo cual existe el deslizamiento longitudinal del riel, se deberá reponer o reparar estos materiales.

**(2) Asuntos en que se debe poner atención en pleno verano**

**① Atenciones en la ejecución de los trabajos**

En pleno verano, se deberá evitar en todo lo posible la ejecución de los trabajos como de rascar y quitar en distancia continua el balasto, levantar o bajar la vía en intervalos continuos, o sea esos trabajos que suelen aflojar el balasto. Sin embargo, en caso de que como resultado de la inspección de la vía se descubre que existen irregularidades de valores mayores que los de referencia para la reparación C, podrá ocurrir que de todas maneras es necesario ejecutar esos trabajos que hasta cierto grado aflojan la capa del balasto. Si la condición es así, se deberá poner atención en lo que se explica a continuación para la ejecución de estos trabajos.

- i. Antes de iniciar los trabajos, se deberá comprobar las condiciones del sitio, de los rieles en los lugares adyacentes y también del balasto.
- ii. Cuando existen luces de junta en diversos sitios y se estima que no hay acumulación de la fuerza axial del riel, no hay inconveniente para realizar los trabajos. Sin embargo, como ocurren casos en que durante los trabajos la temperatura sube de repente y se acortan las luces de junta, es necesario tener cuidado del estado de las luces de junta.
- iii. Si la luz de junta es pequeña y se piensa que la fuerza axial del riel va a ser muy grande debido a la subida de la temperatura durante los trabajos, se deberá hacer preparaciones para rociar agua. Cuando la temperatura sube, el agua se rocía en una gran extensión del riel, en ambos lados del sitio donde se trabaja.
- iv. En los sitios donde no hay luz de junta y se piensa que hay gran acumulación de la fuerza axial del riel, se deberá evitar los trabajos durante el día cuando hace mucho calor y en cambio se

trabaja cuando está nublado, temprano, por la tarde o por la noche, cuando la temperatura baja.

v. En los lugares cercanos al sitio de trabajo, donde hace falta el balasto, se deberá suplir con anticipación el balasto, o en casos de urgencia, se deberá llevar el balasto de los sitios donde hay en cantidad suficiente.

vi. Durante los trabajos, se deberá arreglar el balasto y en los lugares flojos se deberá compactar con el pisón.

## ② Recorrida especial de inspección

Quando hace mucho calor y la temperatura ambiente o la temperatura del riel sube hasta más de la temperatura normal y se piensa que habrá deformación del riel, se deberá realizar la recorrida especial de inspección de rieles. El criterio para dar la orden de recorrida especial difiere de acuerdo con las condiciones de las zonas, pero usualmente se ordena cuando la temperatura es mayor que 28 a 30°C. Sin embargo, en vista de que en tramos soleados, la temperatura del riel suele elevarse aunque la temperatura ambiente no sea tan elevada, se deberá establecer normas para dar la orden de recorrida de inspección, de acuerdo con las condiciones de los sitios.

La persona que da la orden de recorrida, deberá conocer correctamente y con anticipación, las temperaturas dentro del distrito de administración, así como las temperaturas de los rieles, medidas por intervalos fijos, y cuando las temperaturas alcancen el nivel límite, inmediatamente deberá dar la orden de recorrida de inspección. Además, deberá indicar anticipadamente los sitios de precaución de deformación de los rieles y elaborar el diagrama de inspección eficaz.

Los sitios principales de precaución donde tiende a ocurrir la deformación de rieles son los siguientes:



- i. Tramo de pendiente, donde ocurre el deslizamiento longitudinal de riel y se acorta la luz de junta.
- ii. En la vía de desmonte, etc., donde tiende a subir la temperatura.
- iii. En curvas cerradas y sus bocas de entrada/salida, en líneas rectas intermedias de curvas y contracurvas (forma en S), donde la fuerza de eje del riel trabaja hacia afuera.
- iv. Cerca (adelante o atrás) de las estructuras, en los sitios de bombeo de fango, etc., donde suele ocurrir la flotación o aflojamiento de los durmientes.
- v. Sitios donde llega al verano por primera vez, después de reemplazar rieles.

## 5. Administración de Rieles

### 5-1 Detección de Fallas de Rieles

La inspección de rieles se divide normalmente en la Inspección General y la Inspección Detallada. La inspección general se realiza más de una vez al año para comprobar el estado de daños, desgaste, corrosión, etc., y el resultado de la inspección se refleja en el plan de renovación de los rieles. La inspección detallada se refiere principalmente a las irregularidades de las parte de la junta y de soldadura, también al estado de estas irregularidades y para realizar la inspección se utiliza el aparato de detección ultrasónica de fisuras o fallas interiores.

La inspección detallada de los rieles de la vía principal se clasifica por categoría de vías y frecuencia de inspección, como se indica en el Cuadro 13. El Tramo Especial del cuadro significa esos sitios como el túnel donde el ambiente de corrosión es malo, los tramos donde la corrosión eléctrica es excesiva y los tramos donde existe la posibilidad de ocurrir muchas averías a causa de la fatiga del riel. En esta clase de tramos, se deberá incrementar la frecuencia de inspección. En cuanto a los tramos donde se ha instalado rieles nuevos, durante el período de 3 años después de la instalación, la frecuencia de inspección se puede reducir a una sola vez al año.

*Cuadro 13 Frecuencia de Inspección de Rieles*

Frecuencia de Inspección			Frecuencia de Inspección		
Categoría de vía	Tramo general	Tramo especial	Categoría de vía	Tramo general	Tramo especial
Territorio de 1ra. categoría	2 veces /año	3 veces /año	Territorio de 3ra. categoría	1 vez /año	2 veces /año
Territorio de 2da. categoría	2 veces /año	2 veces /año	Territorio de 4a. categoría	1 vez /año	1 vez /año

## 5-2 Supervisión de la Superficie del Riel

Con el fin de evitar la rotura y averías en los agujeros de los pernos del riel, también es necesario supervisar y controlar la superficie del riel. La rotura de los agujeros de los pernos asciende a casi el 50% de las averías totales y la causa se debe a:

- Rotura de fatiga por la corrosión que usualmente se nota dentro del túnel.
- Concentración de esfuerzos por no haber biselado la cara de corte del riel y los agujeros de los pernos de unión.
- Concentración excesiva de esfuerzos cerca de los agujeros de los pernos de unión, a causa del aflojamiento de los pernos de las placas de unión.
- Huelgo de las placas de unión, bombeo de fango, tramos donde ocurren grandes depresiones de junta y prolongación de esfuerzos por malas condiciones.

Por lo cual, si se adoptan medidas para eliminar estas condiciones, se podrá reducir considerablemente la rotura y averías de los agujeros de los pernos del riel y lo que se relaciona con el control/supervisión de la superficie del riel, se explica lo siguiente:

### (1) Ambiente de corrosión

La característica del acero para rieles es que la resistencia a la corrosión es más baja en comparación con la del acero normal para construcciones. Consecuentemente, si antes de colocar o instalar los rieles se le aplica un revestimiento metálico como de cinc o se le pasa una mano de pintura enriquecida de cinc en las partes del extremo y del cuerpo del riel, o si también se inserta en la parte de la junta un trapo impregnado de aceite antioxidante (tratamiento ZOF), la corrosión se controla considerablemente y se puede extender el ciclo de renovación de los rieles. En tal caso, el trapo impregnado de

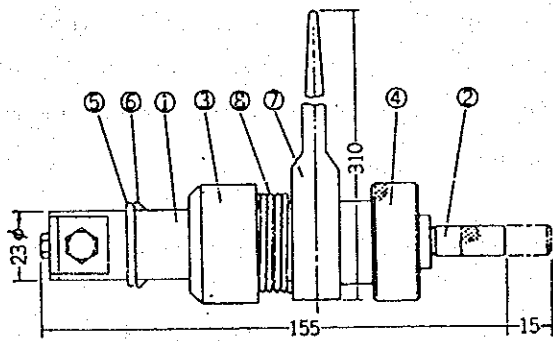
aceite antioxidante se deberá cambiar o suministrar nuevamente el antioxidante en períodos adecuados, pues al contrario la junta quedará húmeda y resultará peor que en el caso cuando no se utilizan estos trapos. Aunque sencillamente se le aplique grasa en la parte interior dentro del límite o espacio de la placa de unión, esto es muy eficaz como preventivo contra la oxidación.

**(2) Control de la cara de corte del riel y de los agujeros de los pernos**

Para el caso de que se corta el riel en el sitio de los trabajos y se quiere perforar los agujeros para pernos, se han realizado algunos estudios en relación con el tratamiento al calor alrededor de los agujeros para pernos, el granallado, el estampado, etc. o sea sobre el reforzamiento mediante el tratamiento de plástico en frío, pero normalmente se practica el biselado.

El biselado de la cara de corte del riel se hace con un espesor mayor en 2 mm desde la parte de la cabeza hasta el cuello y en las otras partes, mayor en un (1) mm. Respecto al agujero del perno, el biselado es de más de 2 mm en toda la circunferencia del agujero con el fin de evitar la concentración de esfuerzos. Especialmente para biselar los agujeros de los pernos se ha ideado y se está utilizando el aparato que se muestra en la *Fig. 13*.

En cuanto a los rieles nuevos, en los cantos de la cabeza y del cuerpo inclusive la parte redondeada, así como en la circunferencia de los agujeros de pernos el biselado es de 1,5 mm por lo que no hay inconveniente. Además, es importante mantener en buenas condiciones el taladro o perforadora mecánica pues si se desgasta la cuchilla no solo se reduce la eficiencia en la perforación sino que se necesita más tiempo para realizar el mismo trabajo y si se somete mayor la fuerza, se calienta la superficie interior del agujero y con el enfriamiento repentino la parte afectada se hace frágil, siendo esta la causa de roturas y averías por lo que es necesario poner atención especial para que no ocurra esta situación.



No. de pieza	Nombre de pieza
1	Cuerpo
2	Huso
3	Collar
4	Tuerca de soporte
5	Anillo elástico
6	Cuchilla
7	Llave de apriete de trinquete
8	Resorte de presión

**Fig. 13 Aparato para Biselar Agujeros de Riel**

**Apendice 9-3-3**

**Libro Mayor de Estructura y Formulario del Libro  
de Registro de Inspección de Estructuras**

**PUENTES**

DISTRITO : \_\_\_\_\_

No. DE INVENTARIO	CODIGO	DESCRIPCION NOMBRE		UBICACION		CONSTRUCCION AÑO MES		CAPITAL EFECTIVO	
				K	M			Bs	
No. LUCES		ALTURA -H-		LONGITUD TOTAL					
VIGAS	No. 1		No. 2	No. 3	No. 4	No. 5			
TIPO									
MATERIAL									
LONG. DE VIGA									
LUZ									
AREA PINTADO									
ESTRIBO	1 A		2 A						
TIPO									
MATERIAL									
FUNDACION									
PILA	1 P		2 P	3 P	4 P	5 P			
TIPO									
MATERIAL									
FUNDACION									
PLANO	PLANTA								
	VISTA LATERAL								
	SECCION								
ESTADO DE ENCAUSE RIO									
-----									
-----									
-----									
OBSERVACIONES								RESULTADO DE INSPECCION	
								EVALUACION	
								A	B
-----								FECHA DE INSPECCION	
								-----	

# OBRAS DE DRENAJE

DISTRITO : \_\_\_\_\_

No. DE INVENTARIO	CODIGO	DESCRIPCION NOMBRE	UBICACION	CONSTRUCCION AÑO	MES	CAPITAL EFECTIVO
			K M			Bs
ALCANTARILLA	No.	B x H	LONGITUD			MATERIAL
TUBOS	No.	φ	LONGITUD			MATERIAL
PASO ABIERTO	No.	B x H	LONGITUD			MATERIAL
PLANO	PLANTA					
	VISTA LATERAL					
	SECCION					
ESTADO DE LOS ALREDEDORES						
OBSERVACIONES					RESULTADO DE INSPECCION	
					EVALUACION	
					A	B
					C	S
					FECHA DE INSPECCION	

CORTE, TERAPLEN, MEDIA LADERA

DISTRITO : \_\_\_\_\_

No. DE INVENTARIO	CODIGO	UBICACION				LONGITUD M	ERECCION		CAPITAL EFECTIVO Bs
		K	M	K	M		AÑO	MES	
AREA	LINEA I. <sup>m<sup>2</sup></sup>	TOTAL <sup>m<sup>2</sup></sup>	VOLUMEN	LINEA I. <sup>m<sup>3</sup></sup>	TOTAL <sup>m<sup>3</sup></sup>	CLASE DE SUELO	TIPO I		
	LINEA D. <sup>m<sup>2</sup></sup>			LINEA D. <sup>m<sup>3</sup></sup>			TIPO II		
PLANO	PLANTA								
	PLANO HORIZONTAL								
	SECCION								
ESTADO DE PLATAFORMA							RESULTADO DE INSPECCION		
							EVALUACION		
							A	B	C
							FECHA DE INSPECCION		



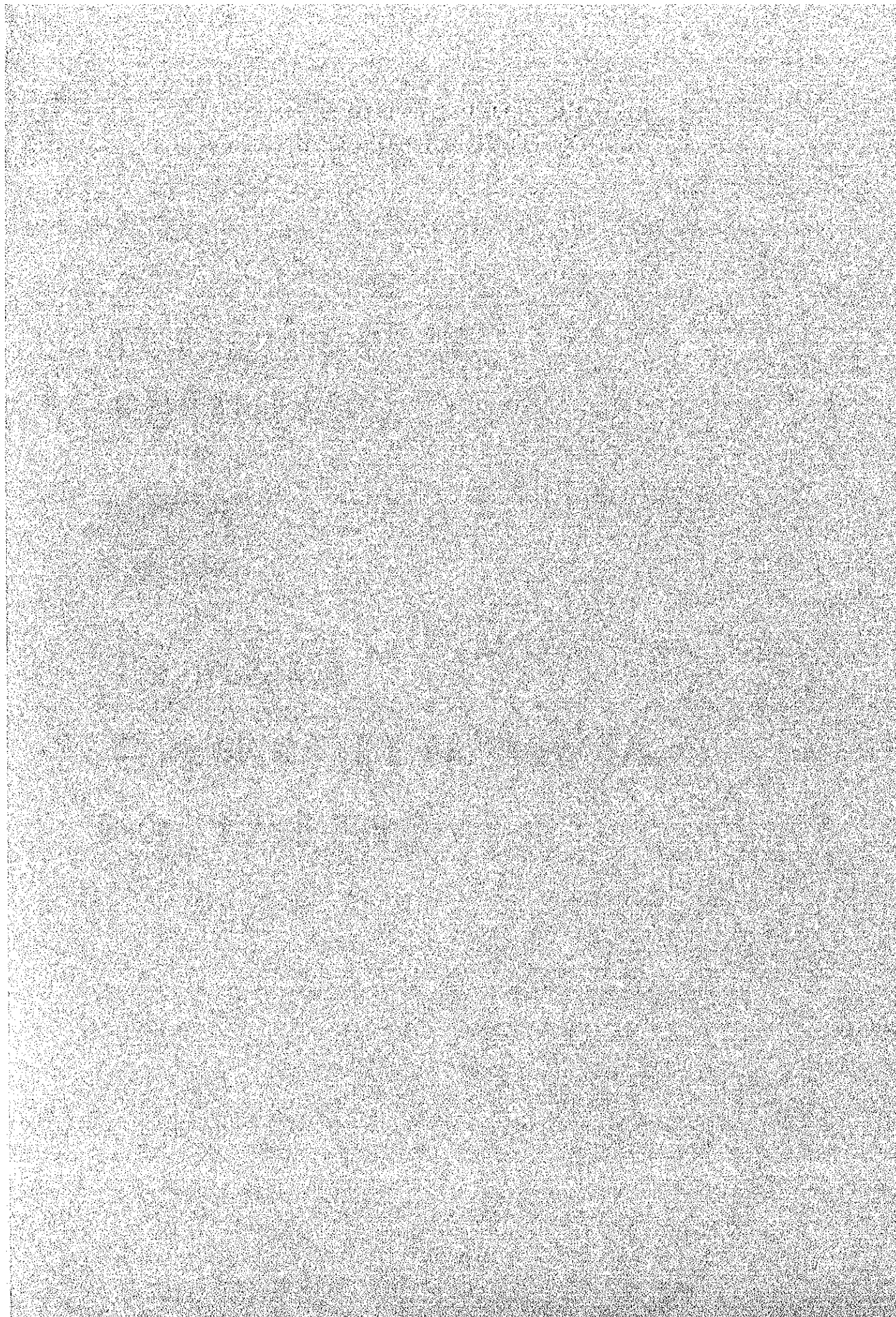
## NORMAS PARA JUZGAR LA RIGIDES DE LAS ESTRUCTURAS FERROVIARIAS

CLASE	CONDICIONES DE LAS ESTRUCTURAS FERROVIARIAS	INFLUENCIA EN LA SEGURIDAD OPERACIONAL	GRADO DE DEFORMACION	MEDIDAS
AA	Cuando una deformación o defecto relativo a las funciones principales de una estructura, estas afectan la seguridad de los trenes, pasajeros y al público, requiere que estas estructuras sean inmediatamente reemplazadas, reforzadas, sacar lo de servicio, etc.	Inminente peligro	Senio	Reparación Inmediata
A	<p>① Cuando las dimensiones de las deformaciones o defectos se incrementen al punto la capacidad de la estructura soporta, su función queda reducida.</p> <p>② Cuando parece que la estructura no será capaz de cumplir sus funciones por las lluvias torrenciales, inundaciones, terremotos, etc.</p> <p>③ Cuando las deformaciones o defectos mencionados en ① y ② requiere la inmediata toma de medidas para garantizar la seguridad de los trenes, pasajeros y público, o garantizar la operación normal de trenes.</p>	Amenazante a tener efectos en un cercano futuro	Deformación y reducción de rendimientos estan en progreso	Reparar lo antes posible
	A2	Cuando el nivel de deformaciones y deficiencias de una estructura está incrementado, requiere la toma de necesarias medidas de prevención de deterioraciones posteriores, por que cualquier reducción de la capacidad de las estructuras para cumplir sus funciones en lo futuro pueda afectar en forma adversa a la seguridad de los trenes, pasajeros y público, así como congestionar a la operación normal.	Peligro cuando están con fuerzas exteriores a normal	Deformación en progreso y una reducción en rendimiento puede ocurrir
B	Cuando aquí el peligro del nivel de deformación o deficiencias de la estructura incrementase en el futuro al punto que pase a la Estructura de Clase A, y se vuelva necesario tomar medidas para evitar que esto ocurra.	Amenazante a tener efectos en un futuro	Posible peligro de futura deterioración a Clase A	Vigilancia (reparar según la necesidad)
C	Cuando una deformación o defecto es leve, o en el caso donde su progreso es nulo y estas no tienen el temor de reaparecer.	No influye al presente	Sólido	Inspecciones detalladas en los puntos concernientes
S	Cuando la estructura está sólida.	No influye	No hay deformaciones o defectos	

**APENDICE DEL  
CAPITULO**

**10**

**PLAN DE  
ADMINISTRACION Y  
OPERACION**



## **APENDICE DEL CAPITULO 10 PLAN DE ADMINISTRACION Y OPERACION**

- Apéndice 10-1 Ingresos y Gastos de ENFE
- Apéndice 10-2 Efectivos de Personal (1992 ~ 1993, Promedio Anual)
- Apéndice 10-3 Situación General de Ferrocarriles que Transportan Carga en Japón
- Apéndice 10-4 Análisis de Gastos de Trabajo (Grandes Compañías de Ferrocarriles Privados del Japón y Chichibu Tetsudo, 1992)
- Apéndice 10-5 Gastos de Trabajo de ENFE (1992)
- Apéndice 10-6 Análisis de Gastos de Trabajo
- Apéndice 10-7 Personal de Mantenimiento Relacionado con Instalaciones entre Oruro y Cochabamba

**Apéndice 10-1: Ingresos y Gastos de ENFE**

(Unidad: Miles de Bolivianos)

INGRESOS Y GASTOS \ AÑO	1988	1989	1990	1991	1992	1993
<b>RED OCCIDENTAL</b>						
INGRESOS PASAJES	6,876.9	7,563.6	13,359.2	17,948.0	29,901.6	8,236.1
CARGA	41,886.1	44,476.9	70,898.9	102,313.6	124,453.3	85,484.0
VARIOS	2,415.7	9,727.7	5,217.3	10,227.6	9,640.9	1,053.0
TOTAL INGRESOS DE OPERACION	50,978.7	61,768.2	89,475.4	130,489.1	163,995.7	94,773.0
INGRESOS DIVERSOS	2,411.2	3,981.1	1,156.6	3,365.8	1,020.0	
TOTAL INGRESOS	53,389.9	65,749.2	90,631.0	133,854.9	165,015.8	
GASTOS ADMINISTRACION Y GASTOS GENERALES	11,268.5	20,464.2	17,057.0	25,752.9	69,711.3	
GASTOS DEPARTAMENTOS OPERATIVOS	37,781.2	48,401.4	60,647.1	84,593.7	85,981.5	
DEPRECIACION	6,244.9	6,245.0	6,890.8	7,139.3	8,398.0	
INTERES SOBRE PRESTAMOS		330.7	1,162.6	4,991.8	8,564.2	
TOTAL GASTOS DE OPERACION	55,294.6	75,441.3	85,757.5	122,477.7	172,654.9	
GASTOS FUERA DE OPERACION	35.3	12.8	687.6	181.5	35.7	
TOTAL GASTOS	55,329.9	75,454.1	86,445.1	122,659.2	172,690.6	
UTILIDAD (PERDIDA)	-1,940.0	-9,704.8	4,185.9	11,195.7	-7,674.9	
<b>RED ORIENTAL</b>						
INGRESOS PASAJES	6,226.2	7,137.8	10,127.0	18,711.7	17,870.8	11,455.4
CARGA	37,270.3	45,583.2	58,512.8	92,977.3	116,342.9	106,569.9
VARIOS	2,098.0	892.5	725.5	868.7	789.6	4,526.6
TOTAL INGRESOS DE OPERACION	45,594.5	53,613.5	69,365.2	113,555.7	135,003.4	122,551.9
INGRESOS DIVERSOS	711.4	937.6	1,188.7	1,896.7	1,573.7	
TOTAL INGRESOS	46,305.8	54,551.1	70,553.9	115,452.4	136,577.0	
GASTOS ADMINISTRACION Y GASTOS GENERALES	8,903.8	12,222.6	14,060.1	23,779.0	40,691.4	
GASTOS DEPARTAMENTOS OPERATIVOS	27,639.5	36,476.6	49,313.2	55,770.1	63,292.9	
DEPRECIACION	5,397.4	5,397.4	5,397.4	5,397.4	7,733.5	
INTERES SOBRE PRESTAMOS		3.0	16.0	814.9	673.3	
TOTAL GASTOS DE OPERACION	41,940.7	54,099.6	68,786.7	85,761.5	112,391.2	
GASTOS FUERA DE OPERACION	5.2	55.6	25.2	79.8	120.3	
TOTAL GASTOS	41,945.9	54,155.3	68,811.9	85,841.3	112,511.4	
UTILIDAD (PERDIDA)	4,360.0	395.8	1,742.1	29,611.2	24,065.6	
<b>TOTAL ENFE</b>						
INGRESOS PASAJES	12,903.0	14,701.4	23,486.2	37,659.8	47,772.4	19,691.4
CARGA	79,156.4	90,060.1	129,411.7	195,290.9	240,796.2	192,053.9
VARIOS	4,513.7	10,620.2	5,942.8	11,094.2	10,430.5	5,579.6
TOTAL INGRESOS DE OPERACION	96,573.2	115,381.7	158,840.6	244,044.8	298,999.1	217,324.9
INGRESOS DIVERSOS	3,122.6	4,918.7	2,344.3	5,262.5	2,593.7	
TOTAL INGRESOS	99,695.8	120,300.3	161,184.9	249,307.4	301,592.8	
GASTOS ADMINISTRACION Y GASTOS GENERALES	20,172.3	32,686.8	31,117.1	49,531.9	110,402.7	
GASTOS DEPARTAMENTOS OPERATIVOS	65,420.6	84,878.0	109,960.3	140,363.8	149,274.4	
DEPRECIACION	11,642.4	11,642.4	12,288.2	12,536.7	16,131.5	
INTERES SOBRE PRESTAMOS	0.0	333.7	1,178.6	5,808.7	9,237.5	
TOTAL GASTOS DE OPERACION	97,235.3	129,540.9	154,544.2	208,239.2	285,046.1	
GASTOS FUERA DE OPERACION	40.5	68.4	712.8	261.3	156.0	
TOTAL GASTOS	97,275.8	129,609.3	155,257.0	208,500.5	285,202.1	
UTILIDAD (PERDIDA)	2,420.0	-9,309.0	5,927.9	40,806.9	16,390.7	

Nota) Los intereses sobre préstamos, que habían sido incluidos en la Administración y Gastos Generales en el despacho de balance de la Red Oriental, fueron modificados de acuerdo con la Red Andina y especificados separadamente.

**Apéndice 10-2 Efectivos de Personal (1992 ~ 1993, Promedio Anual)**

UNIDADES	1992	1993	'93-92	1992	1993	'93-92
	RED ANDINA			RED ORIENTAL		
GERENCIA GENERAL	69.8	59.4	-10.4	30.7	29.8	-0.8
PLANIFICACION Y COORDINACION	22.2	19.5	-2.7	12.9	14.0	1.1
AUDITORIA INTERNA	15.1	14.4	-0.7	9.1	8.8	-0.3
DEPTT. JURIDICA	46.7	41.0	-5.7	3.5	5.3	1.8
GERENCIA ADMINISTRATIVA	9.5	11.7	2.2	11.0	11.9	0.9
CONTABILIDAD Y FINANZAS	115.6	107.8	-7.8	72.7	78.4	5.7
DEPTO. DE APROVISIONAMIENTO Y APOYO (DEPTO. DE ALMACENES)	114.9	105.3	-9.6	27.8	28.3	0.5
DEPTO. DE COMPRAS Y SERVICIOS	14.7	13.9	-0.7	19.8	20.7	0.8
DIVISION DE PULPERIAS	38.1	32.4	-5.7	10.4	0.0	-10.4
DIRECCION DE INVERSIONES	15.2	13.5	-1.7	8.0	7.8	-0.3
CENTRO PROCESAMIENTO DE DATOS	20.4	18.8	-1.7	9.8	11.6	1.7
GERENCIA DE RELACIONES INDUSTRIALES	47.2	44.1	-3.2	38.8	43.3	4.5
INSTITUTO DE CAPACITACION	3.7	3.0	-0.7			
SUBDIVISION DE SEGUROS	11.5	9.9	-1.6	4.0	3.8	-0.2
Total Sección de Administración General	544.4	494.6	-49.8	258.6	263.6	5.0
Proporción	14.8%	14.5%		13.8%	14.3%	
DEPTO. DE VIA Y OBRAS	1,161.7	1,073.8	-87.9	650.9	607.6	-43.3
DEPTO. DE TELECOMUNICACIONES	135.8	126.6	-9.1	51.8	47.9	-3.9
DEPTO. DE MAESTRANZA DIESEL	188.3	177.8	-10.4	142.8	146.6	3.9
DEPTO. DE MAESTRANZA	269.0	267.1	-2.0	112.8	112.7	-0.0
GERENCIA DE OPERACIONES	44.5	39.3	-5.2	28.8	29.3	0.4
GERENCIA COMERCIAL	39.6	33.6	-6.0	29.8	34.0	4.2
DEPTO. DE TRAFICO Y MOVIMIENTO	692.1	653.1	-39.0	367.8	369.9	2.1
DEPTO. DE TRACCION	595.4	549.1	-46.2	226.3	226.9	0.6
Total Sección de Trabajo de Campo	3,126.3	2,920.4	-205.9	1,611.1	1,575.0	-36.0
Proporción	85.2%	85.5%		86.2%	85.7%	
SUB-TOTAL OPERACION	3,670.7	3,415.0	-255.7	1,869.6	1,838.6	-31.0
TOTAL				5,540.3	5,253.6	-286.6

### Apéndice 10-3 Situación General de Ferrocarriles que Transportan Carga en Japón

(Año 1992)

Nombre del ferrocarril	Kilometraje en explotación al fin del año		Tren-km		Coches-km		Volumen de transporte			Número de personal	Personas por km en explotación	Tren-km por persona	Coches-km por persona	Pasajeros-toneladas-km persona
	Pasajeros	Carga	Tren de pasajeros	Carga y otros	Total	Coches de pasajeros	Vagos de carga, coche especial	Total	Pasajeros-km					
Compañía Gumpul	483.3	113.1	34,140	284	34,424	230,271	2,217	232,488	14,367.3	36.0	14,403.3	16.2	30.8	1,911.0
Tobu Tesudo	175.2	68.2	17,272	123	17,395	129,767	932	130,699	9,644.1	19.0	9,663.2	22.7	32.8	2,425.5
Sabui Tesudo	32.8	6.7	4,696	3	4,699	44,151	90	44,161	2,792.8	0.3	2,793.1	30.7	36.5	2,306.4
Subtotal /Promedio	671.3	186.0	56,108	410	56,518	404,189	3,159	407,348	26,804.2	55.3	26,859.5	18.7	32.0	2,108.6
F. de Pasajeros locales	53.0	72.2	1,209	65	1,274	2,298	481	2,779	64.0	5.2	69.2	1.8	21.4	532.3
Kashima Rinkai	27.2	19.5	505	14	519	542	55	597	11.3	1.0	12.3	2.1	10.7	219.0
Kashima Tesudo	33.7	33.7	680	9	689	1,365	22	1,387	57.6	0.4	58.0	136	5.07	426.7
Jochin Tesudo	71.7	79.3	1,661	604	2,265	5,398	9,881	15,279	172.6	1.2	173.8	64.3	3.52	540.5
Chidibu Tesudo	9.2	7.3	226	13	239	452	152	604	5.7	1.2	7.0	58	4.12	120.2
Gakunan Tesudo	65.0	62.7	666	87	753	1,790	60	1,850	34.1	0.3	34.4	109	17.0	316.0
Oosawa Tesudo	19.9	18.9	131	12	143	131	103	234	1.2	1.5	2.7	18	7.94	152.7
Nanioka Tesudo	27.8	26.5	560	120	680	1,195	103	1,298	33.1	30.6	63.7	137	4.96	484.7
Sanki Tesudo	20.1	20.1	140	50	190	2,075	374	2,449	13.0	0.8	13.8	238	11.8	139.5
Kurobe Kyokoku	34.5	34.5	470	39	509	557	276	833	13.8	7.5	21.3	63	8.08	338.1
Tsurumi Tesudo	49.2	9.8	1,182	17	1,199	1,187	146	1,333	29.3	5.2	34.5	78	15.37	442.2
Heisei Chuhou	411.1	382.5	7,430	1,070	8,500	16,990	13,068	30,058	456.2	226.2	682.4	4.1	18.0	409.6
F. de Carga	4.0	1.7	—	27	27	—	131	131	—	7.9	7.9	36	0.75	218.4
Tokaijyo Sekitan	—	1.7	—	2	2	—	15	15	—	0.2	0.2	10	0.20	24.6
Kushiro Kaihatsu	—	10.2	—	8	8	—	106	106	—	2.1	2.1	29	0.28	72.4
Tomakomaiko	—	8.5	—	16	16	—	124	124	—	2.3	2.3	50	0.32	46.5
Hachinohe Rinkai	—	11.5	—	168	168	—	3,018	3,018	—	51.3	51.3	62	2.71	827.6
Iwase Kaihatsu	—	9.5	—	47	47	—	433	433	—	8.1	8.1	154	0.31	52.5
Sendai Rinkai	—	6.6	—	17	17	—	175	175	—	2.9	2.9	70	0.24	41.5
Fukushima Rinkai	22.3	22.3	107	22	129	106	285	391	1.1	5.7	6.7	23	5.61	292.7
Koosaka Seiren	—	7.9	—	12	12	—	61	61	—	1.2	1.2	45	0.27	26.8
Akita Rinkai	—	5.4	—	6	6	—	17	17	—	0.5	0.5	26	0.31	19.9
Niigata Rinkai	—	11.9	—	14	14	—	14	14	—	0.3	0.3	8	1.75	35.9
Echigo Kotsu	—	28.3	—	170	170	—	1,607	1,607	—	30.6	30.6	206	0.83	148.5
Kanagawa Rinkai	—	4.5	—	3	3	—	519	519	—	8.1	8.1	322	0.51	25.2
Seino Tesudo	—	20.5	—	74	74	—	31	31	—	0.6	0.6	21	0.14	27.3
Nagoya Rinkai	—	14.7	—	12	12	—	1,111	1,111	—	14.5	14.5	157	0.47	92.2
Iura Rinkai	—	16.5	—	265	265	—	101	101	—	2.1	2.1	29	0.41	71.4
Mitsushima Rinkai	10.4	16.5	—	49	314	564	724	1,288	15.9	7.2	23.2	72	4.4	321.6
Subtotal /Promedio	32.7	198.3	372	812	1,184	670	8,472	9,142	17.0	145.5	162.6	6.7	0.90	123.1
Todos Ferrocarriles Privados	7,026.0	869.3	494,590	2,292	496,882	2,636,898	24,699	2,661,597	152,681.6	427.1	153,108.7	14.4	4.76	1,466.4
Carga de JR	—	10,064.5	—	91,246	91,246	—	1,453,613	1,453,613	—	28,241.2	26,241.2	1.0	9.07	2,607.2

Según el Anuario Estadístico del Ferrocarril, 1992.

**Apéndice 10-4 (1) Análisis de Gastos de Trabajo**  
**(Grandes Compañías de Ferrocarriles Privados del Japón y Chichibu Tetsudo, 1992, 1/2)**

Item	Nombre de compañía	Tokai Tetsudo	Saihu Tetsudo	Kaisai Denetsu	Kojo Tetsu Denetsu	Tokio Kyuko	Odakyu Denetsu	Keihin Kyuko	Sugami Tetsudo	Metro de Eidan
Número de personal	Personas	7,537	3,984	2,289	2,876	3,734	3,586	2,762	1,211	10,454
Sección de administración general	Personas	239	400	118	215	400	332	128	86	425
Proporción		3.2%	10.0%	5.2%	8.0%	10.7%	9.3%	4.6%	7.1%	4.1%
Tren-km	mil km	34,424	17,395	12,066	13,230	14,982	18,220	13,694	4,689	27,288
Coches-km	mil km	232,488	130,699	76,374	98,946	107,341	127,800	89,152	44,181	223,942
Volumen de transporte	Millón pasajeros - toneladas - km	14,403	9,663	3,821	6,874	8,934	11,130	6,284	2,793	16,062
Gastos de trabajo	Mill yenes	52,030,766	32,815,416	18,315,426	23,891,887	34,282,259	35,068,013	21,486,162	10,711,156	91,988,019
Gastos de personal										
Gastos de materiales										
Administración y Gastos Generales		1,322,609	796,038	349,353	999,111	3,232,413	2,852,179	835,037	476,688	2,814,708
Administración de Mantenimiento		292,990	570,245	332,357	1,399,105	758,643	726,421	763,318	167,494	2,973,862
Administración de Transporte		3,708,084	519,315	701,256	1,648,318	567,993	2,552,138	594,404	15,215	3,476,480
Vía y Obras		4,762,263	2,943,220	2,358,265	2,927,608	5,414,646	4,921,255	2,873,767	748,669	8,866,119
Señales y Telecomunicaciones		3,219,268	2,135,197	1,007,493	2,159,451	1,894,766	2,189,301	1,014,909	387,088	5,118,540
Mantenimiento		5,563,394	4,413,502	1,518,206	2,586,555	3,076,033	2,457,878	2,172,140	617,147	7,078,864
Tráfico y Movimiento		7,616,321	1,502,635	3,137,873	1,371,319	7,359,932	2,783,979	1,097,495	697,898	18,430,570
Tacción		7,004,428	5,325,502	2,854,392	4,151,389	4,080,935	4,940,259	3,506,282	1,601,208	7,739,587
Total Gastos de Materiales		33,489,957	18,205,654	12,258,995	17,242,856	26,384,364	23,423,408	12,657,352	4,651,403	58,498,680
Unidad básica de administración, operación y explotación										
Gastos de personal/número de personal	(Mil yenes/persona)	6,903.4	8,236.8	8,001.5	8,926.2	9,181.1	9,770.8	7,779.2	8,844.9	8,799.3
Gastos de materiales										
Administración y Gastos Generales /	(Mil yenes/persona)	175.5	198.8	152.6	373.4	865.7	785.4	302.3	393.6	289.2
Número de personal										
Administración de Mantenimiento /	(yenes/km)	1.3	4.4	4.4	14.1	7.1	5.7	8.6	3.8	13.3
Coches-km										
Administración de Transporte /	(yenes/mil pasajeros - toneladas - km)	257.4	53.7	183.5	239.8	63.6	229.3	94.6	5.4	216.4
Volumen de transporte										
Vía y Obras / Coche-km	(yenes/km)	20.5	22.5	30.9	29.6	50.4	38.5	30.0	17.0	39.6
Señales y Telecomunicaciones / Tren-km	(yenes/km)	93.5	122.7	83.5	163.2	126.5	120.2	74.1	82.4	187.6
Mantenimiento / Coche-km	(yenes/km)	23.9	33.8	19.9	26.1	28.6	19.2	24.4	14.0	31.6
Tráfico y Movimiento /	(yenes/mil pasajeros - toneladas - km)	528.8	155.5	821.1	199.5	823.9	250.1	174.6	228.4	1,147.4
Volumen de transporte										
Tacción / Coche-km	(yenes/km)	30.1	40.7	37.4	42.0	38.0	38.7	39.3	36.3	34.6
Total Gastos de Materiales / Coche-km	(yenes/km)	144.1	139.3	160.5	174.3	245.8	183.3	142.0	105.3	252.3



**Apéndice 10-4 (2) Análisis de Gastos de Trabajo**  
**(Grandes Compañías de Ferrocarriles Privados del Japón y Chichibu Tetsudo, 1992, 2/2)**

Item	Nombre de compañía	Nagoya Tetsudou	Kinokuni Nippon	Nankai Dentetsu	Keihai Dentetsu	Hankyuu Dentetsu	Hanbin Dentetsu	Nishinbon	G.Co./Promedio	Chichibu Tetsudou
Número de personal	Personas	4,574	11,528	3,173	2,957	4,360	1,334	1,073		643
Sección de administración general	Personas	500	874	260	232	385	140	94		21
Proporción		10.7%	7.6%	8.2%	7.8%	8.8%	10.5%	8.8%	7.8%	3.3%
Tren-km	mil km	38,385	67,143	15,170	15,156	22,581	7,908	10,943		2,285
Coche-km	mil km	177,913	323,658	79,661	92,426	162,625	40,960	45,165		15,279
Volumen de transporte	Millón pasajeros · toneladas · km	7,367	15,304	4,928	5,389	10,852	2,305	2,190		348
Gastos de trabajo	Mill yenes	29,989,469	75,312,564	23,926,781	24,719,396	43,687,624	9,725,053	9,045,039		4,734,539
Gastos de materiales										
Administración y Gastos Generales		1,606,064	3,124,567	1,011,705	1,524,131	4,035,998	900,268	368,529		118,908
Administración de Mantenimiento		508,818	1,463,332	315,037	-	826,513	540,196	128,832		39,792
Administración de Transporte		530,565	2,368,840	336,561	193,461	354,848	92,713	284,493		33,884
Vía y Obras		3,537,811	13,033,958	3,102,596	3,098,828	3,355,216	3,076,701	1,261,532		355,449
Señales y Telecomunicaciones		2,979,440	5,337,502	1,737,911	1,836,635	2,072,154	927,543	1,140,797		191,926
Mantenimiento		6,748,110	6,250,910	1,672,358	1,549,436	3,638,743	860,953	1,185,611		133,406
Tráfico y Movimiento		2,459,722	7,518,035	1,895,260	1,767,708	5,537,886	3,053,402	1,358,878		185,992
Traacción		6,069,858	10,873,767	3,598,468	4,081,140	5,812,827	1,210,030	1,874,761		284,177
Total Gastos de Materiales		24,440,389	49,970,911	13,669,916	14,042,339	25,634,185	10,661,808	7,603,493		1,343,534
Unidad básica de administración, operación y explotación										
Gastos de personal/número de personal	(Mil yenes/personas)	6,405.5	6,533.0	7,540.7	8,359.6	10,020.1	7,290.1	8,429.7	8,189.0	7,363.2
Gastos de materiales										
Administración y Gastos Generales / Número de personal	(Mil yenes/personas)	343.6	271.0	318.8	515.4	925.7	674.9	343.5	432.5	184.9
Administración de Mantenimiento / Coche-km	(yen/km)	2.9	4.5	4.0	0.0	5.1	13.2	2.9	5.9	2.6
Administración de Transporte / Volumen de transporte	(yen/mil pasajeros · toneladas · km)	72.0	154.8	68.3	34.0	32.7	40.2	129.9	117.2	97.5
Vía y Obras / Coche-km	(yen/km)	18.9	40.3	38.9	33.5	20.6	75.1	27.9	33.5	23.3
Señales y Telecomunicaciones / Tren-km	(yen/km)	76.4	79.5	114.6	121.2	91.8	117.3	104.2	109.9	84.7
Mantenimiento / Coche-km	(yen/km)	37.9	19.3	21.0	15.8	22.4	21.0	28.3	24.1	8.7
Tráfico y Movimiento / Volumen de transporte	(yen/mil pasajeros · toneladas · km)	333.9	491.2	384.6	328.0	510.3	1,324.7	620.6	520.2	535.1
Traacción / Coche-km	(yen/km)	34.1	33.6	45.2	44.2	35.7	29.5	41.5	37.6	18.6
Total Gastos de Materiales / Coche-km	(yen/km)	137.4	154.4	171.6	151.9	157.6	260.3	166.3	171.8	87.9

Apéndice 10-5 Gastos de Trabajo (1992)

(Unidad: miles de bolivianos)

DETALLES DE GASTOS	RED OCCIDENTAL		RED ORIENTAL		ENFE TOTAL	
	GASTOS	PORCENTAJE 1	GASTOS	PORCENTAJE 1	GASTOS	PORCENTAJE 1
ADMINISTRACION Y GASTOS GENERALES	69.711.3	44.8%		39.1%	110.402.7	42.5%
MANO DE OBRA	12.424.3	17.8%	8.619.6	21.2%	21.043.9	19.1%
MATERIALES Y OTROS GASTOS	57.286.9	82.2%	32.071.9	78.3%	89.358.8	80.9%
ADMINISTRACION DE MANTENIMIENTO	17.800.1	11.4%	6.562.4	6.3%	24.362.5	100.0%
MANO DE OBRA	15.371.3	86.4%	3.788.2	57.7%	19.159.5	78.6%
MATERIALES Y OTROS GASTOS	2.428.8	13.6%	2.774.2	42.3%	5.203.0	21.4%
ADMINISTRACION DE TRANSPORTE	13.235.9	8.5%	4.249.6	4.1%	17.485.5	6.7%
MANO DE OBRA	11.870.5	89.7%	1.684.6	39.6%	13.555.1	77.5%
MATERIALES Y OTROS GASTOS	1.365.4	10.3%	2.565.0	80.4%	3.930.3	22.5%
VIA Y OBRAS	14.633.9	9.4%	14.641.1	14.1%	29.275.1	11.3%
MANO DE OBRA	13.008.4	88.9%	7.771.8	53.1%	20.780.3	71.0%
MATERIALES Y OTROS GASTOS	1.625.5	11.1%	6.869.3	46.9%	8.494.8	29.0%
SENALES Y TELECOMUNICACIONES	850.6	0.5%	726.4	0.7%	1.577.1	0.6%
MANO DE OBRA	704.0	82.8%	506.4	69.7%	1.210.4	76.8%
MATERIALES Y OTROS GASTOS	146.7	17.2%	220.0	30.3%	366.7	23.2%
MAESTRANZAS	11.854.4	7.6%	14.709.1	14.1%	26.563.5	10.2%
MANO DE OBRA	7.474.2	63.1%	4.251.2	28.9%	11.725.4	44.1%
MATERIALES Y OTROS GASTOS	4.380.1	36.9%	10.457.9	71.1%	14.838.0	55.9%
TRAFICO Y MOVIMIENTO	11.931.9	7.7%	13.865.8	13.3%	25.797.7	9.9%
MANO DE OBRA	9.240.7	77.4%	7.357.3	53.1%	16.598.1	64.3%
MATERIALES Y OTROS GASTOS	2.691.1	22.6%	6.508.5	46.9%	9.199.6	35.7%
TRACCION	15.674.7	10.1%	8.538.6	8.2%	24.213.3	9.3%
MANO DE OBRA	4.264.4	27.2%	391.1	4.6%	4.655.5	19.2%
MATERIALES Y OTROS GASTOS	11.410.3	72.8%	8.147.5	95.4%	19.557.8	80.8%
GASTOS DE TRABAJO	155.692.8	100.0%	103.984.4	100.0%	259.677.2	100.0%
MANO DE OBRA	74.357.8	47.8%	34.370.3	33.1%	108.728.1	41.9%
MATERIALES Y OTROS GASTOS	81.335.0	52.2%	69.614.1	66.9%	150.949.1	58.1%

Apéndice 10-6 Análisis de Gastos de Trabajo

DETALLES DE GASTOS (UNIDAD)	RED OCCIDENTAL		RED ORIENTAL		TOTAL ENFE		Chichibu Tetsudo (UNIDAD: YEN)
	GASTOS (UNIDAD: MILES DE Bs.)	GASTOS/UNIDAD (UNIDAD: Bs.)	GASTOS (UNIDAD: MILES DE Bs.)	GASTOS/UNIDAD (UNIDAD: Bs.)	GASTOS (UNIDAD: MILES DE Bs.)	GASTOS/UNIDAD (UNIDAD: Bs.)	
MANO DE OBRA (NUMERO DE AGENTES)	74,358 3,671 Peruvos	20,257 / Peruvos	34,370 1,870 Peruvos	18,384 / Peruvos	108,728 5,540 Peruvos	19,625 / Peruvos	8,189.0 mil yenes
MATERIALES Y OTROS GASTOS							
ADMINISTRACION Y GASTOS GENERALES (NUMERO DE AGENTES)	57,287 3,671 Peruvos	15,607 / Peruvos	32,072 1,870 Peruvos	17,154 / Peruvos	89,359 5,540 Peruvos	16,129 / Peruvos	432.5 mil yenes
ADMINISTRACION DE MANTENIMIENTO (VEHICULOS KILOMETRO REMOLCADOS)	2,429 25,214 mil km	0.096 / km	2,774 26,815 mil km	0.103 / km	5,203 52,029 mil km	0.100 / km	3.3 mil yenes
ADMINISTRACION DE TRANSPORTE (VOLUMEN DE TRANSPORTE)	1,365 501 mil km pasajer-remolcado-km	2.723 / mil pasajer-remolcado-km	2,565 543 mil pasajer-remolcado-km	4.725 / mil pasajer-remolcado-km	3,930 1,044 mil pasajer-remolcado-km	3.764 / mil pasajer-remolcado-km	117.2 mil yenes
VIA Y OBRAS (VEHICULOS KILOMETRO REMOLCADOS)	1,628 25,214 mil km	0.064 / km	6,869 26,815 mil km	0.256 / km	8,495 52,029 mil km	0.163 / km	5.4 mil yenes
SENALES Y TELECOMUNICACIONES (RECORRIDO DE TRENES Y LOCOMOTORAS)	147 2,111 mil km	0.069 / km	220 1,458 mil km	0.151 / km	367 3,569 mil km	0.103 / km	3.4 mil yenes
MAESTRANZAS (VEHICULOS KILOMETRO REMOLCADOS)	4,380 25,214 mil km	0.174 / km	10,458 26,815 mil km	0.390 / km	14,838 52,029 mil km	0.285 / km	9.4 mil yenes
TRAFICO Y MOVIMIENTO (VOLUMEN DE TRANSPORTE)	2,691 501 mil pasajer-remolcado-km	5.368 / mil pasajer-remolcado-km	6,508 543 mil pasajer-remolcado-km	11.989 / mil pasajer-remolcado-km	9,200 1,044 mil pasajer-remolcado-km	8.810 / mil pasajer-remolcado-km	290.7 mil yenes
TRACCION (VEHICULOS KILOMETRO REMOLCADOS)	11,410 25,214 mil km	0.453 / km	8,147 26,815 mil km	0.304 / km	19,558 52,029 mil km	0.376 / km	12.4 mil yenes
MATERIALES Y OTROS GASTOS TOTAL (VEHICULOS KILOMETRO REMOLCADOS)	81,335 25,214 mil km	3.226 / km	69,614 26,815 mil km	2.586 / km	150,949 52,029 mil km	2.901 / km	95.7 mil yenes

## APENDICE 10-7 PERSONAL DE MANTENIMIENTO RELACIONADO CON INSTALACIONES ENTRE OROURO Y COCHABAMBA

Se proyecta continuar el mantenimiento sin reducir el personal actual.

Tramo de Vía y Obras de Oruro      360,5 km      V. L. 275,5 km  
C.L.      85,0 km

Personal de Mantenimiento de Cochabamba

$98 \text{ personas} \times 85/360,5 = 23,1 \text{ personas} = 24 \text{ personas}$

Tramo de Vía y Obras de Parotani      281,2 km      85 km ~ CHB      119,9 km  
Más allá CHB 161,3 km

Personal de Mantenimiento de 85 km ~ Est. Cochabamba

$125 \text{ personas} \times 119,9/281,2 = 53,3 \text{ personas} = 54 \text{ personas}$

78 personas en total

Personal en P/M

Tramo de Vía y Obras de Oruro      325,0 km      C. L. 48,0 km

$201 \text{ personas} \times 48/325 = 29,7 \text{ personas} = 30 \text{ personas}$

Tramo de Vía y Obras de Parotani      156,4 km      294 personas

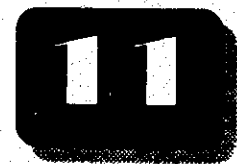
Tramo de Vía y Obras de Cochabamba      215,3 km      0,7 km

$136 \text{ personas} \times 0,7/215,3 = 0,4 \text{ personas} = 1 \text{ persona}$

325 personas en total

Proporción = P/M : E/F = 4,2 : 1

**APENDICE DEL  
CAPITULO**



**PLAN DE  
EJECUCION DEL  
PROYECTO**

# APENDICE DEL CAPITULO 11

## PLAN DE EJECUCION DEL PROYECTO

### Desglose del Importe de Inversión

El concepto del costo de la obra al importe de inversión y el desglose por tramo es el siguiente:

#### 1. COSTO INDIRECTO

##### (1) Desglose de los gastos del levantamiento y del estudio geológico

En cuanto a los gastos del levantamiento, se realizarán la nivelación, el levantamiento del eje del trazado, el levantamiento longitudinal y la nivelación transversal, y su precio unitario estándar en Japón. En cuanto a la nivelación transversal, se considera la medida del paso de 20m en el tramo descubierto.

En cuanto al estudio geológico, se especifica el costo del estudio mediante perforación principalmente en el tramo de puente, y su precio unitario es según la estimación de las empresas nacionales. Para los lugares del estudio mediante perforación se consideran unos 30 tramos de más de 20 m de longitud de puente, siendo de 35 m por lugar en promedio.

El costo de trabajo será totalmente en moneda nacional.

#### *Lista de Desglose*

Importe: 1.000 US\$

Denominación	Contenido del trabajo	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Importe
Costo del levantamiento y del estudio geológico (Moneda nacional)	Costo del levantamiento	km	21,9	32,85	719
	Costo del estudio geológico	m	0,317	1.050	333
Total					1.052

#### 2. COSTO DIRECTO

##### (1) Costo de recuperación de las vigas de acero de la línea Yapacani

En cuanto al estudio de las vigas recuperables, la Red Oriental lo ejecutará y la cantidad

y el precio unitario se evaluarán al precio unitario realizable en base a los datos suministrados por la Red Oriental. Esta será la obra bajo el control directo de la ENFE

La obra de recuperación será en moneda nacional.

**Lista de Desglose**

Importe: 1.000 US\$

Denominación	Contenido del trabajo	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Importe
Vigas de acero	Costo de recuperación	ton	0,39	1,318	514
	Costo de transporte	ton	0,0302	1,318	40
<b>Total</b>					<b>554</b>

Otros costos comunes

Las especificaciones de la maquinaria de construcción para la obra, procedente del Japón, son los siguientes y sus precios unitarios fueron estimados en Japón. El importe esta registrado en moneda extranjera.

Además, en cuanto a las especificaciones detalladas, refiérase al Apéndice 11-30 ~ 34.

Importe: 1.000 US\$

Maquinaria de construcción para la obra		Especificaciones	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Importe
①	Automotor para la obra	con grúa de 2,9 toneladas	unidad	333	1	333
		sin grúa	unidad	270	2	540
		Vagoneta automóvil	unidad	72	2	144
②	Bogie para balasto	capacidad de carga de 4,0 m	unidad	59	5	295
③	Bogie llano	capacidad de carga de 10t	unidad	41	5	205
		capacidad de carga de 20t	unidad	59	5	295
④	Vagón de transporte de hormigón	Camión mezclador de 3m3	unidad	162	3	486
⑤	Planta de hormigón	30m3/h (incluye generador)	juego	441	1 juego	441
⑥	Bomba para hormigón	30m3/h (incluye generador)	unidad	198	1	198
⑦	Costo de transporte marítimo	entre Japón y Bolivia	juego	359	1 juego	359
<b>Total</b>						<b>3.296</b>

(2) Costo de maquinaria para mantenimiento

La maquinaria para mantenimiento es un equipo de gran tamaño necesario para mantener al mínimo las estructuras basadas en este proyecto y sus especificaciones son los siguientes. Los precios unitarios fueron estimados en el Japón, y esta maquinaria será traída del Japón. El importe está expresado en moneda extranjera.

Importe: 1.000US\$

Maquinaria de construcción para la obra		Especificaciones	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Importe
①	Bulldózer	CAT D7G	unidad	284	5	1.420
②	Tractor de llantas	CAT 814	unidad	252	2	504
③	Pala	CAT 966	unidad	288	2	576
④	Otros	Máquina hincadora de tirafondos Máquina cortadora de rieles Taladradora de rieles Soldadura de rieles (termita) Bateadora	juego	50	1 juego	50
⑤	Costo de transporte marítimo	entre Japón y Bolivia	juego	180	1 juego	180
Total						2.730



Unidad: 1.000 US\$

Clasificación de obra	Sector ①		Sector ③ + ④		Sector ⑤		Sector ⑦		Sector ⑧			
	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total
Costo de terreno	163	0	163	21	0	21	0	0	0	25	0	25
Costo de ingeniería civil	3.309	207	3.516	3.011	215	3.226	3.455	2.322	5.777	341	423	764
	3	0	3	3	0	3	4	2	6	0	1	1
	3.312	207	3.519	3.014	215	3.299	3.459	2.324	5.783	341	424	765
Subtotal	686	570	1.256	558	463	1.021	286	238	524	57	48	105
Costo de vía	6	25	31	5	18	23	2	6	8	1	2	3
Costo de electricidad	4.167	802	4.969	3.598	696	4.294	3.747	2.568	6.315	399	474	873
Total	4.167	802	4.969	3.598	696	4.294	3.747	2.568	6.315	399	474	873

Clasificación de obra	Sector ⑩		Sector ⑬		Sector ⑮		Sector ⑰		Sector ⑱			
	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total
Costo de terreno	84	0	84	25	13	25	13	65	0	12	0	12
Costo de ingeniería civil	6.734	1.045	7.779	5.784	1.637	7.867	1.058	4.603	808	5.411	2.534	2.650
	7	1	8	6	2	8	1	4	1	5	0	3
	6.741	1.046	7.787	5.790	1.639	7.875	1.059	4.607	809	5.416	2.537	2.653
Subtotal	858	713	1.571	715	200	166	366	529	440	969	408	339
Costo de vía	7	26	33	6	17	23	2	5	7	15	20	12
Costo de electricidad	7.690	1.785	9.475	6.536	1.854	1.230	3.084	5.206	1.264	6.470	2.960	3.424
Total	7.690	1.785	9.475	6.536	1.854	1.230	3.084	5.206	1.264	6.470	2.960	3.424

Clasificación de obra	Sector Cona Cona		Colocación de la vía excepto en el sector de mejoramiento		Total general	
	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total
Costo de terreno	0	0	0	0	0	0
Costo de ingeniería civil	317	3	320	0	0	34.320
	0	0	0	0	0	34
	317	3	320	0	0	34.354
Subtotal	317	48	105	5.062	4.205	9.816
Costo de vía	0	0	0	0	0	40
Costo de electricidad	374	51	425	5.062	4.205	44.618
Total	374	51	425	5.062	4.205	17.436

Unidad: 1.000 US\$

Costo de la Obra B por Sector

Clasificación de obra	Tramo de obra	Sector ①			Sector ② - ④			Sector ⑤			Sector ⑥			Sector ⑦			Sector ⑧		
		Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total
Costo de terreno	(incluyendo el costo de edificio)	163	0	163	21	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
Costo de ingeniería civil	Costo de obra de ingeniería civil	3.179	271	3.450	3.125	758	3.883	3.455	2.322	5.777	341	423	764	2.595	855	3.450			
	Costo anexo a la obra	3	0	3	3	1	4	4	2	6	0	1	1	2	1	3			
	Subtotal	3.182	271	3.453	3.128	759	3.887	3.459	2.324	5.783	341	424	765	2.597	856	3.453			
Costo de vía		686	370	1.056	528	463	1.021	286	238	524	37	48	105	400	338	732			
Costo de electricidad		6	25	31	5	18	23	2	6	8	1	2	3	3	12	15			
	Total	4.037	866	4.903	3.712	1.240	4.952	3.747	2.568	6.315	399	474	873	3.023	1.201	4.226			

Clasificación de obra	Tramo de obra	Sector ①			Sector ②			Sector ③			Sector ④			Sector ⑤			Sector ⑥		
		Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total
Costo de terreno	(incluyendo el costo de edificio)	84	0	84	25	13	38	0	0	0	13	65	12	0	12				
Costo de ingeniería civil	Costo de obra de ingeniería civil	7.315	3.334	10.649	5.789	2.181	7.970	1.637	1.058	2.695	4.784	1.724	6.508	2.580	624	3.204			
	Costo anexo a la obra	8	3	11	6	2	8	2	1	3	4	2	6	3	0	3			
	Subtotal	7.323	3.337	10.660	5.795	2.183	7.978	1.639	1.059	2.698	4.788	1.726	6.514	2.583	624	3.207			
Costo de vía		858	713	1.571	715	594	1.309	200	166	366	329	440	969	408	339	747			
Costo de electricidad		7	26	33	6	17	23	2	5	7	5	15	20	3	9	12			
	Total	8.272	4.076	12.348	6.541	2.794	9.335	1.854	1.230	3.084	5.387	2.181	7.568	3.006	972	3.978			

Clasificación de obra	Tramo de obra	Sector Cona Cons			Colocación de la vía excepto en el sector de mejoramiento			Total general				
		Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total	Moneda nacional	Moneda extranjera	Total		
Costo de terreno	(incluyendo el costo de edificio)	0	0	0	0	0	0	0	0	408	0	408
Costo de ingeniería civil	Costo de obra de ingeniería civil	317	3	320	0	0	0	0	0	35.117	13.553	48.670
	Costo anexo a la obra	0	0	0	0	0	0	0	0	35	13	48
	Subtotal	317	3	320	0	0	0	0	0	35.152	13.566	48.718
Costo de vía		57	48	105	3.062	4.205	9.267	0	0	9.816	8.137	17.973
Costo de electricidad		0	0	0	0	0	0	0	0	40	135	175
	Total	374	51	425	5.062	4.205	9.267	0	0	45.416	21.858	67.274

Costo de la Obra A: Lista de Desglose del Importe por Sector 1

Importe: 1.000US\$

Clasificación de obra	Clase de obra	Unidad	Precio unitario		No. de sector de la obra			Observaciones	
			Moneda nacional	Moneda extranjera	①				
					Cantidad	Importe de moneda nacional	Importe de moneda extranjera		
Terreno	Costo de traslado de casas de obstáculo	casa	1.600		74	118	0	40m <sup>2</sup> en promedio. El costo de traslado incluye el costo de reconstrucción del edificio de la estación de obstáculo.	
	Costo de expropiación de terreno (terreno para la vivienda)	m <sup>2</sup>	2		13.900	28	0		
	Costo de expropiación de terreno (campos)	"	1		17.000	17	0		
	<b>Total</b>					163	0		
Ingeniería civil	Corte	m <sup>3</sup>	4,5		150.500	677	0	L = 2.352 m	
	Terraplén	"	3		342.100	1.026	0	L = 2.299 m	
	Muro de sostenimiento	m	541		1.053	570	0	promedio H = 6 m	
	Muro de retención	"	625		100	63	0	promedio H = 4 m	
	<b>Subtotal</b>					2.336	0		
	Túnel rectangular	m	2.060	3.180		0	0		
	Túnel montañoso	"	2.400	5.600		0	0		
	<b>Subtotal</b>					0	0		
	Superestructura de puente Armadura de acero	tonelada	2.200	3.300		0	0	L = 149m 13 lugares	
	" Viga de acero	"	1.800	2.700	27	49	73		
	" Viga existente	"	1.500		196	294	0		
	<b>Subtotal</b>					343	73		
	Tramo de pilar de la subestructura de puente	Menos de 6 m	unidad				0	0	
	"	Menos de 12 m	"	12.700	15.000		0	0	H = 12,5 m
	"	Menos de 25 m	"	38.500	47.700		0	0	H = 23,4 m
	"	Menos de 52 m	"	26.800	32.700		0	0	H = 18,8 m
	"	Menos de 70 m	"	47.400	59.200		0	0	H = 26,3 m
	Tramo de estribo de la subestructura de puente	Menos de 6 m	"	7.200		12	86	0	H = 7,5 m
	"	Menos de 12 m	"	10.300		6	62	0	H = 10,2 m
	"	Menos de 25 m	"	8.900	11.000	8	71	88	H = 15,3 m
	"	Menos de 52 m	"	9.900	12.000		0	0	H = 15,0 m
	"	Menos de 70 m	"	37.500	46.800		0	0	H = 20,5 m
	<b>Subtotal</b>						219	88	
	Otros	Costo de colocación de línea provisional	m	120		250	30	0	
		Obra de drenaje de pie del talud	"	29,8		2.300	69	0	
	Enterramiento de tubo corrugado	"	14	140	192	3	27		
	Camino para la obra	"	18		480	9	0		
<b>Subtotal</b>						110	27		
Gastos en el lugar de la obra	total de dicho importe	%	10	10		301	19	oficina del lugar de la obra y otros	
<b>Total</b>						3.309	207		
Vía	Costo de colocación de la vía	m	130	108	4.800	624	518		
	Gastos en el lugar de la obra	total de dicho importe	%	10	10		62	52	
	<b>Total</b>					686	570		
Electricidad	Costo de instalaciones eléctricas	Instalaciones de señales	juego	70	1.300	6	0	8	
		Instalaciones de comunicaciones	km	1.098	3.215	5,2	6	17	
	<b>Total</b>					6	25		
<b>Total general</b>						4.164	802		

Costo de la Obra A: Lista de Desglose del Importe por Sector 2

Importe: 1.000US\$

Clasificación de obra	Clase de obra	Unidad	Precio unitario		No. de sector de la obra			Observaciones
			Moneda nacional	Moneda extranjera	③ + ④			
					Cantidad	Importe de moneda nacional	Importe de moneda extranjera	
Terreno	Costo de traslado de casas de obstáculo	casa	1,600		9	14	0	40m <sup>2</sup> en promedio. El costo de traslado incluye el costo de reconstrucción del edificio de la estación de obstáculo
	Costo de expropiación de terreno (terreno para la vivienda)	m <sup>2</sup>	2		2,950	6	0	
	Costo de expropiación de terreno (campos)	"	1		800	1	0	
	Total					21	0	
Ingeniería civil	Corte	m <sup>3</sup>	4,5		147.600	664	0	L = 1.740 m
	Terraplén	"	3		280.000	840	0	L = 2.024 m
	Muro de sostenimiento	m	541		670	362	0	promedio H = 6 m
	Muro de retención	"	625		220	138	0	promedio H = 4 m
	Subtotal					2.004	0	
	Túnel rectangular	m	2.060	3.180	40	82	127	
	Túnel montañoso	"	2.400	5.600		0	0	
	Subtotal					82	127	
	Superestructura de puente Armadura de acero	tonelada	2.200	3.300		0	0	L = 136m 9 lugares
	" Viga de acero	"	1.800	2.700		0	0	
	" Viga existente	"	1.500		241	362	0	
	Subtotal					362	0	
	Tramo de pilar de la subestructura de puente Menos de 6 m	unidad				362	0	
	" Menos de 12 m	"	12.700	15.000		0	0	H = 12,5 m
	" Menos de 25 m	"	38.500	47.700		0	0	H = 23,4 m
	" Menos de 52 m	"	26.800	32.700		0	0	H = 18,8 m
	" Menos de 70 m	"	47.400	59.200		0	0	H = 26,3 m
	Tramo de estribo de la subestructura de puente Menos de 6 m	"	7.200		6	43	0	H = 7,5 m
	" Menos de 12 m	"	10.300		8	82	0	H = 10,2 m
	" Menos de 25 m	"	8.900	11.000	2	18	22	H = 15,3 m
	" Menos de 52 m	"	9.900	12.000	2	20	24	H = 15,0 m
	" Menos de 70 m	"	37.500	46.800		0	0	H = 20,5 m
	Subtotal					163	46	
	Otros Costo de colocación de línea provisional	m	120		500	60	0	
	Obra de drenaje de pie del talud	"	29,8		1.900	57	0	
	Enterramiento de tubo corrugado	"	14	140	156	2	22	
	Camino para la obra	"	18		390	7	0	
	Subtotal					126	22	
Gastos en el lugar de la obra total de dicho importe	%	10	10		274	20	oficina del lugar de la obra y otros	
Total					3.011	215		
Vía Costo de colocación de la vía	m	130	108	3.900	507	421		
Gastos en el lugar de la obra total de dicho importe	%	10	10		51	42		
Total					558	463		
Electricidad Costo de instalaciones eléctricas Instalaciones de señales	juego	70	1.300	3	0	4		
Instalaciones de comunicaciones	km	1.085	3.184	4,3	5	14		
Total					5	18		
<b>Total general</b>					<b>3.595</b>	<b>696</b>		

Costo de la Obra A: Lista de Desglose del Importe por Sector 3

Importe: 1.000US\$

Clasificación de obra	Clase de obra	Unidad	Precio unitario		No. de sector de la obra			Observaciones	
			Moneda nacional	Moneda extranjera	⑤				
					Cantidad	Importe de moneda nacional	Importe de moneda extranjera		
Terreno	Costo de traslado de casas de obstáculo	casa	1.600			0	0	40m <sup>2</sup> en promedio.	
	Costo de expropiación de terreno (terreno para la vivienda)	m <sup>2</sup>	2			0	0		
	Costo de expropiación de terreno (campos)	"	1			0	0		
	Total					0	0		
Ingeniería civil	Corte	m <sup>3</sup>	4,5		5.200	23	0	L = 421 m	
	Terraplén	"	3		327.000	981	0	L = 1.086 m	
	Muro de sostenimiento	m	541		360	195	0	promedio H = 6 m	
	Muro de retención	"	625			0	0	promedio H = 4 m	
	Subtotal					1.199	0		
	Túnel rectangular	m	2.060	3.180	180	371	572		
	Túnel montañoso	"	2.400	5.600		0	0		
	Subtotal					371	572		
	Superestructura de puente Armadura de acero	tonelada	2.200	3.300	359	790	1.185	L = 244m 1 lugar no incluyendo la ejecución de la obra por la ENFE	
	" Viga de acero	"	1.800	2.700		0	0		
	" Viga existente	"	1.500		205	308	0		
	Subtotal					1.097	1.185		
	Tramo de pilar de la subestructura de puente	Menos de 6 m	unidad				0	0	
	"	Menos de 12 m	"	12.700	15.000		0	0	H = 12,5 m
	"	Menos de 25 m	"	38.500	47.700	3	116	143	H = 23,4 m
	"	Menos de 52 m	"	26.800	32.700		0	0	H = 18,8 m
	"	Menos de 70 m	"	47.400	59.200	3	142	178	H = 26,3 m
	Tramo de estribo de la subestructura de puente	Menos de 6 m	"	7.200		6	43	0	H = 7,5 m
	"	Menos de 12 m	"	10.300		10	103	0	H = 10,2 m
	"	Menos de 25 m	"	8.900	11.000	2	18	22	H = 15,3 m
	"	Menos de 52 m	"	9.900	12.000		0	0	H = 15,0 m
	"	Menos de 70 m	"	37.500	46.800		0	0	H = 20,5 m
	Subtotal						422	343	
	Otros	Costo de colocación de línea provisional	m	120		350	42	0	
		Obra de drenaje de pie del talud	"	29,8		170	5	0	
		Enterramiento de tubo corrugado	"	14	140	80	1	11	
		Camino para la obra	"	18		200	4	0	
	Subtotal						52	11	
	Gastos en el lugar de la obra	total de dicho importe	%	10	10		314	211	oficina del lugar de la obra y otros
	Total						3.455	2.322	
	Vía	Costo de colocación de la vía	m	130	108	2.000	260	216	
		Gastos en el lugar de la obra	%	10	10		26	22	
Total						286	238		
Electricidad	Costo de instalaciones eléctricas	juego	70	1.300		0	0		
	Instalaciones de comunicaciones	km	1.050	3.100	2	2	6		
Total						2	6		
Total general						3.743	2.566		

Costo de la Obra A: Lista de Desglose del Importe por Sector 4

Importe: 1.000US\$

Clasificación de obra	Clase de obra	Unidad	Precio unitario		No. de sector de la obra			Observaciones	
			Moneda nacional	Moneda extranjera	⑦				
					Cantidad	Importe de moneda nacional	Importe de moneda extranjera		
Terreno	Costo de traslado de casas de obstáculo	casa	1.600			0	0	40m <sup>2</sup> en promedio.	
	Costo de expropiación de terreno (terreno para la vivienda)	m <sup>2</sup>	2			0	0		
	Costo de expropiación de terreno (campos)	"	1			0	0		
	Total					0	0		
Ingeniería civil	Corte	m <sup>3</sup>	4,5			0	0	L = 0 m	
	Terraplén	"	3		3.200	10	0	L = 275 m	
	Muro de sostenimiento	m	541			0	0	promedio H = 6 m	
	Muro de retención	"	625			0	0	promedio H = 4 m	
	Subtotal					10	0		
	Túnel rectangular	m	2.060	3.180	120	247	382		
	Túnel montañoso	"	2.400	5.600		0	0		
	Subtotal					247	382		
	Superestructura de puente Armadura de acero	tonelada	2.200	3.300		0	0	L = 5m 1 lugar	
	" Viga de acero	"	1.800	2.700		0	0		
	" Viga existente	"	1.500		5	8	0		
	Subtotal					8	0		
	Tramo de pilar de la subestructura de puente	Menos de 6 m	unidad				0	0	
	"	Menos de 12 m	"	12.700	15.000		0	0	H = 12,5 m
	"	Menos de 25 m	"	38.500	47.700		0	0	H = 23,4 m
	"	Menos de 52 m	"	26.800	32.700		0	0	H = 18,8 m
	"	Menos de 70 m	"	47.400	59.200		0	0	H = 26,3 m
	Tramo de estribo de la subestructura de puente	Menos de 6 m	"	7.200		2	14	0	H = 7,5 m
	"	Menos de 12 m	"	10.300			0	0	H = 10,2 m
	"	Menos de 25 m	"	8.900	11.000		0	0	H = 15,3 m
	"	Menos de 52 m	"	9.900	12.000		0	0	H = 15,0 m
	"	Menos de 70 m	"	37.500	46.800		0	0	H = 20,5 m
	Subtotal						14	0	
	Otros	Costo de colocación de línea provisional	m	120		250	30	0	
		Obra de drenaje de pie del talud	"	29,8			0	0	
		Enterramiento de tubo corrugado	"	14	140	20	0	3	
		Camino para la obra	"	18		40	1	0	
	Subtotal						31	3	
	Gastos en el lugar de la obra	total de dicho importe	%	10	10		31	38	oficina del lugar de la obra y otros
	Total						341	423	
	Vía	Costo de colocación de la vía	m	130	108	400	52	43	
		Gastos en el lugar de la obra	total de dicho importe	%	10	10		5	4
Total							57	48	
Electricidad	Costo de instalaciones eléctricas	Instalaciones de señales	juego	70	1.300		0	0	
		Instalaciones de comunicaciones	km	1.050	3.100	0,6	1	2	
	Total						1	2	
Total general						399	473		

Costo de la Obra A: Lista de Desglose del Importe por Sector 5

Importe: 1.000US\$

Clasificación de obra	Clase de obra	Unidad	Precio unitario		No. de sector de la obra			Observaciones
			Moneda nacional	Moneda extranjera	①			
					Cantidad	Importe de moneda nacional	Importe de moneda extranjera	
Terreno	Costo de traslado de casas de obstáculo	casa	1.600		12	19	0	40 m <sup>2</sup> en promedio. El costo de traslado incluye el costo de reconstrucción del edificio de la estación de obstáculo
	Costo de expropiación de terreno (terreno para la vivienda)	m <sup>2</sup>	2		1.650	3	0	
	Costo de expropiación de terreno (campos)	"	1		2.900	3	0	
	<b>Total</b>						25	
Ingeniería civil	Corte	m <sup>3</sup>	4,5		177.800	800	0	L = 1.600 m
	Terraplén	"	3		186.900	561	0	L = 1.100 m
	Muro de sostenimiento	m	541		530	287	0	promedio H = 6 m
	Muro de retención	"	625		50	31	0	promedio H = 4 m
	<b>Subtotal</b>						1.679	0
	Túnel rectangular	m	2.060	3.180		0	0	
	Túnel montañoso	"	2.400	5.600		0	0	
	<b>Subtotal</b>						0	0
	Superestructura de puente Armadura de acero	tonelada	2.200	3.300	180	396	594	L = 100 m 5 lugares
	" Viga de acero	"	1.800	2.700	27	49	73	
	" Viga existente	"	1.500		10	15	0	
	<b>Subtotal</b>						460	667
	Tramo de pilar de la subestructura de puente Menos de 6 m	unidad				0	0	
	" Menos de 12 m	"	12.700	15.000		0	0	H = 12,5 m
	" Menos de 25 m	"	38.500	47.700		0	0	H = 23,4 m
	" Menos de 52 m	"	26.800	32.700		0	0	H = 18,8 m
	" Menos de 70 m	"	47.400	59.200		0	0	H = 26,3 m
	Tramo de estribo de la subestructura de puente Menos de 6 m	"	7.200		4	29	0	H = 7,5 m
	" Menos de 12 m	"	10.300		4	41	0	H = 10,2 m
	" Menos de 25 m	"	8.900	11.00		0	0	H = 15,3 m
	" Menos de 52 m	"	9.900	12.000		0	0	H = 15,0 m
	" Menos de 70 m	"	37.500	46.800	2	75	94	H = 20,5 m
	<b>Subtotal</b>						145	94
	Otros Costo de colocación de línea provisional	m	120		300	36	0	
	Obra de drenaje de pie del talud	"	29,8		1.100	33	0	
Enterramiento de tubo corrugado	"	14	140	112	2	16		
Camino para la obra	"	18		280	5	0		
<b>Subtotal</b>						75	16	
Gastos en el lugar de la obra total de dicho importe	%	10	10		236	78	oficina del lugar de la obra y otros	
<b>Total</b>					2.595	855		
Vía Costo de colocación de la vía	m	130	108	2.800	364	302		
Gastos en el lugar de la obra total de dicho importe	%	10	10		36	30		
<b>Total</b>					400	333		
Eletricidad Costo de instalaciones eléctricas Instalaciones de señales	juego	70	1.300	2	0	3		
Instalaciones de comunicaciones	km	1.098	3.215	3	3	10		
<b>Total</b>					0	12		
<b>Total general</b>						3.023	1.200	

Costo de la Obra A: Lista de Desglose del Importe por Sector 6

Importe: 1.000US\$

Clasificación de obra	Clase de obra	Unidad	Precio unitario		No. de sector de la obra			Observaciones		
			Moneda nacional	Moneda extranjera	Ⓢ					
					Cantidad	Importe de moneda nacional	Importe de moneda extranjera			
Terreno	Costo de traslado de casas de obstáculo	casa	1.600		32	51	0	40 m <sup>2</sup> en promedio. El costo de traslado incluye el costo de reconstrucción del edificio de la estación de obstáculo		
	Costo de expropiación de terreno (terreno para la vivienda)	m <sup>2</sup>	2		7.050	14	0			
	Costo de expropiación de terreno (campos)	"	1		18.500	19	0			
	Total						84		0	
Ingeniería civil	Corte	m <sup>3</sup>	4,5		277.900	1.251	0	L = 2.490 m		
	Terraplén	"	3		609.400	1.828	0	L = 3.047 m		
	Muro de sostenimiento	m	541		540	292	0	promedio H = 6m		
	Muro de retención	"	625		1.400	875	0	promedio H = 4m		
	Subtotal						4.246	0		
	Túnel rectangular	m	2.060	3.180			0	0		
	Túnel montañoso	"	2.400	5.600	110	264	616			
	Subtotal						264	616		
	Superestructura de puente Armadura de acero	tonelada	2.200	3.300			0	0	L = 353 m 15 lugares	
	" Viga de acero	"	1.800	2.700			0	0		
	" Viga existente	"	1.500		684	1.026	0	0		
	Subtotal						1.026	0		
	Tramo de pilar de la subestructura de puente	Menos de 6 m	unidad					0	0	
	"	Menos de 12 m	"	12.700	15.000			0	0	H = 12,5 m
	"	Menos de 25 m	"	38.500	47.700			0	0	H = 23,4 m
	"	Menos de 52 m	"	26.800	32.700			0	0	H = 18,8 m
	"	Menos de 70 m	"	47.400	59.200	2	95	118	118	H = 26,3 m
	Tramo de estribo de la subestructura de puente	Menos de 6 m	"	7.200		12	86	0	0	H = 7,5 m
	"	Menos de 12 m	"	10.300		8	82	0	0	H = 10,2 m
	"	Menos de 25 m	"	8.900	11.000	8	71	88	88	H = 15,3 m
	"	Menos de 52 m	"	9.900	12.000			0	0	H = 15,0 m
	"	Menos de 70 m	"	37.500	46.800	2	75	94	94	H = 20,5 m
	Subtotal							410	300	
	Otros	Costo de colocación de línea provisional	m	120		600	72	0		
		Obra de drenaje de pie del talud	"	29,8		3.000	89	0		
		Enterramiento de tubo corrugado	"	14	140	240	3	34		
		Camino para la obra	"	18		600	11	0		
Subtotal							176	34		
Gastos en el lugar de la obra	total de dicho importe	%	10	10		612	95	oficina del lugar de la obra y otros		
Total						6.734	1.045			
Vía	Costo de colocación de la vía	m	130	108	6.000	780	648			
	Gastos en el lugar de la obra	%	10	10		78	65			
Total						858	713			
Electricidad	Costo de instalaciones eléctricas	Instalaciones de señales	juego	70	1.300	4	0	5		
		Instalaciones de comunicaciones	km	1.085	3.184	6,4	7	20		
	Total						7	26		
Total general						7.683	1.783			



Costo de la Obra A: Lista de Desglose del Importe por Sector 7

Importe: 1.000US\$

Clasificación de obra	Clase de obra	Unidad	Precio unitario		No. de sector de la obra			Observaciones	
			Moneda nacional	Moneda extranjera	③				
					Cantidad	Importe de moneda nacional	Importe de moneda extranjera		
Terreno	Costo de traslado de casas de obstáculo	casa	1.600		6	10	0		
	Costo de expropiación de terreno (terreno para la vivienda)	m <sup>2</sup>	2		3.400	7	0	40 m <sup>2</sup> en promedio.	
	Costo de expropiación de terreno (campos)	"	1		9.000	9	0		
	<b>Total</b>					25	0		
Ingeniería civil	Corte	m <sup>3</sup>	4,5		383.500	1.726	0	L = 2.720 m	
	Terraplén	"	3		404.600	1.214	0	L = 1.627 m	
	Muro de sostenimiento	m	541		710	384	0	promedio H = 6 m	
	Muro de retención	"	625		540	338	0	promedio H = 4 m	
	<b>Subtotal</b>					3.661	0		
	Túnel rectangular	m	2.060	3.180	580	1.195	1.844		
	Túnel montañoso	"	2.400	5.600		0	0		
	<b>Subtotal</b>					1.195	1.844		
	Superestructura de puente Armadura de acero	tonelada	2.200	3.300		0	0	L = 73 m 7 lugares	
	" Viga de acero	"	1.800	2.700		0	0		
	" Viga existente	"	1.500		102	153	0		
	<b>Subtotal</b>					153	0		
	Tramo de pilar de la subestructura de puente	Menos de 6 m	unidad				0	0	
	"	Menos de 12 m	"	12.700	15.000		0	0	H = 12,5 m
	"	Menos de 25 m	"	38.500	47.700		0	0	H = 23,4 m
	"	Menos de 52 m	"	26.800	32.700		0	0	H = 18,8 m
	"	Menos de 70 m	"	47.400	59.200		0	0	H = 26,3 m
	Tramo de estribo de la subestructura de puente	Menos de 6 m	"	7.200		2	14	0	H = 7,5 m
	"	Menos de 12 m	"	10.300		10	103	0	H = 10,2 m
	"	Menos de 25 m	"	8.900	11.000	2	18	22	H = 15,3 m
	"	Menos de 52 m	"	9.900	12.000		0	0	H = 15,0 m
	"	Menos de 70 m	"	37.500	46.800		0	0	H = 20,5 m
	<b>Subtotal</b>						135	22	
	Otros	Costo de colocación de línea provisional	m	120		450	54	0	
		Obra de drenaje de pie del talud	"	29,8		1.630	49	0	
	Enterramiento de tubo corrugado	"	14	140	200	3	28		
	Camino para la obra	"	18		500	9	0		
<b>Subtotal</b>						114	28		
Gastos en el lugar de la obra	total de dicho importe	%	10	10		526	189	oficina del lugar de la obra y otros	
<b>Total</b>						5.784	2.083		
Vía	Costo de colocación de la vía	m	130	108	5.000	650	540		
	Gastos en el lugar de la obra	total de dicho importe	%	10	10		65	54	
	<b>Total</b>					715	594		
Electricidad	Costo de instalaciones eléctricas	Instalaciones de señales	juego	70	1.300		0	0	
		Instalaciones de comunicaciones	km	1.050	3.100	5,4	6	17	
	<b>Total</b>					6	17		
<b>Total general</b>						6.530	2.694		

Costo de la Obra A: Lista de Desglose del Importe por Sector 8

Importe: 1.000US\$

Clasificación de obra	Clase de obra	Unidad	Precio unitario		No. de sector de la obra			Observaciones
			Moneda nacional	Moneda extranjera	⑤			
					Cantidad	Importe de moneda nacional	Importe de moneda extranjera	
Terreno	Costo de traslado de casas de obstáculo	casa	1.600		3	5	0	40 m <sup>2</sup> en promedio.
	Costo de expropiación de terreno (terreno para la vivienda)	m <sup>2</sup>	2		200	0	0	
	Costo de expropiación de terreno (campos)	"	1		7.500	8	0	
	<b>Total</b>					13	0	
Ingeniería civil	Corte	m <sup>3</sup>	4,5			606	0	L = 600 m
	Terraplén	"	3		134.700	157	0	L = 495 m
	Muro de sostenimiento	m	541		52.200	43	0	promedio H = 6m
	Muro de retención	"	625		80	0	0	promedio H = 4m
	<b>Subtotal</b>					806	0	
	Túnel rectangular	m	2.060	3.180	300	618	954	
	Túnel montañoso	"	2.400	5.600		0	0	
	<b>Subtotal</b>					618	954	
	Superestructura de puente Armadura de acero	tonelada	2.200	3.300		0	0	L = 5 m 1 lugar
	" Viga de acero	"	1.800	2.700		0	0	
	" Viga existente	"	1.500		5	8	0	
	<b>Subtotal</b>					8	0	
	Tramo de pilar de la subestructura de puente Menos de 6 m	unidad				0	0	
	" Menos de 12 m	"	12.700	15.000		0	0	H = 12,5 m
	" Menos de 25 m	"	38.500	47.700		0	0	H = 23,4 m
	" Menos de 52 m	"	26.800	32.700		0	0	H = 18,8 m
	" Menos de 70 m	"	47.400	59.200		0	0	H = 26,3 m
	Tramo de estribo de la subestructura de puente Menos de 6 m	"	7.200		2	14	0	H = 7,5 m
	" Menos de 12 m	"	10.300			0	0	H = 10,2 m
	" Menos de 25 m	"	8.900	11.000		0	0	H = 15,3 m
	" Menos de 52 m	"	9.900	12.000		0	0	H = 15,0 m
	" Menos de 70 m	"	37.500	46.800		0	0	H = 20,5 m
	<b>Subtotal</b>					14	0	
	Otros Costo de colocación de línea provisional	m	120		200	24	0	
	Obra de drenaje de pie del talud	"	29,8		490	15	0	
	Enterramiento de tubo corrugado	"	14	140	56	1	8	
	Camino para la obra	"	18		140	3	0	
<b>Subtotal</b>					42	8		
Gastos en el lugar de la obra total de dicho importe	%	10	10		149	96	oficina del lugar de la obra y otros	
<b>Total</b>					1.637	1.058		
Vía Costo de colocación de la vía	m	130	108	1.400	182	151		
Gastos en el lugar de la obra total de dicho importe	%	10	10		18	15		
<b>Total</b>					200	166		
Electricidad Costo de instalaciones eléctricas Instalaciones de señales	juego	70	1.300	0	0	0		
Instalaciones de comunicaciones	km	1.050	3.100	1,6	2	5		
<b>Total</b>					2	5		
<b>Total general</b>					1.852	1.229		

Costo de la Obra A: Lista de Desglose del Importe por Sector 9

Importe: 1.000US\$

Clasificación de obra	Clase de obra	Unidad	Precio unitario		No. de sector de la obra			Observaciones
			Moneda nacional	Moneda extranjera	⑩			
					Cantidad	Importe de moneda nacional	Importe de moneda extranjera	
Terreno	Costo de traslado de casas de obstáculo	casa	1.600		16	26	0	40 m <sup>2</sup> en promedio. El costo de traslado incluye el costo de reconstrucción del edificio de la estación de obstáculo
	Costo de expropiación de terreno (terreno para la vivienda)	m <sup>2</sup>	2		4.100	8	0	
	Costo de expropiación de terreno (campos)	"	1		31.500	32	0	
	Total					65	0	
Ingeniería civil	Corte	m <sup>3</sup>	4,5		196.700	885	0	L = 1.640 m
	Terraplén	"	3		484.900	1.455	0	L = 1.641 m
	Muro de sostenimiento	m	541		390	211	0	promedio H = 6 m
	Muro de retención	"	625		340	213	0	promedio H = 4 m
	Subtotal					2.763	0	
	Túnel rectangular	m	2.060	3.180	160	330	509	
	Túnel montañoso	"	2.400	5.600		0	0	
	Subtotal					330	509	
	Superestructura de puente Armadura de acero	tonelada	2.200	3.300		0	0	L = 259 m 7 lugares
	" Viga de acero	"	1.800	2.700		0	0	
	" Viga existente	"	1.500		490	735	0	
	Subtotal					735	0	
	Tramo de pilar de la subestructura de puente Menos de 6 m	unidad				0	0	
	" Menos de 12 m	"	12.700	15.000		0	0	H = 12,5 m
	" Menos de 25 m	"	38.500	47.700	2	77	95	H = 23,4 m
	" Menos de 52 m	"	26.800	32.700	2	54	65	H = 18,8 m
	" Menos de 70 m	"	47.400	59.200		0	0	H = 26,3 m
	Tramo de estribo de la subestructura de puente Menos de 6 m	"	7.200			0	0	H = 7,5 m
	" Menos de 12 m	"	10.300		10	103	0	H = 10,2 m
	" Menos de 25 m	"	8.900	11.000	4	36	44	H = 15,3 m
	" Menos de 52 m	"	9.900	12.000		0	0	H = 15,0 m
	" Menos de 70 m	"	37.500	46.800		0	0	H = 20,5 m
	Subtotal					269	205	
	Otros Costo de colocación de línea provisional	m	120		250	30	0	
	Obra de drenaje de pie del talud	"	29,8		1.640	49	0	
	Enterramiento de tubo corrugado	"	14	140	148	2	21	
	Camino para la obra	"	18		370	7	0	
Subtotal					88	21		
Gastos en el lugar de la obra total de dicho importe	%	10	10		418	73	oficina del lugar de la obra y otros	
Total					4.603	808		
Vía Costo de colocación de la vía	m	130	108	3.700	481	400		
Gastos en el lugar de la obra total de dicho importe	%	10	10		48	40		
Total					529	440		
Electricidad	Costo de instalaciones eléctricas Instalaciones de señales	juego	70	1.300	2	0	3	
	Instalaciones de comunicaciones	km	1.100	3.220	4	4	13	
	Total					5	15	
Total general						5.202	1.263	

Costo de la Obra A: Lista de Desglose del Importe por Sector 10

Importe: 1.000US\$

Clasificación de obra	Clase de obra	Unidad	Precio unitario		No. de sector de la obra			Observaciones	
			Moneda nacional	Moneda extranjera	19				
					Cantidad	Importe de moneda nacional	Importe de moneda extranjera		
Terreno	Costo de traslado de casas de obstáculo	casa	1.600			0	0		
	Costo de expropiación de terreno (terreno para la vivienda)	m <sup>2</sup>	2			0	0	40 m <sup>2</sup> en promedio.	
	Costo de expropiación de terreno (campos)	"	1		12.000	12	0		
	<b>Total</b>					12	0		
Ingeniería civil	Corte	m <sup>3</sup>	4,5		107.600	484	0	L = 1.050 m	
	Terraplén	"	3		257.800	773	0	L = 1.658 m	
	Muro de sostenimiento	m	541		470	254	0	promedio H = 6 m	
	Muro de retención	"	625		170	106	0	promedio H = 4 m	
	<b>Subtotal</b>					1.618	0		
	Túnel rectangular	m	2.060	3.180		0	0		
	Túnel montañoso	"	2.400	5.600		0	0		
	<b>Subtotal</b>					0	0		
	Superestructura de puente Armadura de acero	tonelada	2.200	3.300		0	0	L = 142 m 9 lugares	
	" Viga de acero	"	1.800	2.700		0	0		
	" Viga existente	"	1.500		303	455	0		
	<b>Subtotal</b>					455	0		
	Tramo de pilar de la subestructura de puente	Menos de 6 m	unidad				0	0	
	"	Menos de 12 m	"	12.700	15.000		0	0	H = 12,5 m
	"	Menos de 25 m	"	38.500	47.700		0	0	H = 23,4 m
	"	Menos de 52 m	"	26.800	32.700		0	0	H = 18,8 m
	"	Menos de 70 m	"	47.400	59.200		0	0	H = 26,3 m
	Tramo de estribo de la subestructura de puente	Menos de 6 m	"	7.200		10	72	0	H = 7,5 m
	"	Menos de 12 m	"	10.300			0	0	H = 10,2 m
	"	Menos de 25 m	"	8.900	11.000	6	53	66	H = 15,3 m
	"	Menos de 52 m	"	9.900	12.000	2	20	24	H = 15,0 m
	"	Menos de 70 m	"	37.500	46.800		0	0	H = 20,5 m
	<b>Subtotal</b>						145	90	
	Otros	Costo de colocación de línea provisional	m	120		250	30	0	
		Obra de drenaje de pie del talud	"	29,8		1.660	49	0	
	Enterramiento de tubo corrugado	"	14	140	110	2	15		
	Camino para la obra	"	18		290	5	0		
<b>Subtotal</b>						86	15		
Gastos en el lugar de la obra	total de dicho importe	%	10	10		230	11	oficina del lugar de la obra y otros	
<b>Total</b>						2.534	116		
Vía	Costo de colocación de la vía	m	130	108	2.850	371	308		
	Gastos en el lugar de la obra	%	10	10		37	31		
<b>Total</b>						408	339		
Electricidad	Costo de instalaciones eléctricas	juego	70	1.300	0	0	0		
	Instalaciones de comunicaciones	km	1.050	3.100	3	3	9		
<b>Total</b>						3	9		
<b>Total general</b>						2.957	464		

Costo de la Obra A: Lista de Desglose del Importe por Sector II

Importe: 1.000US\$

Clasificación de obra	Clase de obra	Unidad	Precio unitario		No. de sector de la obra			Observaciones
			Moneda nacional	Moneda extranjera	Mejoramiento de la Estación Cona Cona			
					Cantidad	Importe de moneda nacional	Importe de moneda extranjera	
Terreno	Costo de traslado de casas de obstáculo	casa	1.600			0	0	
	Costo de expropiación de terreno (terreno para la vivienda)	m <sup>2</sup>	2			0	0	40 m <sup>2</sup> en promedio.
	Costo de expropiación de terreno (campos)	"	1			0	0	
	Total					0	0	
Ingeniería civil	Corte	m <sup>3</sup>	4,5		22.000	99	0	L = 400 m
	Terraplén	"	3			0	0	L = 0 m
	Muro de sostenimiento	m	541		350	189	0	promedio H = 6 m
	Muro de retención	"	625			0	0	promedio H = 4 m
	Subtotal					288	0	
	Túnel rectangular	m	2.060	3.180		0	0	
	Túnel montañoso	"	2.400	5.600		0	0	
	Subtotal					0	0	
	Superestructura de puente Armadura de acero	tonelada	2.200	3.300		0	0	
	" Viga de acero	"	1.800	2.700		0	0	
	" Viga existente	"	1.500			0	0	L = 0 m
	Subtotal					0	0	
	Tramo de pilar de la subestructura de puente Menos de 6 m	unidad				0	0	
	" Menos de 12 m	"	12.700	15.000		0	0	H = 12,5 m
	" Menos de 25 m	"	38.500	47.700		0	0	H = 23,4 m
	" Menos de 52 m	"	26.800	32.700		0	0	H = 18,8 m
	" Menos de 70 m	"	47.400	59.200		0	0	H = 26,3 m
	Tramo de estribo de la subestructura de puente Menos de 6 m	"	7.200			0	0	H = 7,5 m
	" Menos de 12 m	"	10.300			0	0	H = 10,2 m
	" Menos de 25 m	"	8.900	11.000		0	0	H = 15,3 m
	" Menos de 52 m	"	9.900	12.000		0	0	H = 15,6 m
	" Menos de 70 m	"	37.500	46.800		0	0	H = 20,5 m
	Subtotal					0	0	
	Otros Costo de colocación de línea provisional	m	120			0	0	
	Obra de drenaje de pie del talud	"	29,8			0	0	
	Enterramiento de tubo corrugado	"	14	140	20	0	3	
	Camino para la obra	"	18			0	0	
	Subtotal					0	3	
	Gastos en el lugar de la obra total de dicho importe	%	10	10		29	0	oficina del lugar de la obra y otros
	Total					317	3	
	Vía Costo de colocación de la vía	m	130	108	400	52	43	
	Gastos en el lugar de la obra total de dicho importe	%	10	10		5	4	
Total					57	48		
Electricidad Costo de instalaciones eléctricas Instalaciones de señales	juego				0	0		
Instalaciones de comunicaciones	km				0	0		
Total					0	0		
Total general					374	51		

Costo de la Obra A: Lista de Desglose del Importe por Sector 12

Importe: 1.000US\$

Clasificación de obra	Clase de obra	Unidad	Precio unitario		No. de sector de la obra			Observaciones
			Moneda nacional	Moneda extranjera	Colocación de la vía excepto la sección de mejoramiento			
					Cantidad	Importe de moneda nacional	Importe de moneda extranjera	
Terreno	Costo de traslado de casas de obstáculo	casa	1.600			0	0	
	Costo de expropiación de terreno (terreno para la vivienda)	m <sup>2</sup>	2			0	0	
	Costo de expropiación de terreno (campos)	"	1			0	0	
	Total					0	0	
Ingeniería civil	Corte	m <sup>3</sup>	4,5			0	0	
	Terraplén	"	3			0	0	
	Muro de sostenimiento	m	541			0	0	
	Muro de retención	"	625			0	0	
	Subtotal					0	0	
	Túnel rectangular	m	2.060	3.180		0	0	
	Túnel montañoso	"	2.400	5.600		0	0	
	Subtotal					0	0	
	Superestructura de puente Armadura de acero	tonelada	2.200	3.300		0	0	
	" Viga de acero	"	1.800	2.700		0	0	
	" Viga existente	"	1.500			0	0	
	Subtotal					0	0	
	Tramo de pilar de la subestructura de puente Menos de 6 m	unidad				0	0	
	" Menos de 12 m	"	12.700	15.000		0	0	
	" Menos de 25 m	"	38.500	47.700		0	0	
	" Menos de 52 m	"	26.800	32.700		0	0	
	" Menos de 70 m	"	47.400	59.200		0	0	
	Tramo de estribo de la subestructura de puente Menos de 6 m	"	7.200			0	0	
	" Menos de 12 m	"	10.300			0	0	
	" Menos de 25 m	"	8.900	11.000		0	0	
	" Menos de 52 m	"	9.900	12.000		0	0	
	" Menos de 70 m	"	37.500	46.800		0	0	
	Subtotal					0	0	
	Otros Costo de colocación de línea provisional	m	120			0	0	
	Obra de drenaje de pie del talud	"	29,8			0	0	
	Enterramiento de tubo corrugado	"	14	140		0	0	
	Camino para la obra	"	18			0	0	
Subtotal					0	0		
Gastos en el lugar de la obra total de dicho importe	%	10	10		0	0		
Total					0	0		
Vía	Costo de colocación de la vía	m	130	108	35.400	4.602	3.823	
	Gastos en el lugar de la obra total de dicho importe	%	10	10		460	382	
	Total					5.062	4.205	
Electricidad	Costo de instalaciones eléctricas Instalaciones de señales	juego				0	0	
	Instalaciones de comunicaciones	km				0	0	
	Total					0	0	
Total general						5.062	4.205	

Costo de la Obra B: Lista de Desglose del Importe por Sector I

Importe: 1.000US\$

Clasificación de obra	Clase de obra	Unidad	Precio unitario		No. de sector de la obra			Observaciones
			Moneda nacional	Moneda extranjera	①			
					Cantidad	Importe de moneda nacional	Importe de moneda extranjera	
Terreno	Costo de traslado de casas de obstáculo	casa	1.600		74	118	0	40 m <sup>2</sup> en promedio. El costo de traslado incluye el costo de reconstrucción del edificio de la estación de obstáculo
	Costo de expropiación de terreno (terreno para la vivienda)	m <sup>2</sup>	2		13.900	28	0	
	Costo de expropiación de terreno (campos)	"	1		17.000	17	0	
	Total					163	0	
Ingeniería civil	Corte	m <sup>3</sup>	4,5		150.500	677	0	L = 2.399 m
	Terraplén	"	3		342.100	1.026	0	L = 2.299 m
	Muro de sostenimiento	m	541		1.053	570	0	promedio H = 6 m
	Muro de retención	"	625		100	63	0	promedio H = 4 m
	Subtotal					2.336	0	
	Túnel rectangular	m	2.060	3.180		0	0	
	Túnel montañoso	"	2.400	5.600		0	0	
	Subtotal					0	0	
	Superestructura de puente Armadura de acero	tonelada	2.200	3.300		0	0	L = 102 m 13 lugares
	" Viga de acero	"	1.800	2.700	81	146	219	
	" Viga existente	"	1.500		45	68	0	
	Subtotal					213	219	
	Tramo de pilar de la subestructura de puente Menos de 6 m	unidad				0	0	
	" Menos de 12 m	"	12.700	15.000		0	0	H = 12,5 m
	" Menos de 25 m	"	38.500	47.700		0	0	H = 23,4 m
	" Menos de 52 m	"	26.800	32.700		0	0	H = 18,8 m
	" Menos de 70 m	"	47.400	59.200		0	0	H = 26,3 m
	Tramo de estribo de la subestructura de puente Menos de 6 m	"	7.200		12	86	0	H = 7,5 m
	" Menos de 12 m	"	10.300		14	144	0	H = 10,2 m
	" Menos de 25 m	"	8.900	11.000		0	0	H = 15,3 m
	" Menos de 52 m	"	9.900	12.000		0	0	H = 15,0 m
	" Menos de 70 m	"	37.500	46.800		0	0	H = 20,5 m
	Subtotal					231	0	
	Otros Costo de colocación de línea provisional	m	120		250	30	0	
	Obra de drenaje de pie del talud	"	29,8		2.300	69	0	
Enterramiento de tubo corrugado	"	14	140	192	3	27		
Camino para la obra	"	18		480	9	0		
Subtotal					110	27		
Gastos en el lugar de la obra total de dicho importe	%	10	10		289	25	oficina del lugar de la obra y otros	
Total					3.179	271		
Vía Costo de colocación de la vía	m	130	108	4.800	624	518		
Gastos en el lugar de la obra total de dicho importe	%	10	10		62	52		
Total					686	570		
Electricidad Costo de instalaciones eléctricas Instalaciones de señales	juego	70	1.300	6	0	8		
Instalaciones de comunicaciones	km	1.098	3.215	5,2	6	17		
Total					6	25		
<b>Total general</b>					<b>4.034</b>	<b>866</b>		

Costo de la Obra B: Lista de Desglose del Importe por Sector 2

Importe: 1.000US\$

Clasificación de obra	Clase de obra	Unidad	Precio unitario		No. de sector de la obra			Observaciones	
			Moneda nacional	Moneda extranjera	③ + ④				
					Cantidad	Importe de moneda nacional	Importe de moneda extranjera		
Terreno	Costo de traslado de casas de obstáculo	casa	1.600		9	14	0	40 m <sup>2</sup> en promedio. El costo de traslado incluye el costo de reconstrucción del edificio de la estación de obstáculo	
	Costo de expropiación de terreno (terreno para la vivienda)	m <sup>2</sup>	2		2.950	6	0		
	Costo de expropiación de terreno (campos)	"	1		800	1	0		
	Total					21	0		
Ingeniería civil	Corte	m <sup>3</sup>	4,5		147.600	664	0	L = 1.740 m	
	Terraplén	"	3		280.000	840	0	L = 2.024 m	
	Muro de sostenimiento	m	541		670	362	0	promedio H = 6 m	
	Muro de retención	"	625		220	138	0	promedio H = 4 m	
	Subtotal					2.004	0		
	Túnel rectangular	m	2.060	3.180	40	82	127		
	Túnel montañoso	"	2.400	5.600		0	0		
	Subtotal					82	127		
	Superestructura de puente Armadura de acero	tonelada	2.200	3.300	113	249	373	L = 136 m 9 lugares	
	" Viga de acero	"	1.800	2.700	45	81	122		
	" Viga existente	"	1.500		91	137	0		
	Subtotal					466	494		
	Tramo de pilar de la subestructura de puente	Menos de 6 m	unidad				0	0	
	"	Menos de 12 m	"	12.700	15.000		0	0	H = 12,5 m
	"	Menos de 25 m	"	38.500	47.700		0	0	H = 23,4 m
	"	Menos de 52 m	"	26.800	32.700		0	0	H = 18,8 m
	"	Menos de 70 m	"	47.400	59.200		0	0	H = 26,3 m
	Tramo de estribo de la subestructura de puente	Menos de 6 m	"	7.200		6	43	0	H = 7,5 m
	"	Menos de 12 m	"	10.300		8	82	0	H = 10,2 m
	"	Menos de 25 m	"	8.900	11.000	2	18	22	H = 15,3 m
	"	Menos de 52 m	"	9.900	12.000	2	20	24	H = 15,0 m
	"	Menos de 70 m	"	37.500	46.800		0	0	H = 20,5 m
	Subtotal						163	46	
	Otros	Costo de colocación de línea provisional	m	120		500	60	0	
		Obra de drenaje de pie del talud	"	29,8		1.900	57	0	
	Enterramiento de tubo corrugado	"	14	140	156	2	22		
	Camino para la obra	"	18		390	7	0		
Subtotal						126	22		
Gastos en el lugar de la obra	total de dicho importe	%	10	10		284	69	oficina del lugar de la obra y otros	
Total						3.125	758		
Vía	Costo de colocación de la vía	m	130	108	3.900	507	421		
	Gastos en el lugar de la obra	total de dicho importe	%	10	10		51	42	
	Total					558	463		
Electricidad	Costo de instalaciones eléctricas	Instalaciones de señales	juego	70	1.300	3	0	4	
		Instalaciones de comunicaciones	km	1.085	3.184	4,3	5	14	
	Total					5	18		
Total general						3.709	1.239		



Costo de la Obra B: Lista de Desglose del Importe por Sector 3

Importe: 1.000US\$

Clasificación de obra	Clase de obra	Unidad	Precio unitario		No. de sector de la obra			Observaciones
			Moneda nacional	Moneda extranjera	⑤			
					Cantidad	Importe de moneda nacional	Importe de moneda extranjera	
Terreno	Costo de traslado de casas de obstáculo	casa	1,600			0	0	40 m <sup>2</sup> en promedio.
	Costo de expropiación de terreno (terreno para la vivienda)	m <sup>2</sup>	2			0	0	
	Costo de expropiación de terreno (campos)	"	1			0	0	
	Total					0	0	
Ingeniería civil	Corte	m <sup>3</sup>	4,5		5,200	23	0	L = 421 m
	Terraplén	"	3		327,000	981	0	L = 1,086 m
	Muro de sostenimiento	m	541		360	195	0	promedio H = 6 m
	Muro de retención	"	625			0	0	promedio H = 4 m
	Subtotal					1,199	0	
	Túnel rectangular	m	2,060	3,180	180	371	572	
	Túnel montañoso	"	2,400	5,600		0	0	
	Subtotal					371	572	
	Superestructura de puente Armadura de acero	tonelada	2,200	3,300	359	790	1,185	L = 244 m no incluyendo la ejecución de la obra por la ENFE
	" Viga de acero	"	1,800	2,700		0	0	
	" Viga existente	"	1,500		205	308	0	
	Subtotal					1,097	1,185	
	Tramo de pilar de la subestructura de puente Menos de 6 m	unidad				0	0	
	" Menos de 12 m	"	12,700	15,000		0	0	H = 12,5 m
	" Menos de 25 m	"	38,500	47,700	3	116	143	H = 23,4 m
	" Menos de 52 m	"	26,800	32,700		0	0	H = 18,8 m
	" Menos de 70 m	"	47,400	59,200	3	142	178	H = 26,3 m
	Tramo de estribo de la subestructura de puente Menos de 6 m	"	7,200		6	43	0	H = 7,5 m
	" Menos de 12 m	"	10,300		10	103	0	H = 10,2 m
	" Menos de 25 m	"	8,900	11,000	2	18	22	H = 15,3 m
	" Menos de 52 m	"	9,900	12,000		0	0	H = 15,0 m
	" Menos de 70 m	"	37,500	46,800		0	0	H = 20,5 m
	Subtotal					422	343	
	Otros Costo de colocación de línea provisional	m	120		350	42	0	
	Obra de drenaje de pie del talud	"	29,8		170	5	0	
	Enterramiento de tubo corrugado	"	14	140	80	1	11	
	Camino para la obra	"	18		200	4	0	
Subtotal					52	11		
Gastos en el lugar de la obra total de dicho importe	%	10	10		314	211	oficina del lugar de la obra y otros	
Total					3,455	2,322		
Vía Costo de colocación de la vía	m	130	108	2,000	260	216		
Gastos en el lugar de la obra total de dicho importe	%	10	10		26	22		
Total					286	238		
Electricidad Costo de instalaciones eléctricas Instalaciones de señales	juego	70	1,300		0	0		
Instalaciones de comunicaciones	km	1,050	3,100	2	2	6		
Total					2	6		
Total general					3,743	2,566		

Costo de la Obra B: Lista de Desglose del Importe por Sector 4

Importe: 1.000US\$

Clasificación de obra	Clase de obra	Unidad	Precio unitario		No. de sector de la obra			Observaciones	
			Moneda nacional	Moneda extranjera	⑦				
					Cantidad	Importe de moneda nacional	Importe de moneda extranjera		
Terreno	Costo de traslado de casas de obstáculo	casa	1.600			0	0	40 m <sup>2</sup> en promedio.	
	Costo de expropiación de terreno (terreno para la vivienda)	m <sup>2</sup>	2			0	0		
	Costo de expropiación de terreno (campos)	"	1			0	0		
	Total					0	0		
Ingeniería civil	Corte	m <sup>3</sup>	4,5			0	0	L = 0 m	
	Terraplén	"	3		3.200	10	0	L = 275 m	
	Muro de sostenimiento	m	541			0	0	promedio H = 6 m	
	Muro de retención	"	625			0	0	promedio H = 4 m	
	Subtotal					10	0		
	Túnel rectangular	m	2.060	3.180	120	247	382		
	Túnel montañoso	"	2.400	5.600		0	0		
	Subtotal					247	382		
	Superestructura de puente Armadura de acero	tonelada	2.200	3.300		0	0	L = 5 m 1 lugar	
	" Viga de acero	"	1.800	2.700		0	0		
	" Viga existente	"	1.500		5	8	0		
	Subtotal					8	0		
	Tramo de pilar de la subestructura de puente	Menos de 6 m	unidad				0	0	
	"	Menos de 12 m	"	12.700	15.000		0	0	H = 12,5 m
	"	Menos de 25 m	"	38.500	47.700		0	0	H = 23,4 m
	"	Menos de 52 m	"	26.800	32.700		0	0	H = 18,8 m
	"	Menos de 70 m	"	47.400	59.200		0	0	H = 26,3 m
	Tramo de estribo de la subestructura de puente	Menos de 6 m	"	7.200		2	14	0	H = 7,5 m
	"	Menos de 12 m	"	10.300			0	0	H = 10,2 m
	"	Menos de 25 m	"	8.900	11.000		0	0	H = 15,3 m
	"	Menos de 52 m	"	9.900	12.000		0	0	H = 15,0 m
	"	Menos de 70 m	"	37.500	46.800		0	0	H = 20,5 m
	Subtotal						14	0	
	Otros	Costo de colocación de línea provisional	m	120		250	30	0	
		Obra de drenaje de pie del talud	"	29,8			0	0	
	Enterramiento de tubo corrugado	"	14	140	20	0	3		
	Camino para la obra	"	18		40	1	0		
Subtotal						31	3		
Gastos en el lugar de la obra	total de dicho importe	%	10	10		31	38	oficina del lugar de la obra y otros	
Total						341	423		
Vía	Costo de colocación de la vía	m	130	108	400	52	43		
Gastos en el lugar de la obra	total de dicho importe	%	10	10		5	4		
Total						57	48		
Electricidad	Costo de instalaciones eléctricas	juego	70	1.300		0	0		
	Instalaciones de comunicaciones	km	1.050	3.100	0,6	1	2		
Total						1	2		
Total general						399	473		