

**REPÚBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES
SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES**

ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE FERROVIARIO

INFORME EJECUTIVO



JULIO 2008

TABLA DE CONTENIDOS

1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
2. DIAGNÓSTICO DE LA SEGURIDAD FERROVIARIA	2
2.1 Origen de los accidentes relacionados con el ferrocarril	2
2.1.1 Clasificación básica	2
2.1.2 Accidentes internos	2
2.1.3 Accidentes externos	2
2.2 Accidentabilidad ferroviaria	2
2.2.1 Información nacional disponible	2
2.2.2 Accidentes en los ferrocarriles extranjeros	6
2.2.3 Conclusiones	9
2.3 Costos de los accidentes	9
2.3.1 Criterios de estimación de costos	9
2.3.2 Costo de los accidentes ferroviarios	10
2.3.3 Sistemas de aseguramiento	12
2.4 Normas de seguridad ferroviaria	14
2.4.1 Marco legal general	14
2.4.2 Normas de carácter legal (INN)	17
2.4.3 Normas de seguridad de EFE	18
2.4.4 Normas y recomendaciones de diseño	18
2.4.5 Normas extranjeras	19
2.4.6 Conclusiones sobre la normativa	19
2.5 El problema de los cruces a nivel	20
2.5.1 General	20
2.5.2 Clasificación de los cruces a nivel	21
2.5.3 Cruces peatonales	22
2.5.4 Nómina de cruces	22
2.5.5 Comentarios sobre las disposiciones que rigen los cruces a nivel	25
2.5.6 La situación de los cruces en la práctica	28
2.6 Proposiciones en relación con los cruces a nivel	30
2.6.1 Indicadores	30
2.6.2 Criterios de protección de los cruces	31
2.6.3 Dispositivos de protección	32
2.6.4 Plan de eliminación de cruces a nivel	33
2.7 Conclusiones Generales sobre seguridad ferroviaria	35
3. DIAGNÓSTICO DE LA INSTITUCIONALIDAD	37
3.1 Marco legal	37
3.1.1 Textos legales	37
3.1.2 La Ley General de Ferrocarriles	37
3.2 Experiencia internacional	39
3.3 Propuesta institucional para el caso chileno	40
4. LINEAMIENTOS DE UN MANUAL DE SEGURIDAD	42
4.1 General	42
4.2 Seguridad en el diseño	42
4.3 Seguridad en el mantenimiento	45
4.4 Seguridad en la operación	46
4.5 Clasificación de los accidentes e incidentes	46

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Accidentes Ferroviarios Anuales por Región (SIEC2)	3
Cuadro 2 Accidentes Ferroviarios Anuales por Tipo (SIEC2).....	3
Cuadro 3 Víctimas de Accidentes Ferroviarios	4
Cuadro 4 Accidentes/incidentes en líneas de los Estados Unidos	6
Cuadro 5 Accidentes/incidentes en líneas del Reino Unido 2006	7
Cuadro 6 Cantidad de Accidentes y Víctimas en 2006. Datos de 20 compañías de la UIC	7
Cuadro 7 Comparación Tasas de Accidentes	8
Cuadro 8 Costos Sociales Totales Asociados a Lesionados.....	10
Cuadro 9 Costo Social por Daños a Vehículos por Tipo de Accidente Vial	10
Cuadro 10 Valor Medio Social por Tipo de Accidente Ferroviario	11
Cuadro 11: Costo Anual por Accidentes Ferroviarios, 2005-2007.....	11
Cuadro 12 Costos de Reparación Equipo Rodante e Infraestructura por Tipo de Accidente	12
Cuadro 13 Equipos mínimos de seguridad en cruces según el DS 38	16
Cuadro 14 Cruces informados por EFE	23
Cuadro 15 Categoría de cruces en la Norma NS 01-05-00	27
Cuadro 16 Equipos de protección en cruces según la Norma NS 01-05-00	27
Cuadro 17 Los 40 cruces con mayor IP en la red de EFE	29
Cuadro 18 Criterios de protección de los cruces según norma 01-05-00 con IP	31

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Atropellos y Colisiones/Choques por tramo Alameda – P. Montt 2005-2007.....	5
--	---

ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD EN EL TRANSPORTE FERROVIARIO

INFORME EJECUTIVO

1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

El objetivo general del presente estudio, contratado por la Subsecretaría de Transportes del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones a Libra Ingenieros Consultores Limitada, es el de proveer a las autoridades ministeriales de las herramientas institucionales y normativas necesarias, que permitan mejorar las condiciones de seguridad en el transporte ferroviario a nivel nacional, así como que permitan hacer seguimiento, control y fiscalización del cumplimiento y eficacia de estas herramientas.

Los objetivos específicos del estudio son:

- a. Analizar la experiencia internacional en materias de seguridad ferroviaria y su aplicabilidad al caso chileno
- b. Realizar un diagnóstico de la seguridad del transporte ferroviario en todo el país, en sus tres ámbitos: vías, material rodante y conductores. El diagnóstico incluirá el análisis de los seguros vigentes en el transporte de pasajeros y carga.
- c. Establecer lineamientos para la generación de un manual de medidas básicas de seguridad en el transporte ferroviario.
- d. Diseñar y proponer un modelo de institucionalidad que cubra todas las áreas de la seguridad de transporte ferroviario.
- e. Identificar las componentes que se deberían incluir en el posterior establecimiento de la estructura de costos de los accidentes ferroviarios.

El estudio consiste en la elaboración de tres productos principales:

- Diagnóstico de la Seguridad Ferroviaria
- Diagnóstico de la Institucionalidad
- Lineamientos para un Manual de Seguridad Ferroviaria

2. DIAGNÓSTICO DE LA SEGURIDAD FERROVIARIA

2.1 ORIGEN DE LOS ACCIDENTES RELACIONADOS CON EL FERROCARRIL

2.1.1 Clasificación básica

Desde un punto de vista más general, los incidentes y accidentes relacionados con el ferrocarril pueden separarse en dos grandes grupos: aquellos que involucran exclusivamente los equipos e instalaciones del ferrocarril, y aquellos que además involucran a terceras personas y eventualmente sus equipos.

2.1.2 Accidentes internos

Los accidentes internos pueden separarse básicamente en tres grupos según su origen, aunque en diversas ocasiones en la ocurrencia de accidentes se combinan causas de más de un origen:

- Accidentes originados en la condición o estado de la infraestructura
- Accidentes originados en la condición o estado de los equipos rodantes
- Accidentes originados por operación defectuosa

Las normas de seguridad de los ferrocarriles deben abarcar estos tres aspectos. Con la excepción de las normas para el transporte y manejo de materiales peligrosos, y las normas legales que rigen los cruces a nivel, en Chile no hay una normativa de seguridad que rija a los ferrocarriles. EFE tiene normas de seguridad que sólo tienen vigencia interna.

2.1.3 Accidentes externos

Los accidentes externos más frecuentes son: el atropello de personas que transitan por la vía y las colisiones con vehículos viales en los cruces a nivel (cuando los sistemas de aviso funcionan correctamente). Existen otros, como por ejemplo:

- Accidentes causados por actos terroristas
- Caída de objetos a la vía férrea
- Daños a la infraestructura causados por accidentes de otros
- Aluviones e inundaciones
- Terremotos
- Incendios externos a la faja vía

2.2 ACCIDENTABILIDAD FERROVIARIA

2.2.1 Información nacional disponible

Las fuentes de información obtenidas y utilizadas para el presente análisis son:

- Sistema de Información Estadísticas de Carabineros de Chile SIEC2 (2000-2006)
- Base de datos de accidentes de la Empresa de los ferrocarriles del Estado (2004-2007)
- Datos de accidentes entregados por empresas de ferrocarriles privados

2.2.1.1 Análisis Base de Datos de Carabineros SIEC2

Este sistema de información carece de un adecuado registro de datos asociados a las características de los accidentes y, en especial, su localización exacta. Además, sólo considera accidentes con lesionados, por lo que no incluye los accidentes o incidentes sin lesionados. Esto significa que no incluye los accidentes internos (desrielos, rozamientos, choques y colisiones entre trenes, etc.), que no involucran a terceros.

En el cuadro siguiente se presenta el número de accidentes ferroviarios registrados por región, para cada año considerado.

Cuadro 1 Accidentes Ferroviarios Anuales por Región (SIEC2)

REGIÓN	2000	2001	2002	2003]	2004	2005	2006
I REGIÓN TARAPACA	5	0	0	2	1	1	0
II REGIÓN ANTOFAGASTA	6	7	7	6	12	12	12
III REGIÓN ATACAMA	0	2	2	1	2	2	6
IV REGIÓN COQUIMBO	4	3	2	3	2	3	2
V REGIÓN VALPARAISO	31	30	15	13	11	11	7
REGIÓN METROPOLITANA	32	52	43	56	43	22	11
VI REGIÓN LIB.B.O'HIGGINS	25	32	33	38	23	24	22
VII REGIÓN MAULE	26	32	28	31	25	12	12
VIII REGIÓN BIO BIO	46	45	33	38	41	33	29
IX REGIÓN ARAUCANIA	9	8	13	7	13	11	19
X REGIÓN LOS LAGOS	7	5	6	8	6	2	11
TOTAL	192	216	182	204	179	133	131

FUENTE: SIEC2, elaboración de LIBRA

Se observa que los accidentes ferroviarios se concentran en la zona centro-sur (red de EFE), tanto por la mayor densidad de tráfico ferroviario como de actividad, población y tráfico vial, lo que conduce a centrar el análisis en la red de esta empresa.

El cuadro siguiente muestra la evolución de los accidentes según tipo.

Cuadro 2 Accidentes Ferroviarios Anuales por Tipo (SIEC2)

REGIÓN	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Atropello	140	159	137	154	139	94	77
Caída	2	3	2	3	1	1	1
Choque	2	4	2	1	2	1	1
Colisión	28	37	34	36	33	33	49
Desrielo	0	4	1	4	4	4	3
Sin información	19	9	6	5	0	0	0
TOTAL	191	216	182	203	179	133	131

FUENTE: SIEC2, elaboración de LIBRA

La mayoría de los accidentes corresponde a los atropellos en plena vía. Además, se observa un número de accidentes en cruces no habilitados (ilegales) apenas inferior al de los cruces habilitados, a pesar de que estos últimos son mucho mayor cantidad y los flujos vehiculares y peatonales que cruzan por ellos son evidentemente mucho mayores.

En el período se produjeron 177 accidentes anuales en promedio. Las tasas de víctimas por accidente son: 0,54 fallecidos; 0,33 lesionados graves; 0,10 lesionados menos graves y 0,34 lesionados leves.

Cuadro 3 Víctimas de Accidentes Ferroviarios

Ubicación	Datos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Promedio
CRUCE HABILITADO	Muertos	9	19	13	15	11	12	14	13
	Graves	9	17	15	10	12	11	19	13
	Menos Graves	3	9	5	3	4	1	15	6
	Leves	17	19	12	19	18	23	57	24
CRUCE NO HABILITADO	Muertos	21	22	7	13	9	7	15	13
	Graves	14	3	7	6	8	11	10	8
	Menos Graves	3	1	1	3	1	1	3	2
	Leves	5	3	2	6	4	3	8	4
RECINTO ESTACION	Muertos	1	6	8	4	9	4	3	5
	Graves	5	7	10	3	4	3	2	5
	Menos Graves	3	3	3	1	1	1	1	2
	Leves	6	20	32	0	2		16	13
TRAMO DE VIA	Muertos	72	82	68	85	73	39	28	64
	Graves	33	48	34	44	28	21	12	31
	Menos Graves	6	9	18	12	8	4	5	9
	Leves	11	58	30	20	16	12	11	23
Total Muertos		103	129	96	117	102	62	60	96
Total Graves		62	75	66	63	52	46	43	58
Total Menos Graves		16	22	27	19	14	7	24	18
Total Leves		39	100	76	45	40	38	92	61

FUENTE: SIEC2, elaboración de LIBRA

Lo anterior da cuenta de las graves consecuencias de los accidentes ferroviarios, en donde muere del orden del 41% de las víctimas con lesiones. Si se considera la estadística de víctimas que resultaron ilesas (no incluidas en el cuadro), que en promedio son 155 por año, se obtiene que muere un 25% del total de víctimas involucradas en accidentes ferroviarios con lesionados, es decir, 1 de cada 4.

2.2.1.2 *Análisis de la base de datos de accidentes de EFE*

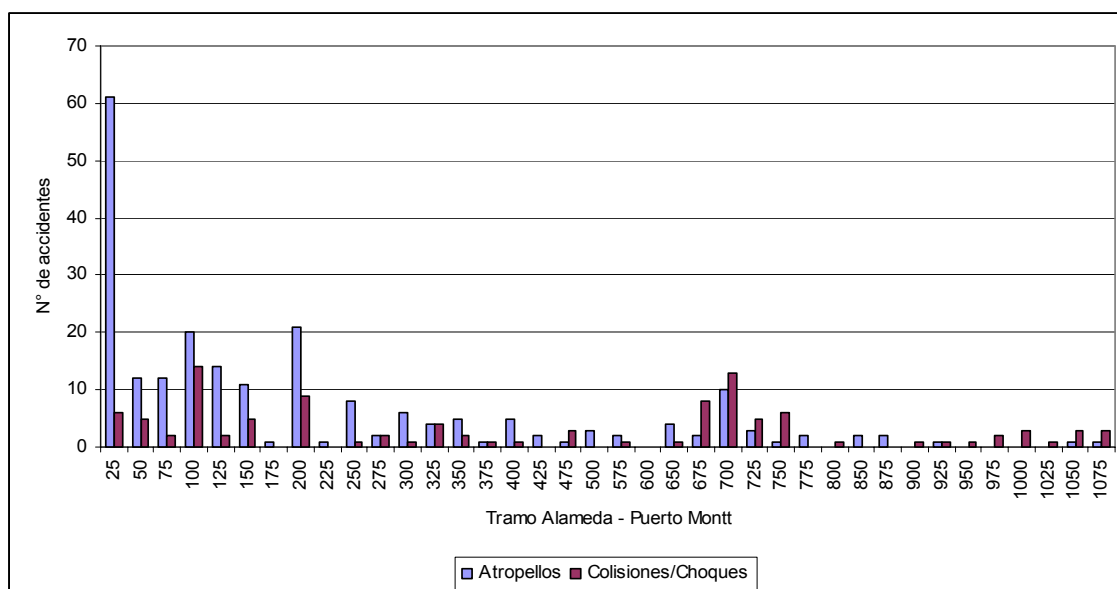
Un primer análisis de la información de EFE, que proviene del llamado “parte diario” muestra que la localización de los accidentes es significativamente mejor que la información de la base SIEC2, ya que el registro lo realizan directamente funcionarios de EFE con alto conocimiento de la red. Sin embargo, la información no establece la gravedad de los lesionados y, en el caso de fallecidos, sólo corresponde a los que fallecen en el lugar.

La base de EFE registra un número significativamente superior de accidentes que la base de Carabineros. Aún cuando la base SIEC2 sólo considera accidentes con lesionados, la base EFE registra 69 accidentes con lesionados más.

De acuerdo con lo anterior, desde el punto de vista de las tasas de accidentabilidad ferroviaria, se concluye que las que se obtienen de la base EFE son más representativas de la realidad que las de la base SIEC2. Sin embargo, desde el punto de vista de las consecuencias medias de los accidentes, en particular lesionados y fallecidos, la base SIEC2 tiene mejor información.

El gráfico siguiente muestra los atropellos y colisiones/choques a lo largo de la línea central entre Alameda y Puerto Montt.

Gráfico 1: Atropellos y Colisiones/Choques por tramo Alameda – P. Montt 2005-2007



FUENTE: EFE, elaboración de LIBRA

En el gráfico anterior, se puede apreciar claramente los sectores más conflictivos de la línea central al sur. El tramo con mayor cantidad de atropellos corresponden a los primeros 25 kms. de vía hacia el sur, es decir, entre Alameda y el puente sobre el río Maipo, con más de 60 atropellos en 3 años.

En cuanto a concentración de accidentes, se observa que pocos cruces presentan más de un accidente en los 3 años analizados (2005-2007). De los 145 cruces que tuvieron accidentes (colisiones/choques), sólo 30 de ellos tuvieron más de un accidente en 3 años: 22 cruces con 2 accidentes; 5 cruces con 3 accidentes; 2 cruces con 4 accidentes; y un cruce con 5 accidentes. El cruce con mayor accidentabilidad, corresponde a un cruce ilegal (Santa Julia).

2.2.1.3 Accidentabilidad en otros ferrocarriles privados nacionales

Se obtuvo antecedentes de accidentes ferroviarios de algunas compañías ferroviarias privadas. Estas son:

- Ferrocarril Antofagasta Bolivia (FCAB)
- Ferrocarril de Tocopilla (SQM)
- Ferronor

Estas tres compañías operan en el Norte, zona que presenta características muy distintas a las de la zona centro-sur, en cuanto a tráfico ferroviario, densidad de población, tráfico vial y densidad de la red caminera. La cantidad de accidentes en la zona norte representa sólo el 8% de los accidentes ferroviarios totales en el país.

2.2.2 Accidentes en los ferrocarriles extranjeros

2.2.2.1 Estados Unidos

La FRA (Federal Railroad Administration) publica detalladas estadísticas de accidentes ferroviarios en los Estados Unidos. Los accidentes externos están compuestos básicamente de accidentes en cruces a nivel y atropellos de peatones que han ingresado ilegalmente a los recintos ferroviarios, incluyendo la faja-vía.

Las cifras de accidentes en los Estados Unidos han sido originadas en más de 650 diferentes ferrocarriles, que en total recorren más de 1.150 millones de trenes-kilómetro. El cuadro siguiente muestra los accidentes ocurridos por cada millón de trenes-kilómetro entre 2000 y 2003.

Cuadro 4 Accidentes/incidentes en líneas de los Estados Unidos

[Accidentes/millones de trenes-km]

	2000	2001	2002	2003
Total de accidentes/incidentes	14,63	14,13	12,36	12,07
Accidentes de trenes	2,58	2,66	2,35	2,53
Accidentes de patios	11,38	11,44	11,41	12,78
Otros accidentes en vías	1,34	1,45	1,22	1,27
Accidentes en cruces a nivel	3,03	2,84	2,64	2,50
Accidentes laborales	2,15	2,06	1,84	1,74
Peatones ilegales	0,76	0,81	0,80	0,76
Pasajeros de trenes	2,56	2,99	3,64	2,93

Fuente: FRA; elaboración de LIBRA

Como se desprende de los cuadros anteriores, los accidentes más numerosos son en cruces a nivel, elemento común a todos los ferrocarriles analizados. Se producen aproximadamente 3 accidentes en cruces por cada millón de trenes kilómetro. Le siguen los desrielos, con una tasa similar. Sin embargo, la cifra incluye tanto los desrielos en trayecto, como los desrielos en patios, mucho más numerosos.

2.2.2.2 Reino Unido

La Oficina de Regulación Ferroviaria (ORR por sus siglas en inglés) publica detalladas estadísticas de accidentes ferroviarios en el Reino Unido. Al igual que en el caso de los Estados Unidos, los accidentes/incidentes se separan en internos y externos. Los accidentes externos están compuestos básicamente de accidentes en cruces a nivel y atropellos de peatones que han ingresado ilegalmente a los recintos ferroviarios, incluyendo la faja-vía. El cuadro siguiente muestra los accidentes ocurridos en las líneas del país en 2006.

Cuadro 5 Accidentes/incidentes en líneas del Reino Unido 2006

Accidente/Incidente	Cantidad
Total accidentes externos	3.783
Total accidentes internos	1.800
Trenes-kilómetro de pasajeros (millones)	349
Trenes-kilómetro de carga (millones)	46

Fuente: ORR, elaboración de LIBRA

En el cuadro anterior, se puede observar que la tasa de accidentes en el UK es similar a la de USA: del orden de 10 accidentes externos por cada millón de trenes kilómetro.

2.2.2.3 International Union of Railways (UIC)

El cuadro siguiente muestra información de accidentes tomada del reporte anual de la base de datos de la UIC.

Cuadro 6 Cantidad de Accidentes y Víctimas en 2006. Datos de 20 compañías de la UIC

	Number of accidents	Fatalities			Serious injuries			Victims	
		Passengers	Staff	Other	Passengers	Staff	Other	All	
At station	Collisions with an obstacle	36	0	1	7	6	5	9	28
	Collisions between trains	23	0	0	0	4	11	2	17
	LC accidents	89	1	0	47	0	1	51	100
	Derailments	45	7	1	0	15	0	0	23
	Hit by a train	465	12	9	263	29	27	142	482
	Falling from a train	156	13	1	3	97	8	37	159
	Other cases	36	0	0	12	13	0	14	39
TOTAL at station:	850	33	12	332	164	52	255	848	
In open line	Collisions with an obstacle	64	0	2	14	5	6	18	45
	Collisions between trains	11	3	4	2	10	4	0	23
	LC accidents	515	0	1	259	9	11	368	648
	Derailments	58	0	2	1	0	2	0	5
	Hit by a train	725	1	10	552	10	6	169	748
	Falling from a train	32	8	0	3	19	1	2	33
	Other cases	30	0	0	2	3	2	1	8
TOTAL of victims in open line:	1435	12	19	833	56	32	558	1510	
In other locations:	87	0	3	41	1	9	18	72	
TOTAL:	2372	45	34	1206	221	93	831	2430	

Fuente: <http://www.uic.asso.fr>

Al igual que en los dos casos anteriores, la mayoría de los accidentes se produce en los cruces a nivel. Debido al aumento del volumen de tráfico vial y ferroviario, la incidencia de estos accidentes ha seguido aumentando, pese a los esfuerzos de la UIC y los organismos nacionales de control.

Otro aspecto de importancia, que igualmente se repite en otros países es el constituido por los atropellos. En todos los países es ilegal transitar por la vía y la frecuencia con que esta disposición se trasgrede es fuente de una gran cantidad de accidentes con resultado de muerte.

2.2.2.4 Australia

El documento Australian Rail Safety Occurrence Data entrega información sobre los accidentes ferroviarios. En forma consistente con lo que sucede en otros lugares, los accidentes más frecuentes son colisiones en cruces a nivel, atropellos y desrielos.

2.2.2.5 Comparación Tasas Accidentes Ferroviarios Internacionales

En Chile, al igual que en otros países, los atropellos y colisiones son el problema principal de la accidentabilidad ferroviaria. En el cuadro siguiente se muestra una comparación de las tasas de accidentabilidad nacionales respecto de las internacionales.

Cuadro 7 Comparación Tasas de Accidentes

Tipo	Chile 2005-2007 Tipo/MTK	USA Tipo/MTK	UK Tipo/MTK	Australia Tipo/MTK
Accidentes	17,8	3,4	3,2	1,0
Colisiones	6,4	2,7	1,8	0,5
Atropellos	11,2	0,8	1,0	0,3
Fallecidos	7,8	0,4	0,8	0,2
Lesionados	11,0	-	0,4	2,4

Fuente: Elaboración de LIBRA

Como se puede apreciar del cuadro anterior, la tasa de atropellos actual existente en Chile (2005-2007) resulta 14 veces la de USA y 11 veces la de UK, y más de 37 veces la de Australia. En el caso de las colisiones, la tasa es más del doble que la de USA, 3,5 veces la de UK y casi 13 veces la de Australia.

Evidentemente, las tasas nacionales, en especial la de atropellos, generan también que las tasas de fallecidos y lesionados en accidentes ferroviarios estén muy por sobre los valores internacionales de países desarrollados (del orden de 15 veces más altas).

2.2.3 Conclusiones

- Los datos de accidentabilidad son suficientes para la realización de un diagnóstico general del problema, pero no son del todo adecuados para realizar análisis más locales o puntuales en la red, pues existen varios casos en que la localización del accidente sigue siendo incierta.
- La recolección, sistematización y registro de los accidentes ferroviarios, debe ser mejorada y estar disponible para su análisis. Para esto, es necesario que se actualice las disposiciones de la Ley General de Ferrocarriles estableciendo como norma que las empresas registren en forma sistemática los accidentes y entreguen dicha información oportunamente. Para ello, debe considerarse una base de datos única, cuyo diseño esté orientado específicamente a los accidentes ferroviarios. Esta información deberá ser complementada con la que provenga de los centros asistenciales donde son derivados los lesionados.
- No se pudo obtener ninguna información de primera mano, sobre el costo asociado a daños materiales a vehículos (ferroviarios y viales), a la infraestructura y los costos por despeje de la vía, por lo que sería oportuno que en el proceso de investigación y registro de cada accidente se incluya los montos gastados en reparación de vehículos, infraestructura, despeje de vía y otros.
- Los datos analizados muestran que la problemática principal está en los atropellos y las colisiones en cruces a nivel, al igual que en otros países. Sin embargo, pese a que en el último tiempo han disminuido, las tasas actuales de atropellos siguen siendo muy altas, del orden de 10 veces las de ferrocarriles de países desarrollados.
- En el caso de los accidentes en cruces a nivel, la información muestra que estos han aumentado en los últimos años, con tasas del orden de 6,5 colisiones/MTK, cifra significativamente superior a los valores internacionales. Además, el análisis mostró la importante incidencia de accidentes en cruces no autorizados, lo cual manifiesta la urgencia de regularizar su situación asegurándose de que el cruce disponga de los elementos de seguridad adecuados.

2.3 COSTOS DE LOS ACCIDENTES

2.3.1 Criterios de estimación de costos

Internacionalmente los costos por accidentes son valorados sobre la base de tres componentes. En el primero, denominado costos directos, se incluyen costos médicos, daños a la propiedad, costos administrativos, juzgados, policías. En el segundo, denominado costos indirectos, se incluyen costos por pérdida de productividad asociada a las víctimas (valor de bienes y servicios que habrían sido producidos de no suceder el accidente). Y, por último, el tercer componente, también denominado costo humano o valor intrínseco del riesgo, intenta valorizar elementos tales como: pérdida de calidad de vida, el dolor, la pena de familiares y amigos de las víctimas, pérdida intrínseca del goce de la vida y otros.

2.3.2 Costo de los accidentes ferroviarios

En el estudio “Análisis y Definición de una Metodología para la Evaluación Social de Impactos de Proyectos sobre la Seguridad Vial”, Sectra 2007, se realizó una completa recopilación de información y se determinó un vector de precios sociales por accidentes de tránsito para el caso vial, considerando para ello tanto los costos directos como indirectos, los cuales provienen de antecedentes objetivos. No se consideró la inclusión de valores relativos al costo humano ya que corresponden a valoraciones subjetivas que, por el momento, no serán consideradas en el vector de precios sociales.

El vector de precios determinado en dicho estudio incluye una valoración por lesionado según su gravedad y un valor asociado a fallecidos. Evidentemente, para el caso ferroviario, estos valores no son diferentes. Por otra parte, en el caso de daños materiales, los valores estimados corresponden a costos promedios representativos de accidentes viales en carretera.

En el cuadro siguiente se presentan los valores sociales estimados asociados a lesionados en accidentes de tránsito, en \$ de diciembre de 2006.

Cuadro 8 Costos Sociales Totales Asociados a Lesionados

Nivel de Gravedad	Costo Social (\$/lesionado)
Leve	469.722
Menos Grave	616.110
Grave	2.339.214
Fatal	68.015.970

FUENTE: Sectra, 2007

En cuanto a los daños materiales, no fue posible obtener datos asociados a daños a vehículos viales producidos por una colisión con un tren y muy posiblemente dichos datos no se encuentren disponibles en ninguna fuente. Sin embargo, es claro suponer que por la envergadura y peso de los trenes, dichos daños son cuantiosos y muchas veces generan la pérdida total del vehículo. En el estudio citado, se determinó un costo de daños a vehículos según tipo de vehículo y tipo de accidente, cuya fuente fueron datos de compañías de seguros, lo que se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro 9 Costo Social por Daños a Vehículos por Tipo de Accidente Vial

Tipo de Accidente	Costo Social (\$/Veh)	
	Vehículos Livianos	Vehículos Pesados
Atropello	436.253	216.791
Choque	1.734.772	4.270.970
Colisión	1.599.128	6.417.386
Volcadura	4.195.526	8.422.452

FUENTE: Sectra, 2007

Dado que no es posible disponer de información específica de daños a vehículos viales impactados por un tren, se considera que los costos por daños son al menos equivalentes a los obtenidos para volcaduras, que es el mayor de todos.

Tampoco fue posible obtener información de costos por daños a equipo rodante e infraestructura ferroviarios. En el caso nacional, la única fuente encontrada fue el documento “Estimar los costos de accidentes ferroviarios”, de Carolina Carvajal (2007). En este documento, se entregan valores de costos por daños al material rodante y a la infraestructura (incluido el costo de despejar la vía).

A partir de los datos promedio de accidentes y víctimas presentados en el capítulo anterior, de la base SIEC2 para todo el período de análisis (2000-2006), más los valores antes presentados y considerando los supuestos expuestos, es posible estimar un valor medio de los accidentes ferroviarios según su tipo, lo que da una idea del impacto monetario a valor social de los accidentes ferroviarios.

Los valores promedio de los accidentes ferroviarios se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 10 Valor Medio Social por Tipo de Accidente Ferroviario

Tipo Accidente	Lesionados y fallecidos \$/accidente	Daños Veh. Vial \$/accidente	Daño Equipo Ferroviario \$/accidente	Infraestructura y despeje vía \$/accidente	Total \$/accidente c/lesionados	Total \$/accidente s/lesionados
Atropello	44.262.884	-	S/I	3.039.143	47.302.027	-
Caída	17.239.600	-	-	-	17.239.600	-
Colisión/choque	27.297.092	4.984.843	31.628.688	4.241.143	68.151.766	40.854.674
Desrielos	5.055.118	-	S/I	3.039.143	8.094.261	3.039.143

FUENTE: Sectra (2007), Carvajal, C. (2007), Elaboración de LIBRA

Luego, multiplicando el valor medio de cada tipo de accidentes por la cantidad promedio de ocurrencia por año, considerando los datos de la base EFE para accidentes con y sin lesionados para el período 2005-2007, es posible estimar el costo social anual, como se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro 11: Costo Anual por Accidentes Ferroviarios, 2005-2007

Tipo Accidente	Acc/año c/lesionados	Acc/año s/lesionados	\$/accidente c/lesionados	\$/accidente s/lesionados	Costo Acc. c/lesionados \$/año	Costo Acc. s/lesionados \$/año
Atropello	110,3	-	47.302.027	-	5.218.990.312	
Caída	0,7	-	17.239.600	-	11.493.067	
Colisión/choque	35,0	28,0	68.151.766	40.854.674	2.385.311.810	1.143.930.872
Desrielos	0,3	0,0	8.094.261	3.039.143	2.698.087	
Total					7.618.493.276	1.143.930.872

FUENTE: Sectra (2007), Carvajal, C. (2007), Elaboración de LIBRA

De acuerdo con el cuadro anterior, los accidentes ferroviarios representan un costo social medio anual de 8.762 millones de pesos (16,4 millones de dólares por año).

Para disponer de valores comparativos, se recopiló información internacional de costos por daños materiales en accidentes ferroviarios. Del documento de la FRA "Railroad Safety Statistics Annual Report 2005"¹, se obtuvo la siguiente información respecto de costos de reparación del material rodante e infraestructura producto de un accidente ferroviario.

Cuadro 12 Costos de Reparación Equipo Rodante e Infraestructura por Tipo de Accidente

Tipo Accidente	Total 2005	Costo Total US\$	Costo Promedio US\$/Acc	Costo Promedio \$/Acc *
Colisión Cruce Vial	240	12.084.872	50.354	26.910.688
Colisión Trenes	269	40.732.515	151.422	80.924.459
Choque Obstrucción	71	17.449.611	245.769	131.346.327
Desrielo	2.280	248.827.584	109.135	58.325.018
Otros	578	25.889.394	44.791	23.937.654

FUENTE: Railroad Safety Statistics Annual Report 2005, (<http://safetydata.fra.dot.gov/officeofsafety/>)

* Pesos de Diciembre de 2006 (Dólar \$534,43)

Nótese que el único valor comparable corresponde al costo asociado a una colisión en cruce a nivel. Se aprecia que el valor reportado en USA es de un orden de magnitud similar al determinado en el caso nacional. Por otra parte, llama la atención el importante costo de daños asociados a los desrielos (dato no disponible para el caso nacional).

2.3.3 Sistemas de aseguramiento

Para conocer los sistemas de aseguramiento utilizados por las compañías ferroviarias nacionales, se solicitó información a las propias compañías mediante una carta remitida por la Subsecretaría de Transportes. Sólo se recibió respuesta de 4 compañías: EFE, Merval, FEPASA y del Ferrocarril de Tocopilla (SQM).

2.3.3.1 Empresa de los Ferrocarriles del Estado, EFE

Los equipos asegurados son los que se encuentran destinados al transporte de pasajeros, incluso los carros destinados al transporte de vehículos.

El monto asegurado para cada ítem, corresponde al Valor de Reposición a Nuevo, aceptando que el monto asegurado para cada ítem sea el de un Tren del Tipo "USADO REACONDICIONADO A NUEVO", que como valor corresponde al de adquisición o compra original, incluido gastos por fletes y gastos de internación.

No se informó sobre seguros para pasajeros y usuarios en general, o por daños a terceros. Se presume que en este caso opera un sistema de autoseguro.

¹ <http://safetydata.fra.dot.gov/officeofsafety/>

2.3.3.2 *Metro de Valparaíso, MERVAL*

- a) Póliza de incendio / todo riesgo
- b) Póliza contra sabotaje y terrorismo
 - Incendio edificios
 - Incendio y explosión a consecuencia de huelga
- c) Póliza de responsabilidad civil
Cobertura: Responsabilidad civil general
 - Riesgo de muerte, lesiones corporales y daños a la propiedad de terceros, incluyendo sus pasajeros y trabajadores, contratistas y subcontratistas.
- d) Accidentes Personales
Cobertura:
 - Muerte accidental
 - Desmembramiento e incapacidad total y permanente

2.3.3.3 *Ferrocarril del pacífico, FEPASA*

Seguros Generales

- a) Incendio instalaciones
- b) Seguro de vida colectivo (sólo trabajadores compañía)
- c) Equipo móvil del contratista
- d) Instalaciones eléctricas (Computadores, antenas, etc.)
- e) Incendio locomotoras
- f) Terrorismo
- g) Vehículos motorizados pesados
- h) Vehículos motorizados livianos
- i) Responsabilidad civil

Seguros de Carga

- a) Transporte terrestre cabotaje (bobinas y alambrón)
- b) Transporte Terrestre (contenedores) por tren y camiones

2.3.3.4 *Conclusiones sobre aseguramiento*

El tema de los seguros no tiene en rigor una relación directa con la accidentabilidad, ya que se trata de una estrategia propia de cada empresa. Dado lo reducido y especializado del mercado, el costo de las primas es normalmente elevado y muchas veces las empresas optan por el sistema de autoseguro.

Sin rembargo, en el caso de los servicios de pasajeros, llama la atención en EFE y sus filiales la falta de un seguro similar al seguro obligatorio para los vehículos motorizados.

2.4 NORMAS DE SEGURIDAD FERROVIARIA

2.4.1 Marco legal general

2.4.1.1 La Ley General de Ferrocarriles

El alcance de esta Ley está dado por su artículo 1º según el cual *“La presente Ley se refiere a las vías férreas de toda naturaleza existentes a la fecha de su dictación (13 de Julio de 1931), a las que se establezcan en el futuro y a sus relaciones con las demás vías de transportes terrestres, aéreas y por agua.*

Los siguientes artículos, todos del Título III, “Servidumbres Originadas por Vías Férreas”, constituyen medidas destinadas al establecimiento de la seguridad ferroviaria:

- Se prohíbe introducirse o transitar por la vía de un ferrocarril, o embarazar de cualquiera manera el libre tránsito de los trenes. (Art. 33).
- A menos de veinte metros de distancia de la vía no se permite hacer excavaciones, represas, estanques, pozos o cualquiera otra obra que pueda perjudicar la solidez de la vía o hacer depósitos o acopios de materiales inflamables o combustibles. (Art. 34).
- A menos de cinco metros de distancia de la vía no se permite Construir obras elevadas de más de cinco metros de alto sobre el nivel de la vía, Dar a los muros o cierros que se construyan salida sobre la vía ni Hacer depósitos o acopios de frutos, materiales de construcción o cualesquiera otros objetos.(Art. 35).
- A menos de cinco metros de distancia de la vía se prohíbe construir muros o cierros (Art. 36).

Estas normas fueron complementadas por el Decreto N° 2132, de 1939, que aprobó el “Reglamento para la aplicación de las disposiciones de la Ley General de Ferrocarriles sobre la seguridad del tránsito de trenes por cruces particulares”, conocido como “Reglamento de Cruces Particulares en Vías Férreas”.

Otras normas sobre esta misma materia se encuentran en la Ley de Tránsito, en el Decreto Supremo N° 38, de 1986 y sus modificaciones, que regula las señales que deben colocarse en todos los cruces ferroviarios públicos a nivel y en el Decreto Supremo N° 500, de 1962, modificado por el Decreto Supremo N° 252, de 1994, que determina la nómina de cruces públicos a nivel de la Red Sur de EFE y le impone a ésta obligaciones en materia de protección.

El artículo 58 trata de diversos aspectos relacionados con los cruces a nivel públicos y particulares. Se refiere a las barreras y otros dispositivos de protección, aspectos que son tratados en mayor detalle los textos legales citados más arriba.

Un aspecto de interés contenido en este artículo es la presunción de falta de responsabilidad de las empresas ferroviarias en los accidentes de atropellamiento que ocurran en un cruce en el cual aquellas mantengan en buen estado de funcionamiento los dispositivos automáticos o los servicios de señales; así como el inciso que señala que el cruzamiento de la línea férrea por pasos destinados exclusivamente a peatones o por otros sitios de los cruces públicos será de la responsabilidad exclusiva de los transeúntes

Asimismo este artículo obliga a las empresas a cerrar a su costo el camino (la faja vía) por uno y otro lado en toda su extensión. Sin embargo, el Departamento podrá exceptuar del cierre aquellas partes del camino en que no sean indispensables para la seguridad del tráfico.

El artículo 100 señala las atribuciones que debe ejercer el Departamento (de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento) y, en materia de seguridad, cabe indicar que su número 19 contempla el deber de Examinar a los maquinistas y demás personal técnico de las empresas de los ferrocarriles y autorizar el desempeño de sus funciones, lo que en la práctica ha sido delegado a la Empresa de los Ferrocarriles del Estado.

2.4.1.2 *Reglamento de Cruces Particulares en Vías Férreas*

El Reglamento de Cruces Particulares corresponde al Decreto N° 2132, del 24 de Octubre de 1939, el que establece las condiciones mínimas que deben cumplir estos cruces. A estas condiciones mínimas se agrega las condiciones particulares que puedan establecer las empresas, según las características del cruce y de sus modalidades de operación.

- Los elementos de protección de los cruces particulares son habitualmente portones situados en ambos lados de la vía férrea, los que deben permanecer cerrados y se abren sólo para hacer uso del cruce. También es aceptable colocar barreras con un guardabarreras. El mantenimiento de los portones o barreras y de las carpetas de rodado es por cuenta del permisionario del cruce. Estos requisitos se cumplen inicialmente, pero como no hay un control posterior, es frecuente que estos cruces queden desprotegidos.
- Una cantidad importante de cruces particulares se convierten a la larga en cruces públicos, debido a la subdivisión de los predios que comunican, quedando en situación irregular por falta de un permisionario responsable.
- EFE no mantiene un registro centralizado de los cruces particulares. Hay información dispersa en las regiones, que además no está actualizada. No se tiene conocimiento sistematizado de los cruces particulares autorizados en los restantes ferrocarriles.

2.4.1.3 *Ley Orgánica de la Empresa de los Ferrocarriles del Estado*

Sin considerar los objetivos generales de la Empresa de los Ferrocarriles del Estado en relación con el transporte seguro de pasajeros y mercancías, en materia de seguridad propiamente tal, la Ley Orgánica sólo contempla dos normas relacionadas con los cruces ferroviarios que son similares a lo dispuesto en el DS 38, Reglamento de la Ley de Tránsito.

2.4.1.4 La Ley del Transito

Los artículos 106 al 109, ambos inclusive, tratan del cruce con ferrocarriles. Estas disposiciones son similares a las contenidas en otros textos legales ya mencionados, salvo el artículo 108, que dispone que los conductores, salvo señalización en contrario, deberán detener sus vehículos antes del cruce ferroviario y sólo podrán continuar después de comprobar que no existe riesgo de accidente.

Otras normas de esta Ley que dicen relación con la seguridad ferroviaria se refieren al estacionamiento a menos de veinte metros de un cruce a nivel, el no detenerse antes de un cruce y el cruzar la vía férrea en lugar no autorizado.

2.4.1.5 Reglamento de la Ley de Transito

El Reglamento a que aluden los artículos 106 y 109 de la Ley del Tránsito, es el DS 38 de 1986. En su versión actual se incorporaron las modificaciones dispuestas por los Decretos Supremos números 62, de 1986, 25 de 1987 y 5 de 1993.

En su artículo 1 el citado Decreto Supremo dispone que *“En todos los cruces ferroviarios públicos a nivel deberán colocarse las siguientes señales:*

1.- Una señal reglamentaria “PARE” en el lado derecho de la vía enfrentando la circulación y a una distancia mínima de 4 m. y a no más de 10 m. del riel más próximo. Esta señal se encuentra indicada en el Manual de Señalización de Tránsito como R-1 y deberá ser instalada por la empresa ferroviaria.

2.- Dos señales preventivas que indiquen “Cruce ferroviario” en el lado derecho del camino, enfrentando la circulación y ubicadas entre 150 m. y 300 m. del cruce. Si estas señales no fueren visibles fácilmente por características del trazado, se las instalará entre 90 y 150 m. del cruce. Estas señales preventivas deberán ser instaladas por la Dirección de Vialidad.

El artículo 2 indica los dispositivos o sistemas complementarios mínimos en el siguiente cuadro:

Cuadro 13 Equipos mínimos de seguridad en cruces según el DS 38

Índice de Peligrosidad del Cruce	Sistema Complementario Mínimo
12.000 o menos	Instalación de una señal informativa que indique “SIN GUARDACRUCES”
12.001 o más	Señales automáticas luminosas y sonoras, o Barreras de accionamiento manual o mediante energía eléctrica, las que se instalarán a una distancia mínima de 3 m del riel más próximo.

Los artículos 3 y 4 fijan la forma de medir la peligrosidad del cruce y calcular el Índice de Peligrosidad correspondiente.

2.4.1.6 Ley del Medio Ambiente

Las normas de esta ley que dicen relación con la seguridad ferroviaria son relativamente escasas toda vez que el objetivo de este cuerpo legal es la “protección del ambiente” de modo que sólo indirectamente podría incidir en la seguridad ferroviaria.

Las materias con mayor relación son las que se refieren al transporte de sustancias peligrosas y los eventuales deterioros ambientales que podrían producir sus derrames en caso de accidentes o manipulación deficiente.

2.4.2 Normas de carácter legal (INN)

Las siguientes normas del INN tienen relación con el transporte ferroviario.

NCh382.Of2004	Sustancias Peligrosas - Clasificación general
NCh385.Of1955	Medidas de seguridad en el transporte de materiales inflamables y explosivos
NCh390.Of1960	Medidas adicionales de seguridad en el transporte ferroviario de explosivos y materiales inflamables
NCh393.Of1960	Medidas especiales de seguridad en el transporte ferroviario o en camiones, de petróleo, sus productos y de materiales similares
NCh893.EOf1972	Transportes - Ferrocarriles - Vías y material rodante - Terminología
NCh1061.Of1997	Cloro líquido - Medidas de seguridad y de emergencia en el transporte por ferrocarril, en vagones-tanques, y en la carga, recepción y descarga de ellos
NCh2120/1.Of2004	Sustancias peligrosas - Parte 1: Clase 1- Explosivos
NCh2120/2.Of2004	Sustancias peligrosas - Parte 2: Clase 2 – Gases
NCh2120/3.Of2004	Sustancias peligrosas - Parte 3: Clase 3 - Líquidos inflamables
NCh2120/4.Of2004	Sustancias peligrosas-Parte 4: Clase 4-Sólidos inflamables, sustancias que pueden experimentar combustión espontánea y sustancias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables
NCh2120/5.Of2004	Sustancias peligrosas - Parte 5: Clase 5 - Sustancias comburentes y peróxidos orgánicos
NCh2120/6.Of2004	Sustancias peligrosas - Parte 6: Clase 6 - Sustancias tóxicas y sustancias infecciosas
NCh2120/7.Of2004	Sustancias peligrosas-Parte 7: Clase 7- Sustancias radiactivas
NCh2120/8.Of2004	Sustancias peligrosas-Parte 8: Clase 8 - Sustancias corrosivas
NCh2120/9.Of2004	Sustancias peligrosas - Parte 9: Clase 9 - Sustancias y objetos peligrosos varios
NCh2136.Of2003	Transporte de ácido sulfúrico por vía terrestre - Disposiciones de seguridad
NCh2463.Of1999	Sustancias corrosivas - Soda cáustica en solución - Disposición de seguridad para el transporte
NCh2891.Of2004	Transporte de ácido sulfúrico por vía terrestre - Tanque para vagón-tanque de ferrocarril - Requisitos de diseño y fabricación

En el texto completo del estudio se analiza estas normas en detalle.

2.4.3 Normas de seguridad de EFE

El alcance de las Normas de Seguridad de EFE está circunscrito sólo a esta empresa y no tienen vigencia en los restantes ferrocarriles.

Estas normas se basan en normas extranjeras, preferentemente norteamericanas, en general adaptadas a los usos vigentes en esta empresa. Las Normas de Seguridad de EFE, adecuadamente revisadas y adaptadas, podrían servir de base para una normativa de seguridad aplicable a todos los ferrocarriles chilenos. Las Normas de Seguridad vigentes son las siguientes:

NS-01-01-0	Vías férreas
NS-01-05-0	Cruces a nivel
NS-07-50-0	Señalización
NS-08-50-0	Electrificación
NS-09-55-9	Carros para sustancias peligrosas
NS-09-71-0	Sustancias peligrosas
NS-10-50-0	Material rodante general
NS-10-50-7	Faros y lámparas de señalización
NS-10-51-3	Equipamiento de seguridad en trenes
NS-10-51-5	Regulaciones y equipos de incendio en trenes de pasajeros
NS-10-52-5	Bocinas y campanas
NS-10-59-1	Equipamientos de seguridad para personas

Otras normas antiguas (o proyectos de normas) no han sido oficializadas. Algunos de sus aspectos han sido incluidos en las normas oficiales.

NSF 17-001	Investigación de accidentes
NSF 12-001	Cierros de la vía
NSF 13-001	Obras de arte
NSF 21-001	Estaciones de pasajeros
NSF 42-001	Comunicaciones
NSF 49-001	Administración del tráfico
NSF 69-001	Vidrios y plásticos de seguridad

En el texto completo del estudio se analiza estas normas en detalle.

2.4.4 Normas y recomendaciones de diseño

La seguridad propia de los sistemas ferroviarios está basada en una serie de normas y recomendaciones de diseño que se refieren a todos los aspectos que los forman. Estas normas son principalmente las Normas Técnicas y las Recomendaciones de Diseño.

En Chile cada empresa tiene sus propias normas técnicas, pero por lo general éstas están basadas en las Normas Técnicas de EFE, las que a su vez se basan en las normas norteamericanas para la infraestructura y los elementos básicos de los equipos rodantes: rodado, enganches y frenos. Otros aspectos, tales como los sistemas de electrificación y en los últimos tiempos, los sistemas de señalización, se basan en normas técnicas europeas.

En lo que se refiere a las recomendaciones de diseño, los textos básicos de la tecnología norteamericana son el “Manual for Railway Engineering” de AREMA (American Railway Engineering and Maintenance of Way Association) y el “Manual of Standards and Recommended Practices” de AAR (Association of American Railroads).

Una adaptación de estos manuales a los usos y requerimientos chilenos se halla en el manual “Recomendaciones de Diseño para Proyectos de Infraestructura Ferroviaria, REDEFE” de SECTRA. Este manual recoge una parte importante de la experiencia ferroviaria chilena; su versión inicial es de 2003.

2.4.5 Normas extranjeras

2.4.5.1 Normas norteamericanas de seguridad ferroviaria

El Department of Transportation, DOT de los Estados Unidos equivale al Ministerio de Transportes de Chile. El DOT, a través de la Federal Railroad Administration FRA, regula la actividad ferroviaria en el país. Estas normas han sido adoptadas por Canadá y México, ya que existe un elevado grado de integración en sus sistemas ferroviarios.

Las Normas norteamericanas tratan básicamente de la seguridad, ya que los temas técnicos son asunto exclusivo de cada uno de los ferrocarriles, todos privados con la excepción de los entes estatales y locales de transporte de pasajeros.

En el texto del estudio se menciona las normas norteamericanas que se considera de interés para el caso chileno.

2.4.5.2 Normas Inglesas de seguridad ferroviaria

Otro grupo de normas de interés son las del Reino Unido, por tener estos ferrocarriles una estructura similar al caso de EFE: una infraestructura de propiedad estatal con diversos operadores privados de carga y pasajeros.

En el texto del estudio se menciona las normas inglesas que se considera de interés para el caso chileno.

2.4.6 Conclusiones sobre la normativa

En Chile, la normativa de seguridad específicamente aplicable a los ferrocarriles es muy escasa. Se reduce a las disposiciones del DS 38 sobre cruces a nivel y a la normativa del INN sobre transporte de materiales peligrosos.

La legislación vigente, contenida básicamente en las leyes analizadas anteriormente, sólo provee un marco legal, pero no constituye propiamente una normativa.

Las Normas de Seguridad de EFE son sólo aplicables a esa empresa y, si bien su aplicación podría extenderse a los restantes ferrocarriles, se requiere una revisión y adaptación previa.

Por otra parte, hay una serie de aspectos que no están comprendidos en las Normas de Seguridad de EFE y que deberían tenerse en cuenta para la confección de un cuerpo normativo eficaz y coherente.

De acuerdo con la legislación vigente (Ley General de Ferrocarriles), la Subsecretaría de Transportes, como sucesora legal del Departamento de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento referido en dicha ley, tiene las atribuciones necesarias para establecer normas de seguridad, aunque en este momento no cuenta con un organismo adecuado para ello. Este último tema se trata en mayor detalle en el Diagnóstico Institucional que forma parte del presente estudio.

Además de la normativa de seguridad de EFE, otros temas que deberían ser considerados se han señalado en las listas de normas de Norteamérica y el Reino Unido. Si bien en estos países las materias objeto de normas de seguridad son muchas más que las actualmente normadas en Chile, en el futuro este organismo de seguridad ferroviaria del MTT podrá analizar e incorporar nuevos temas en la medida en que sea conveniente.

2.5 EL PROBLEMA DE LOS CRUCES A NIVEL

2.5.1 General

Los cruces a nivel constituyen el principal problema de seguridad en el transporte ferroviario mundial. Pese a la preocupación de las agencias de seguridad de los ferrocarriles y de los organismos gubernamentales, a las cuantiosas inversiones que se realizan para transformarlos en cruces a diferente nivel o para mejorar su seguridad en los casos en que no es posible desnivelarlos, el aumento de los tráficos vial y ferroviario ha impedido que estos esfuerzos se traduzcan en una reducción del número de accidentes o siquiera en una disminución de las tasas de accidentabilidad.

El aumento de la velocidad de los trenes en los trazados existentes ha aumentado los riesgos para los trenes mismos, no por el incremento de las distancias de frenado, que por la naturaleza del transporte ferroviario, muy raras veces permiten evitar o aminorar los efectos de las colisiones en los vehículos viales, sino por los resultados de estos accidentes en los trenes.

En los trazados nuevos se procura evitar la construcción de cruces a nivel y la norma europea no permite la existencia de estos cruces en líneas donde circulen trenes a más de 200 km/h. Pese a lo anterior, los accidentes en cruces a nivel constituyen el principal problema de seguridad en los ferrocarriles europeos y norteamericanos.

Todos estos ferrocarriles desarrollan programas sistemáticos de eliminación o mejoramiento de los cruces a nivel, financiados con aportes del gobierno central, de los gobiernos locales y de los ferrocarriles mismos. En Chile el problema no ha sido abordado y los cruces presentan un problema de seguridad de primer orden.

Por otra parte, el aumento de las medidas de seguridad en los cruces a nivel, tales como las barreras manuales o automáticas, no resuelve los problemas de congestión que se produce en los cruces de alto tráfico vial. En la mayoría de los países del mundo, no hay obligación de detenerse en los cruces dotados de dispositivos automáticos de aviso, como sucede en Chile, lo que introduce un factor adicional de congestión aún en el caso de que el tráfico ferroviario sea de poco volumen.

2.5.2 Clasificación de los cruces a nivel

La clasificación básica de los cruces los separa en dos categorías:

- Cruces públicos
- Cruces particulares

Como su nombre lo indica, los cruces públicos son aquellos que pueden ser utilizados por cualquier persona, ya que cruzan con calles o caminos públicos. Son materia de una autorización del Ministerio de Transportes y se rigen por la Ley General de Ferrocarriles, por la Ley del Tránsito y por el DS 38 de 1986 y sus modificaciones.

Los cruces particulares sólo pueden ser utilizados por la persona natural o jurídica autorizada y sus dependientes, en las condiciones fijadas por los ferrocarriles dueños de la vía. Se rigen por lo establecido en la Ley General de Ferrocarriles y en el DS 2132 de 1939, Reglamento de Cruces Particulares.

2.5.2.1 Cruces públicos autorizados

De acuerdo con la ley, el MTT debe autorizar por decreto supremo los cruces públicos a nivel. Sin embargo, la única nómina de cruces autorizados existente es la de los cruces de EFE.

Los cruces públicos autorizados en la red de EFE (ex-Red Sur) son aquellos contenidos en el DS 252 de 1994. Se trata de 701 cruces, de los cuales 148 figuran en el Art. 1 (protección activa) y 553 en el Art. 2 (sólo señalización fija) en los aproximadamente 3.000 km de su red.

Los elementos de protección activa están definidos en el DS 38 de 1986, analizado en el punto 2.5.1.5 y pueden ser señales luminosas y sonoras de activación automática, barreras de accionamiento manual o eléctrico, además de la señalización fija correspondiente. EFE ha incorporado en algunos cruces elementos de protección adicionales como son las barreras y semibarreras de accionamiento automático y señales que indican al maquinista el estado del cruce y sus elementos de protección.

Los elementos de protección pasiva también están definidos en el DS 38 y constan de letreros de advertencia y señales de tránsito.

Se considera de gran importancia la actualización de este Decreto 252.

Además, se considera necesario hacer un catastro nacional de cruces a nivel, para contar con una nómina oficial de cruces públicos y particulares de todos los ferrocarriles.

2.5.2.2 Cruces particulares

El Reglamento de Cruces Particulares establece las condiciones mínimas que deben cumplir estos cruces. A estas condiciones mínimas se agrega las condiciones particulares que puedan establecer las empresas, según las características del cruce y de sus modalidades de operación.

En el manual REDEFE de Sectra se incluye un análisis de los cruces particulares que hace innecesaria una elaboración más detallada del tema. Sólo se considera importante señalar algunos aspectos:

- Los elementos de protección de los cruces particulares son habitualmente portones situados en ambos lados de la vía férrea, los que deben permanecer cerrados y se abren sólo para hacer uso del cruce. También es aceptable colocar barreras con un guardabarreras. Estos requisitos se cumplen inicialmente, pero como no hay un control posterior, es frecuente que estos cruces queden desprotegidos.
- Una cantidad importante de cruces particulares se convierten a la larga en cruces públicos, debido a la subdivisión de los predios que comunican, quedando en situación irregular por falta de un permisionario responsable.
- EFE no mantiene un registro centralizado de los cruces particulares. Hay información dispersa en las regiones, que además no está actualizada. No se tiene conocimiento de los cruces particulares en los restantes ferrocarriles.

2.5.2.3 *Otros cruces*

Hay una serie de otros cruces a nivel, de los cuales los que crean los mayores problemas son los cruces ilegales. Estos cruces no están considerados en la legislación y crean problemas de seguridad de cierta importancia. Además de la falta de vigilancia permanente para evitarlos, no siempre es posible su clausura inmediata.

2.5.3 Cruces peatonales

Los cruces peatonales tienen escasa mención en la legislación y sin embargo constituyen un problema de importancia en los centros poblados.

Los cruces viales a nivel o desnivelados, incluyen facilidades para el cruce de peatones y en algunos lugares de gran densidad peatonal se construyen pasos peatonales elevados o subterráneos; pero con todo, la cantidad de cruces peatonales ilegales es muy elevada.

2.5.4 Nómina de cruces

2.5.4.1 *Información disponible*

El MTT no tiene una lista completa y actualizada de los cruces a nivel del país. El único documento reciente disponible es el DS 252 de 1994, que contiene los cruces autorizados en la Red Sur de EFE, entre Valparaíso y Puerto Montt. Esta lista tiene 701 cruces separados en dos grupos; en el primero (Art. 1) hay 148 cruces que a la fecha de dictación del decreto, debían tener señalización activa; en el segundo (Art. 2) hay 553 cruces que sólo requerían señalización fija. EFE entregó una nómina relativamente completa de sus actuales cruces a nivel, tanto públicos como particulares e ilegales.

En el caso de los cruces a nivel de la ex-Red Norte de EFE, hoy de propiedad de Ferronor, se solicitó a esta empresa, por intermedio del MTT, una nómina de los cruces y ésta sólo entregó una lista de cruces en las líneas que actualmente tienen tráfico. Al igual que en el caso de la Red Sur de EFE, se obtuvo el DS 405 de 1964, que contiene los cruces a nivel de la ex-Red Norte entre La Calera y Pueblo Hundido (hoy, Diego de Almagro), aunque esta información es muy antigua y no ha sido actualizada.

Adicionalmente, se solicitó similar información a Soquimich, FCAB y Compañía Minera del Pacífico, CMP.

2.5.4.2 Cruces de EFE

El resumen de los cruces informados por EFE se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 14 Cruces informados por EFE

Tramo	Art 1	Art. 2	Otros públicos	Particulares	Otros e ilegales	Total
Alameda-Temuco	70	82	22	180	24	378
Temuco-La Paloma	5	63	1	92	43	204
Alameda-Limache	11	18	4	12	9	54
Llay Llay-Los Andes	3	15	2	26	-	46
Alameda-Talagante	7	2	2	7	12	30
Talagante-Barrancas	5	9	3	25	2	44
Paine Talagante	1	7	5	14	-	27
San Rosendo Talcahuano	7	8	16	13	-	44
Concepción Curanilahue	1	19	13	10	13	56
Tomé-Concepción	6	8	1	2	23	40
Total	116	231	69	381	126	923

2.5.4.3 Cruces del FCAB

El FCAB ha hecho llegar al MTT una monografía sobre los cruces a nivel en su red. Con 2.000 km de vías, FCAB tiene sólo 86 cruces a nivel registrados, lo que refleja la escasa densidad poblacional de la región.

Los cruces a nivel están separados en Principales y Secundarios, clasificación que aparentemente corresponde a los cruces contenidos en el Art. 1 y Art. 2 del DS 252 y sus modificaciones, los que a su vez corresponden a las categorías fijadas por el DS 62 de 1986, que modifica el DS 38 del mismo año. Esto probablemente se debe a que no hay una autorización formal de estos cruces públicos por parte del MTT, en un texto similar al DS 252 dictado para los cruces de EFE.

La monografía menciona los cruces particulares, pero el listado no los separa, sin tomar en cuenta que están regidos por textos legales diferentes.

2.5.4.4 Cruces del Ferrocarril de Tocopilla

El Ferrocarril de Tocopilla, de propiedad de Soquimich (SQM) ha hecho llegar al MTT un listado de los cruces a nivel públicos e internos.

De acuerdo con la información enviada, el ferrocarril tiene un total de 11 cruces a nivel, de los cuales 4 son con rutas públicas y 7 con caminos internos de las instalaciones de SQM.

2.5.4.5 Cruces de Ferronor

Ferronor envió información los cruces a nivel, conteniendo solamente los cruces de las líneas en actividad.

La relación registra los siguientes 88 cruces a nivel:

- 12 cruces en la línea central entre los Km 1.238 (Catalina) y 1.650 (Quillagua).
- 11 cruces en la línea entre Augusta Victoria y Socompa.
- 36 cruces en la línea de Potrerillos a Chañaral
- 16 cruces en la línea central entre los Km 720 (Llanos de Soto) y Km 765.
- 13 cruces en la línea entre Llanos de Soto y Maitencillo.

Debe tenerse en cuenta que lo reportado representa sólo 800 km de la red de Ferronor, que tiene en total aproximadamente 2.300 km.

El único texto legal que incluye los cruces a nivel de Ferronor, es el DS 405 de 1964. En este decreto se listan los cruces a nivel oficiales de la ex-Red Norte y contiene 8 cruces donde EFE estaba obligada a mantener barreras y 215 cruces donde sólo está obligada a tener señales fijas. Este decreto se refiere solamente a la red entre La Calera y Pueblo Hundido (hoy Diego de Almagro). El DS 405 no ha sido derogado ni modificado, aunque contiene cruces de ramales levantados hace muchos años. Sin embargo, hay una serie de cruces que se encuentran en sectores con tráfico, en los que la obligación de resguardarlos corresponde hoy día a Ferronor.

2.5.4.6 Compañía Minera del Pacífico CMP

CMP envió información relativa a sus vías entre Maitencillo y la Planta de Pellets de Huasco, y entre la mina Los Colorados y el empalme con la línea central de Ferronor, en el Km 765.

La relación registra los siguientes 29 cruces a nivel:

- 9 cruces públicos entre Maitencillo y Empalme CAP (antigua propiedad de EFE)
- 18 cruces públicos o particulares autorizados por CMP entre Maitencillo y Huasco
- 2 cruces públicos autorizados por CMP entre Los Colorados y Empalme Km 765

No se indica los cruces de la vía entre la mina El Algarrobo y Maitencillo, ni los cruces del ferrocarril entre Romeral y Guayacán, que atraviesa La Serena y Coquimbo. Los cruces de este último tramo se encuentran en el DS 405 citado arriba.

2.5.5 Comentarios sobre las disposiciones que rigen los cruces a nivel

2.5.5.1 *Ley General de Ferrocarriles de 1931*

Los aspectos más importantes señalados por la ley son:

- La obligación de instalar barreras o dispositivos automáticos de señalización en todos los cruces con caminos públicos, posteriormente modificado por la Ley del Tránsito y su Reglamento (DS38), que permitió la instalación de señalización fija.
- La modalidad de operación de los cruces particulares, posteriormente detallada en el Reglamento de Cruces Particulares, DS 2132 de 1939.
- La falta de responsabilidad de las empresas ferroviarias en los accidentes que ocurran en los cruces, en los que se mantenga en buen estado de funcionamiento los dispositivos de protección.
- La falta de responsabilidad de las empresas ferroviarias en los cruces peatonales.

No se considera necesaria la modificación de ninguna de estas disposiciones, las que por demás son similares a las que rigen en otros países.

2.5.5.2 *DS 2132 de 1939, Reglamento de Cruces Particulares*

La cantidad de cruces particulares es muy elevada. En el tramo entre Santiago y Temuco, por ejemplo, hay un número prácticamente igual de cruces públicos y particulares (170 públicos y 167 particulares).

Los cruces particulares presentan serios problemas funcionales y riesgos para el ferrocarril debido a que la ocasión de su uso depende de la voluntad del permisionario y no cuentan con sistemas de señalización.

No hay un control permanente de estos cruces por parte de EFE, lo que se traduce en la inobservancia de las disposiciones de seguridad del DS 2132 y en algunas oportunidades, su transformación en cruces públicos, con los problemas legales y de seguridad que esto implica.

2.5.5.3 *Ley del Tránsito*

Los aspectos más importantes señalados por la ley son:

- Define legalmente los términos Cruce de Ferrocarriles, Aparato Sonoro y Guardacruzada.
- Reitera la falta de responsabilidad de las empresas en los cruces que mantengan en funcionamiento los elementos reglamentarios.
- Establece que todos los vehículos tienen la obligación de detenerse en los cruces a nivel, salvo señalización en contrario.
- Prohíbe estacionar a menos de 20 m de un cruce.

De estas disposiciones es necesario destacar la obligación impuesta a los vehículos de detenerse en los cruces a nivel. Con este objeto, el reglamento dispone que en todos los cruces debe instalarse un letrero "PARE" (señal RPI-2). Si bien la ley plantea la excepción "*salvo señalización en contrario*", esta señalización no se encuentra definida y no se aplica en la práctica.

En otros países esta obligación de detenerse se aplica solamente a los cruces a nivel que no están dotados de señalización activa, de manera que en los cruces que sí la tienen, los vehículos pueden pasar sin detenerse, lo que mejora de forma considerable la fluidez del tránsito en estos cruces, factor de gran importancia en aquellos en que el tráfico vial es elevado.

Probablemente esta disposición se ha mantenido debido a las fallas que presentan los sistemas de señalización automática de los cruces, pero se considera conveniente revisarla en dos casos:

1. Cuando el cruce esté dotado de barreras operadas por un guardacruzada.
2. Cuando el cruce esté dotado de señalización automática con aviso a los maquinistas sobre el estado del sistema.

En estos dos casos debería permitirse el paso de vehículos sin detención.

2.5.5.4 *Reglamento de la Ley del Tránsito, DS 38 de 1986*

Como se indicó en el análisis legal, el DS 38 de 1986 ha sido sometido a una serie de modificaciones, la más reciente de las cuales data de 2005.

Los aspectos más importantes señalados por el DS 38 son:

- Define la señalización activa y pasiva de los cruces
- Define el Índice de Peligrosidad (IP) de ellos
- Establece los límites de IP que determinan el uso de señalización activa y pasiva

El IP es un indicador bastante sofisticado, que incluye factores tales como la visibilidad, el ángulo entre el camino y las vías, la pendiente en los accesos y otros factores que intentan representar la peligrosidad del cruce, con la intención de jerarquizar las medidas de protección. Está compuesto básicamente por el Momento de Circulación (MC) que es el producto del número de vehículos ferroviarios por el número de vehículos viales que utilizan el cruce en las 12 horas de mayor tránsito, amplificado por una serie de parámetros de visibilidad.

En lo que se refiere a los valores de IP establecidos para determinar si la señalización de un cruce debe ser activa o pasiva, el DS 38 establece que para valores de IP de 12.000 o menos, bastará con colocar señalización pasiva (letrero PARE, Cruz de San Andrés, etc.) y que para valores superiores a 12.000, deberá instalarse señalización activa.

Sin embargo, el tener sólo dos categorías de cruces según su IP, desnaturaliza completamente el propósito de este indicador; en la práctica los IP están excedidos muy por encima de los límites legales, debido al aumento del tráfico vial y ferroviario, al extremo de que las cifras de peligrosidad que se obtiene del cálculo individual, carecen de sentido, como se desprende del análisis que se entrega en el texto completo del estudio.

2.5.5.5 DS 252 de 1994

La dictación del DS 252 tenía aparentemente por objeto la actualización del DS 500, que contenía la nómina de cruces de EFE, clasificados según su IP. Para la dictación del DS 252, sin embargo, no hay registros que comprueben que se haya efectuado mediciones sistemáticas para generar la nueva lista, sino sólo se eliminó del DS 500 los cruces que habían desaparecido y se agregó los nuevos.

Se considera indispensable actualizar la nómina de cruces y las mediciones para clasificar los cruces de manera acorde a su real peligrosidad y tomar las medidas que corresponda. Es importante hacer presente que el artículo 3° del DS 252 establece que, para cambiar un cruce de la lista del artículo 2° a la lista del artículo 1° se requiere un informe técnico de la Empresa de los Ferrocarriles del Estado, dejando a esta empresa la iniciativa de la reclasificación de los cruces. Es necesario que esta función sea traspasada al MTT para asegurar que la clasificación de los cruces corresponda efectivamente a sus condiciones de tráfico y peligrosidad.

2.5.5.6 Norma de Seguridad Cruces a Nivel NS -01-05-00 de EFE

Se clasifican aquí los cruces, según su propiedad, en particulares y públicos y de acuerdo a su uso en: peatonales, vehiculares y mixtos.

La Norma en comento clasifica los cruces a nivel vehiculares en seis categorías, de acuerdo a su Momento de Circulación y a su Visibilidad, parámetros definidos según fórmulas que se definen y señalan.

La clasificación en categorías aparece en el cuadro siguiente.

Cuadro 15 Categoría de cruces en la Norma NS 01-05-00

Categoría	Momento de Circulación MC	Visibilidad
1	Menor o igual que 5.000	Suficiente
2	Menor o igual que 5.000	Insuficiente
3	Mayor que 5.000 y menor o igual a 50.000	Suficiente
4	Mayor que 5.000 y menor o igual a 50.000	Insuficiente
5	Mayor que 50.000 y menor o igual a 100.000	Suficiente
6	Mayor que 50.000 y menor o igual a 100.000	Insuficiente

Los requisitos mínimos de equipamiento para cada categoría de cruces a nivel se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 16 Equipos de protección en cruces según la Norma NS 01-05-00

Categoría del Cruce	Protección
1	Señalización fija
2	Señalización fija + señalización activa
3	Señalización fija + señalización activa
4	Señalización fija + señalización activa + dos semi barreras
5	Señalización fija + señalización activa + dos semi barreras
6	Señalización fija + señalización activa + cuatro semi barreras

Para la Señalización Fija se emplea el Letrero Pare (RPI-2) y las señales PI-1a y PI-1b del Manual de Señalización del MTT, como está establecido en el DS 38, más la Cruz de San Andrés (PI-2). La Señalización Activa emplea señales luminosas rojas, una señal sonora, señales blancas, barreras y semi-barreras, que la Norma describe y detalla en cuanto a su funcionamiento. También se regula lo relacionado con el Tiempo de Anuncio de Trenes, el que depende de la velocidad máxima de los trenes y el tiempo de respuesta de los dispositivos utilizados.

2.5.5.7 Recomendaciones del Manual de Carreteras del MOP

El Manual de Carreteras contiene algunas disposiciones relacionadas con los cruces a nivel. Estas disposiciones se refieren exclusivamente al diseño de los caminos que cruzan las vías férreas. El Manual de Carreteras tiene también una sección en la que se reproduce las disposiciones del DS 38 detalladas antes en el presente estudio.

2.5.5.8 Recomendaciones del Manual REDEFE de Sectra

Como se señaló antes, la Sección 6 del manual REDEFE de Sectra está dedicada a los cruces a nivel. En esta sección se analiza la situación legal y funcional de los cruces; se expone los principales sistemas de protección de ellos y los alcances y limitaciones que plantea la actual legislación para resolver los numerosos problemas que afectan a dichos cruces.

2.5.6 La situación de los cruces en la práctica

2.5.6.1 General

En lo que se refiere a los cruces a nivel, la mayor parte de los problemas se radica precisamente en EFE, empresa que tiene la mayor densidad de cruces a nivel en el país, de aproximadamente un cruce cada 2.000 metros de línea. Por esta razón, el análisis se ha centrado en los cruces de EFE, toda vez que las conclusiones son aplicables a los cruces de las restantes empresas.

2.5.6.2 Cruces de alta peligrosidad

Los cruces con mayor IP, se encuentran en la Zona Central del país, debido al mayor tráfico ferroviario y muy especialmente por el mayor tráfico vial. No se cuenta con mediciones en los cruces de ferrocarriles diferentes de EFE, pero tanto el tráfico vial como el ferroviario en la zona norte son marcadamente inferiores a los de las zonas central y sur.

EFE ha hecho llegar información sobre los cruces a nivel del sector Santiago - Temuco, catastrados en forma reciente, de los cuales ha separado los 40 cruces con un mayor IP. La comparación de esta información con la de conteos anteriores muestra que en los últimos años transcurridos, los IP han crecido de manera alarmante. De los 40 cruces seleccionados, 39 tienen un IP superior a 3.000.000, situación en la que se hallaban sólo 4 cruces en 1996.

El cuadro siguiente muestra los IP de los 40 cruces seleccionados por EFE. Debe tenerse en cuenta que el orden de IP no corresponde necesariamente con el orden del MC.

Cuadro 17 Los 40 cruces con mayor IP en la red de EFE

Nº	Km	Nombre del Cruce	Comuna	Guarda cruce	Horario	Tipo de Carpeta	Banderista Automático	Tipo	Barreras Manuales	IP
11	20,910	Estacion Nos	San Bernardo	SI	24 horas	Losetas HA	SI	Destellante	SI	49.090.079
7	16,300	San Jose	San Bernardo	SI	24 horas	Emparrillado de rieles	SI	Basculante	SI	35.341.584
60	133,687	Manuel Rodriguez	San Fernando	SI	24 horas	Losetas HA	SI	Basculante		35.119.489
23	40,990	Paine	Paine	SI	24 horas	Losetas HA	SI	Destellante		24.517.596
5	11,622	Las Ovejas	San Bernardo	SI	24 horas	Losetas HA	MALO	Destellante	SI	23.993.800
94	184,895	Camilo Henriquez	Curicó	SI	24 horas	Emparrillado de rieles	NO		SI	20.228.352
8	18,615	La Selva	San Bernardo	SI	24 horas	Losetas HA	SI	Basculante	SI	18.357.374
49	110,426	Bisquert	Rengo	SI	24 horas	Durmientes	NO			16.375.023
48	109,430	Egenau	Rengo	SI	7 a 23 hrs.	Losetas HA	SI	Destellante		15.932.557
2	4,900	Bombero Ossandon	Paine	SI	24 horas	Losetas HA	NO		SI	14.436.237
141	300,100	Maipu	Linares	NO	24 horas	Durmientes y rieles	NO		NO	13.681.195
142	300,210	Las Delicias	Linares	SI	7 a 23 hrs.	Durmientes y rieles	SI	Destellante	NO	11.516.820
3	7,250	Fernandez Albano	Lo Espejo	SI	24 horas	Losetas HA	NO		SI	11.109.257
118	251,230	Los Molinos	Talca	SI	7 a 23 hrs.	Emparrillado de rieles	NO		NO	8.698.171
59	133,610	Junin	San Fernando	SI	7 a 23 hrs.	Losetas HA	SI	Basculante		8.507.752
327	690,900	Portales	Temuco	SI	24 horas	Emparrillado de rieles	NO		SI	7.868.446
22	37,600	Bascuñan	Paine	SI	24 horas	Losetas HA	SI	Destellante		7.569.002
15	29,800	Los Guindos	Buín	SI	24 horas	Losetas HA	SI	Destellante		7.190.805
96	186,350	Doctor Osorio	Curicó	SI	24 horas	Emparrillado de rieles	SI	Destellante	NO	7.096.229
143	300,500	Colo Colo	Linares	SI	7 a 23 hrs.	Durmientes y rieles	SI	Destellante	NO	7.083.556
6	13,650	Lo Blanco	San Bernardo	SI	24 horas	Losetas HA	SI	Destellante		6.813.186
93	183,950	Santa Fe	Curicó	SI	24 horas	Durmientes	NO		SI	6.373.351
44	97,750	Los Boldos	Requínoa	SI	24 horas	Losetas HA	NO			5.454.466
32	70,230	Graneros	Graneros	SI	24 horas	Losetas HA	SI	Basculante		5.337.561
19	35,200	Linderos	Buín	SI	24 horas	Losetas HA	SI	Destellante		5.311.012
182	372,900	San Carlos Norte	San Carlos	SI	7 a 23 hrs.	Durmientes	SI	Basculante	NO	5.200.928
95	185,705	Villouta	Curicó	SI	24 horas	Durmientes y rieles	NO		SI	5.124.333
33	78,320	Las Coloradas	Rancagua	SI	24 horas	Losetas HA	SI	Basculante		5.049.972
35	85,475	Lo Conty	Rancagua	NO		Losetas HA	SI	Basculante	NO	4.748.816
9	19,408	5 Pinos	San Bernardo	SI	24 horas	Durmientes	NO		SI	4.485.509
82	170,408	Bellavista	Teno	SI	24 horas	Durmientes	SI	Destellante	NO	4.418.754
37	88,825	Los Lirios	El Olivar	SI	7 a 23 hrs.	Losetas HA	SI	Basculante		4.355.602
14	28,000	El Recurso	San Bernardo	SI	24 horas	Losetas HA	SI	Destellante	SI	4.144.653
1	3,500	Lo Valledor	PAC	SI	24 horas	Losetas HA	NO		SI	3.630.290
24	43,880	Rinconada de Paine	Paine	SI	24 horas	Losetas HA	SI	Basculante		3.628.246
121	260,030	Maule	Maule	NO		Emparrillado de rieles	SI	Destellante	NO	3.534.554
74	148,450	Pisagua	Chimbarongo	SI	7 a 23 hrs.	Losetas HA	SI	Basculante	SI	3.530.127
4R	24,537	Las Acacias	Hualqui	NO		Sólo tierra	NO		NO	3.434.692
31	67,165	Codegua	Graneros	SI	24 horas	Losetas HA	NO			3.206.690
282	625,868	Prat	Victoria	NO		Emparrillado de rieles	SI	Destellante	NO	2.888.877

FUENTE: EFE

En el período, debido al aumento de los IP, EFE ha tomado diversas medidas, como instalar barreras de accionamiento manual y guardacruzas en la mayoría de los cruces de mayor riesgo y mejorar las carpetas de rodado. En el programa SEC, se contempla la instalación de barreras automáticas en estos cruces, ya que no hay un programa de desnivelación.

Todas estas medidas no son más que paliativos, ya que los IP seguirán creciendo debido al aumento del tráfico vial. Las barreras automáticas eliminarán la necesidad de utilizar guardabarreras, pero se mantendrán o aumentarán los riesgos por atropello de barreras, así como por fallas de los mecanismos. La solución, al menos para todos estos 40 cruces es la desnivelación.

Respecto del financiamiento de la desnivelación, parece razonable que se haga mediante aportes compartidos de EFE y de los organismos responsables de la vialidad. Estos aportes podrían ser en proporción al MC, indicador que refleja en forma bastante ajustada el uso del cruce.

2.6 PROPOSICIONES EN RELACIÓN CON LOS CRUCES A NIVEL

2.6.1 Indicadores

Pese a su complejidad, el IP refleja de manera bastante adecuada la peligrosidad básica de los cruces, esto es, las condiciones estructurales de ellos para decidir acerca de las medidas de protección que requieren. Sin embargo, al clasificar los cruces en sólo dos categorías –hasta IP de 12.000 y sobre este valor– se hace completamente inútil la precisión del indicador.

La única limitación del IP reside en que no da una idea exacta del tráfico del cruce, ya que el MC, que es el indicador que señala dicho volumen de tráfico es sólo uno de los factores del IP. En la práctica se da el caso que cruces con volúmenes de tráfico moderado tengan un IP mayor que otros de mucho mayor tráfico, debido a la incidencia de factores como la visibilidad y otros considerados en la fórmula.

Dado que los 40 cruces de mayor IP en el tramo Santiago-Temuco están por sobre 3.000.000, pero todos ellos están protegidos con sistemas manuales o automáticos de mayor o menor eficacia, probablemente el problema más importante ha dejado de ser el riesgo y ha pasado a ser la congestión vehicular.

Independientemente del indicador que se utilice, es un hecho que estos 40 cruces han sobrepasado por mucho los estándares internacionales para su desnivelación. Lo que parece urgente es redefinir las categorías establecidas por el DS 38 para contar con un criterio efectivo que permita proteger los cruces con medidas proporcionales a su peligrosidad.

Lo anterior requerirá una modificación al DS 38. Sin embargo, esta eventual modificación no debería impedir la búsqueda inmediata de soluciones para los cruces de mayor peligrosidad. Para la evaluación que probablemente deberá hacerse en cada uno de ellos, se recomienda que se utilice ambos indicadores en forma simultánea, el IP y el MC.

2.6.2 Criterios de protección de los cruces

Los criterios propuestos por la Norma de Seguridad de EFE, son adecuados y pueden ser adoptados con algunas modificaciones para que no contradigan las disposiciones del DS 38. Sin embargo, debe tenerse presente que estas disposiciones sólo podrían aplicarse en EFE, ya que no tienen fuerza legal para exigir su aplicación por otros ferrocarriles, los que deberán seguir rigiéndose estrictamente por el citado DS 38.

Los criterios de la norma NS 01-05-00 se señalaron en los Cuadros 19 y 20. Como en la norma los límites de las categorías están dados por el MC, para utilizar el IP será necesario cambiar los valores, ya que los IP son considerablemente mayores.

En la práctica, la proporción entre el IP y el MC varía aproximadamente entre 10 y 40. Como no se dispone de información suficiente, inicialmente y sólo con propósitos demostrativos, se ha adoptado un factor de 20. El cuadro siguiente muestra los criterios de protección resultantes al utilizar el IP en lugar del MC.

Cuadro 18 Criterios de protección de los cruces según norma 01-05-00 con IP

Categoría	IP	Visibilidad	Protección
1	≤ 100.000	Suficiente	Señalización fija
2	≤ 100.000	Insuficiente	Señalización fija + señalización activa
3	$100.000 < IP \leq 1.000.000$	Suficiente	Señalización fija + señalización activa
4	$100.000 < IP \leq 1.000.000$	Insuficiente	Señalización fija + señalización activa + dos semi barreras
5	$1.000.000 < IP \leq 2.000.000$	Suficiente	Señalización fija + señalización activa + dos semi barreras
6	$1.000.000 < IP \leq 2.000.000$	Insuficiente	Señalización fija + señalización activa + cuatro semi barreras

Este escenario elevaría el límite establecido por el artículo 2º del DS 38 a 100.000 de sus actuales 12.000, lo que parece razonable si se considera que, al reclasificar los cruces entre Alameda y Temuco por las recientes mediciones del IP, con el actual límite quedarían como máximo 27 cruces en el artículo 2, quedando los 143 restantes en el artículo 1º. En cambio, al aumentar el límite a 100.000, los cruces del artículo 2º serían 70, cifra similar a los 84 actuales. Además, debe tenerse presente que una parte de estos 70 cruces también debería tener señalización activa si tienen visibilidad insuficiente.

Siempre dentro de este escenario, los cruces con IP superior a 2.000.000 deberían desnivelarse. Esta condición es menos exigente que la norma europea, pero dado el estado de los cruces en Chile, se considera suficiente. Su aplicación llevaría a desnivelar 53 cruces sólo en el tramo Alameda - Temuco.

2.6.3 Dispositivos de protección

2.6.3.1 Señalización fija

La señalización fija está descrita en el DS 38 y los cruces a nivel deberían respetar estas disposiciones en todos los casos.

2.6.3.2 Señalización activa

El DS 38 establece que la señalización activa puede estar compuesta de dispositivos luminosos y sonoros (banderistas automáticos) o de barreras de accionamiento manual o eléctrico, además de la señalización fija antes descrita.

Las barreras automáticas son habitualmente semibarreras, las que se utilizan en calles o camino de doble tránsito, o barreras completas, que se utilizan en calles o caminos con un solo sentido de circulación. En las calles o caminos de doble tránsito y de elevado MC se utilizan cuatro semibarreras, para impedir que los vehículos viales las eludan pasándose a la pista contraria. En estos sistemas, las barreras del lado contrario bajan unos segundos después para dar tiempo a salir del cruce a los vehículos que se encuentran en él cuando se inicia la secuencia.

No hay una norma sobre las características de operación de estas barreras automáticas. Las de diseño más moderno tienen una serie de características deseables, aunque como es lógico, inciden en el precio de los sistemas:

1. Aviso al maquinista del estado de las barreras. Detectores instalados en el mecanismo de accionamiento de las barreras envían un aviso a una señal ubicada en la vía férrea a distancia de frenado para que el maquinista del tren que se aproxima tenga noticia si el sistema está en falla por alguna razón y disminuya la velocidad de aproximación y se acerque con precaución.
2. Detección de vehículo vial detenido en el cruce. Detectores instalados en el cruce mismo, ya sea en el pavimento (lazos inductivos) o sobre el terreno (haces láser, celdas fotoeléctricas, etc.) informan al maquinista en la señal ubicada a distancia de frenado que hay un vehículo bloqueando el cruce y debe frenar para detenerse por completo.
3. Tiempo variable de accionamiento de las barreras. Los dispositivos que detectan la aproximación del tren miden su velocidad y accionan las barreras con un tiempo de aproximación prefijado, en oposición a los sistemas tradicionales que están basados en una distancia fija. Esto tiene por objeto disminuir el tiempo en que las barreras interrumpen el tráfico vial.
4. Barreras que se abren si el tren se detiene antes del cruce. Las barreras ubicadas en la salida de estaciones se abren al detenerse el tren en la estación, para minimizar el tiempo de interrupción del tráfico vial. Vuelven a cerrarse al ponerse el tren en movimiento.

2.6.3.3 *Accesos y carpetas de rodado*

Uno de los factores que dificulta la utilización del cruce por los vehículos viales es la carpeta de rodado. Las carpetas más antiguas estaban formadas por emparrillados de rieles clavados sobre los durmientes, o por durmientes colocados longitudinalmente entre los rieles, apernados a los durmientes de la vía. En muchos cruces aún hay carpetas de este tipo.

En algunos casos se ha utilizado hormigonar los cruces en forma monolítica, pero esta solución transforma el cruce en un “punto duro”, lo que afecta la continuidad de la vía y dificulta el mantenimiento.

Las losetas desmontables constituyen la mejor solución disponible por el momento. En el mercado hay cubiertas formadas por elementos desmontables de materiales sintéticos, pero éstas han sido desarrolladas principalmente para vías de trocha estándar; los elevados pesos por eje de los camiones y la mayor trocha chilena requieren elementos mucho más fuertes, ya que los durmientes de hormigón no pueden ser cargados en la parte central, debido a su diseño estructural.

2.6.4 Plan de eliminación de cruces a nivel

2.6.4.1 *Situación general*

El problema de los cruces a nivel se tiende a considerar como un problema puramente ferroviario. Sin embargo, se considera que el componente vial es probablemente más importante, por diversas razones:

- El aumento de los IP se debe básicamente al aumento del tráfico vial. El tráfico ferroviario ha crecido en los últimos años con el establecimiento de servicios suburbanos, pero en general se mantiene en los mismos órdenes de magnitud que hace 40 años.
- Las áreas urbanas se han expandido considerablemente en todas las ciudades importantes, dejando al ferrocarril encerrado en áreas pobladas cuyo desarrollo no ha considerado las medidas de seguridad correspondientes.
- El crecimiento de las áreas urbanas produce una permanente presión por la apertura de nuevos cruces a nivel, algunos de ellos en contravención de normas legales.

Por otra parte:

- Los caminos se han desarrollado después del ferrocarril, por lo que éste tiene el mejor derecho.
- La faja ferroviaria es de propiedad del ferrocarril (público o privado) y es éste el que autoriza el cruce del camino, sea éste a nivel o a desnivel.

Si bien las nuevas autopistas se construyen sin cruces a nivel, ni el MOP ni el SERVIU ni las Municipalidades consideran la supresión o desnivelación de los cruces existentes, dejando a los ferrocarriles la responsabilidad de tomar las medidas de prevención y protección de ellos. Las medidas tomadas por EFE en el mejoramiento de los cruces han disminuido los riesgos, pero distan mucho de ser una solución.

El problema de los cruces a nivel no es solamente un problema de seguridad. En las rutas muy transitadas la pasada de los trenes produce congestión vial, la que se agrava en las áreas urbanas. La eliminación de esta congestión y el ahorro de tiempo de los usuarios son beneficios adicionales perfectamente cuantificables a la hora de evaluar los proyectos de desnivelación.

Es ilustrativo considerar que desde hace más de 10 años estudios de Sectra han desarrollado anteproyectos de desnivelación de todos los cruces a nivel entre Santiago y Rancagua, Melipilla y Til Til, sin que hasta la fecha se haya materializado ninguno de ellos.

2.6.4.2 *Situación de EFE*

De todo lo anterior se desprende que es indispensable formular un plan de eliminación de los cruces a nivel que involucre a los organismos responsables de la vialidad y a EFE, en una primera etapa y posteriormente a otros ferrocarriles, en la medida que se detecten cruces con MC que justifique su desnivelación.

El listado de cruces enviado por EFE, que considera los cruces activos entre la Región Metropolitana y la IX Región, contiene 380 cruces, de los cuales 170 son públicos, 172 son particulares o ilegales y 38 han sido eliminados.

De los 170 cruces públicos, sólo 27 tienen un IP inferior a 12.000 y de acuerdo con el DS 38, califican para tener señalización fija solamente. Los restantes 143 deberían tener señalización activa, lo que no sucede en la práctica.

2.6.4.3 *Coordinación por parte del MTT*

La formulación de un plan de eliminación de cruces a nivel –ya sea por desnivelación o clausura– requerirá la coordinación básicamente con el MOP y el Serviu, aunque podrían participar otras entidades, como Sectra y las Municipalidades. Esta coordinación debería ser liderada por el MTT.

El plan debería contemplar la desnivelación de una cierta cantidad de cruces –los 40 seleccionados por EFE pueden ser un buen punto de partida– para desnivelar en un período de 4 años.

El problema práctico de mayor importancia parece ser el financiamiento. A EFE no le correspondería financiar, en el mejor de los casos, más que la proporción correspondiente al crecimiento del tráfico ferroviario, lo que se puede medir por el MC de cada cruce. Los restantes recursos deberían provenir de los programas de mejoramiento vial.

2.6.4.4 *Cruces particulares*

Como se ha señalado, la cantidad de cruces particulares es similar a la de los cruces públicos, y sus condiciones de seguridad son inferiores.

Una solución integral para los cruces particulares debería estar considerada dentro de la solución que se dé a los cruces públicos, mediante una combinación de medidas diversas:

- Clausura de los cruces que tengan accesos alternativos a los predios que conectan
- Eliminación de cruces mediante vialidad complementaria, paralela a la vía férrea
- Estricto control del cumplimiento de las medidas de seguridad en los cruces que se mantenga, incluyendo la aplicación de las sanciones contempladas en el DS 2132
- Legalización de los cruces particulares que se hayan transformado en cruces públicos en forma justificada, para instalar la adecuada señalización y otras medidas de seguridad, como carpetas de rodado, etc.

2.7 CONCLUSIONES GENERALES SOBRE SEGURIDAD FERROVIARIA

Todo el análisis anterior sobre la seguridad ferroviaria puede sintetizarse en las siguientes conclusiones:

1. Los accidentes más frecuentes son los atropellos de peatones y las colisiones en cruces a nivel. Esto no es sólo privativo de los ferrocarriles chilenos, sino es también un problema en todos los ferrocarriles del mundo.
2. Las tasas de accidentabilidad chilenas son considerablemente superiores a las internacionales (países desarrollados).
3. La mayor parte de los accidentes ferroviarios se concentran en la red de EFE, debido a la mucho mayor densidad poblacional, el mayor tráfico ferroviario y el mucho mayor tráfico vial.
4. El sistema de información de accidentes (base de datos de Carabineros) es insuficiente y poco adecuado para tomar medidas de prevención. La base de datos de EFE, por su parte, es más completa que la de Carabineros, pero tiene también deficiencias importantes.
5. El tema de los atropellos de peatones es de difícil solución y debería ser enfrentado desde varios frentes:
 - Completar y mantener los cierros de la vía, especialmente en los sectores más poblados
 - Aumentar la cantidad y el nivel de seguridad de los cruces peatonales
 - Realizar campañas educativas de largo plazo
 - Controlar en forma permanente y eficaz el ingreso de personas en las fajas de vía, incluyendo la aplicación de sanciones
6. La mayor parte de los cruces a nivel en las vías de EFE tiene muy elevados índices de peligrosidad. Sin embargo, no parece haber una correlación entre la peligrosidad de los cruces y la cantidad de accidentes en ellos.
7. La mayor parte si no la totalidad de los accidentes en cruces se produce por la inobservancia de las normas por parte de los vehículos viales.
8. El Índice de Peligrosidad, indicador legal de la peligrosidad de los cruces, es un instrumento adecuado para medir la peligrosidad teórica de los cruces, medición que tiene por objeto diseñar los dispositivos de protección. Sin embargo, la clasificación vigente de la peligrosidad es inadecuada, ya que tiene

- sólo dos categorías, las que determinan si el cruce deberá tener señalización fija o señalización activa. El tipo de señalización activa ordenada por la ley es independiente de la peligrosidad efectiva del cruce.
9. No existe un criterio ni un procedimiento para la desnivelación de los cruces, salvo que se trate de vías férreas o caminos nuevos.
 10. Tampoco existe un plan de desnivelación y/o supresión de cruces a nivel, por lo que la situación de peligrosidad sólo podrá seguir aumentando.
 11. Algunos cruces a nivel presentan además importantes problemas de congestión vehicular, fenómeno que se agravará en forma independiente de las medidas de seguridad que se adopte.
 12. Con excepción de las vías de EFE, la información sobre cruces a nivel en otros ferrocarriles es poco fidedigna.
 13. En un porcentaje importante de los cruces no se da adecuado cumplimiento a las medidas de protección que señala la ley.
 14. Hay una cantidad importante de cruces ilegales o clandestinos, que no son controlados por autoridad alguna.
 15. Los cruces particulares, que también son fuente de accidentes, especialmente en la zona norte, raras veces cumplen con las medidas de protección que establece la ley. Además, con frecuencia se transforman en cruces públicos y, al ser ilegales, no tienen una persona o institución responsable de su uso y protección.
 16. No hay una nómina actualizada de los cruces públicos en el país. El DS 252 en las líneas de EFE data de 1994 y el DS 405 en las líneas de Ferronor (parcial) data de 1964.
 17. No existe una normativa de vigencia general sobre seguridad ferroviaria. Las Normas de Seguridad de EFE fueron elaboradas internamente y sólo tienen vigencia en esa empresa. Sólo hay algunas normas oficiales sobre transporte de materiales peligrosos del INN que se refieren al transporte ferroviario.
 18. La Ley General de Ferrocarriles fija una serie de atribuciones de supervisión y control al entonces Departamento de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento, las que fueron traspasadas legalmente a la Subsecretaría de Transportes. Algunas de estas facultades fueron traspasadas explícita o implícitamente a EFE y otras no son ejercidas por autoridad alguna.

3. DIAGNÓSTICO DE LA INSTITUCIONALIDAD

3.1 MARCO LEGAL

3.1.1 Textos legales

El texto legal principal relacionado con la seguridad ferroviaria es la Ley General de Ferrocarriles de 1931. En el análisis efectuado respecto de esta ley se vio que ésta establece una serie de medidas de seguridad en la operación ferroviaria, cuyo cumplimiento está controlado por el Departamento de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento.

La Empresa de los Ferrocarriles del Estado está regida por el DFL 1 de 1993, pero en las materias no abordadas por este texto legal, debe regirse por la Ley General de Ferrocarriles. En el DFL 1 sólo hay mención a los cruces a nivel, por lo que el resto de las materias relacionadas con la seguridad se rigen por la Ley General.

Otros textos legales relacionados con la seguridad ferroviaria son la Ley del Tránsito y la Ley 18.314 relacionada con actos terroristas.

La Ley del Tránsito, N° 18.290, modificada por la ley 20.068 se refiere a los cruces a nivel y su reglamento, el DS 38 de 1984 detalla las medidas de seguridad en estos cruces. Tanto la Ley de Tránsito como los diferentes decretos reglamentarios que se desprenden de ella, se vinculan directamente con facultades del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, quien es responsable de su aplicación y/o eventuales modificaciones que se estimara necesarias.

El Reglamento de Cruces Particulares, contenido en el DS 2132 de 1939 se refiere a las medidas de seguridad de estos cruces.

Otros textos legales relacionados con la seguridad en el transporte ferroviario son la Ley del Medio Ambiente, N° 19.300 de 1994, y las Normas Oficiales del INN sobre transporte de materiales peligrosos.

Todos estos textos han sido analizados en detalle en el texto principal del estudio.

3.1.2 La Ley General de Ferrocarriles

3.1.2.1 *El Departamento de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento*

El organismo técnico encargado de velar por el cumplimiento de las disposiciones de la Ley General de Ferrocarriles es el Departamento de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento. Las facultades de este departamento, hoy desaparecido, así como el ministerio del que dependía, han sido traspasadas legalmente, después de diversos cambios, a la Subsecretaría de Transportes del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

El Departamento de Ferrocarriles tiene como propósito, entre otros, controlar la gestión de los ferrocarriles públicos o privados, para verificar que cumplen con las disposiciones legales respecto de la seguridad. Algunas de estas trasgresiones pueden ser materia de multas, las cuales están fijadas por la ley, aunque sus valores están obsoletos y requieren actualización.

En general, las atribuciones del Departamento de Ferrocarriles y por ende, las de la Subsecretaría de Transportes, parecen ser suficientes para desarrollar una función eficaz en el control de los ferrocarriles chilenos y no sólo en el ámbito de la seguridad. Como la Ley General de Ferrocarriles debería ser actualizada, en esta actualización debería incluirse también una revisión y actualización de las atribuciones heredadas del Departamento de Ferrocarriles, radicadas ya sea en la Subsecretaría de Transportes o en otra entidad creada para desarrollar estas funciones.

3.1.2.2 Aspectos de seguridad que deberían estar sujetos a control

El artículo 33 de la ley establece que *“Es prohibido introducirse, estacionar o transitar por la vía de un ferrocarril...”*. Como se ha visto, la contravención a lo dispuesto por este artículo es la fuente de la mayor parte de los accidentes ferroviarios.

Los artículos 34 al 43 de la ley, tratan de las limitaciones a las construcciones e instalaciones ajenas en las cercanías de la vía férrea. Estas limitaciones son raras veces aplicadas, principalmente por desconocimiento y por falta de un organismo controlador.

El Artículo 57 establece que las empresas de ferrocarriles *“no podrán entregar al servicio público ninguna parte del camino (vía) sin haber sido previamente autorizada por el Departamento.* Esta disposición se cumple muy raramente y nunca en el caso de EFE y sus filiales.

Los artículos 58, 59 y 60 se refieren a los cruces públicos y particulares. Estas disposiciones han sido modificadas por la legislación posterior y se cumplen en forma relativa, como se verá más adelante.

Los artículos 61 y 62 se refieren al material rodante, el que podrá ser revisado por el Departamento, si lo estima necesario. Esta disposición no se cumple actualmente.

El artículo 73 establece que deberá informarse al Intendente o Gobernador correspondiente y al Departamento de Ferrocarriles, de todo accidente ocurrido en el ferrocarril. Esta disposición no se cumple en la actualidad y es precisamente la razón por la cual no se dispone de información adecuada sobre la seguridad ferroviaria y los accidentes.

El artículo 100 señala las atribuciones que debe ejercer el Departamento de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento y, en materia de seguridad, contempla el deber de *“Examinar a los maquinistas y demás personal técnico de las empresas de los ferrocarriles y autorizar el desempeño de sus funciones”*, lo que tampoco se cumple actualmente.

De lo anterior puede concluirse que:

(a) La Ley General de Ferrocarriles entrega una serie de atribuciones y deberes al Departamento de Ferrocarriles y por lo tanto a su sucesora legal, la Subsecretaría de Transportes, que son suficientes para ejercer un adecuado control sobre la seguridad de la operación ferroviaria, sin perjuicio de las actualizaciones que deberá hacerse.

(b) La Subsecretaría de Transportes no ejerce desde hace muchos años ninguna de estas atribuciones ni practica control alguno sobre los ferrocarriles, ni tiene recursos para hacerlo.

3.2 EXPERIENCIA INTERNACIONAL

El ferrocarril presenta, entre todas las modalidades de transporte, el mayor grado de integración tecnológica entre la infraestructura, el material rodante, el control de tráfico y otros. Esta característica lo diferencia de los otros modos de transporte y plantea situaciones en el ámbito de la seguridad que son únicas y no permiten adoptar directamente soluciones apropiadas para otras modalidades. La literatura internacional, en este sentido, destaca varios aspectos que influyen a la hora de definir un marco institucional (Safety Regulations and Standards for European Railways, 2000):

- Las consideraciones de seguridad son claves en el diseño de los sistemas ferroviarios
- La estrecha relación entre los vehículos y la vía, hace que la mayoría de las decisiones importantes que envuelven la seguridad afectan a distintos actores del sistema: el administrador de la infraestructura, los operadores de trenes, los propietarios, conductores y otros.
- La existencia de normas diferentes de seguridad dificultan la integración ferroviaria y la eficiencia del sistema
- Se recomienda que la información sobre seguridad y la ocurrencia de accidentes/incidentes debe ser pública y estar libremente disponible para su consulta
- Se recomienda la utilización de herramientas de evaluación beneficio-costos para la toma de decisiones sobre reglas y estándares, permitiendo transparentar y hacer explícitas las decisiones
- Se recomienda (y es una práctica comúnmente adoptada en el mundo desarrollado) la realización de investigación de accidentes, que sea ejecutada por un ente central, independiente de las empresas ferroviarias y con el objeto principal de determinar las causas y circunstancias que ayuden a superar problemas y evitar accidentes.

Existe una diversidad de formas de organización institucional con la cual los diversos países enfrentan los temas vinculados a la seguridad ferroviaria. De alguna manera las formas institucionales en materia de seguridad se relacionan con las formas en que se ha ido resolviendo los cambios globales en los sistemas ferroviarios en los diversos países, con una tendencia clara y sostenida hacia un rol más activo del mercado y una mayor participación del sector privado.

Mientras existieron grandes empresas ferroviarias de carácter nacional, monopólicas e integradas verticalmente, la responsabilidad de las condiciones de seguridad tendió a fijarse en manos de esas mismas empresas como elementos de decisión interna (normas de seguridad de infraestructura y equipos, investigación de accidentes, licencias a conductores y otros). Ahora, la diversidad de formas que ha tomado la gestión actual de los sistemas ferroviarios, en relación a las formas de propiedad y administración de la infraestructura, así como la operación de los servicios (carga y/o pasajeros), sumado a la fuerte interacción con zonas urbanas y con otras modalidades terrestres, particularmente en cruces a nivel, ha llevado a una institucionalidad de seguridad centralizada, en que la regulación de la seguridad ferroviaria es asumida como un rol activo del Estado, por encima de las empresas individuales.

En el texto del estudio se describe las soluciones institucionales de diversos países:

- El Ministerio de Transporte de los Estados Unidos, DOT y la Administración Federal de Ferrocarriles, FRA.
- La Oficina de Regulación Ferroviaria del Reino Unido, ORR
- La Safety Platform de la International Union of Railways, UIC
- La Comisión Nacional de Transporte de Australia, NTC

3.3 PROPUESTA INSTITUCIONAL PARA EL CASO CHILENO

A partir de la revisión de modelos institucionales adoptados en el ámbito internacional, es posible desprender elementos comunes que, básicamente, se resumen en la adopción de una entidad centralizada, independiente de las empresas ferroviarias públicas o privadas y que se encarga fundamentalmente de los temas de regulación económica y de la seguridad del sistema ferroviario en cada país.

Para el caso chileno y de manera compatible con los cambios que se han generado en el sistema ferroviario en los últimos años se estima adecuado proponer la creación de una oficina centralizada, dependiente del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, cuyo rol principal debiera ser apoyar al Ministro de Transportes y Subsecretario de Transportes en todas aquellas materias que la ley y reglamentos vigentes le exige actividades específicas en materias de seguridad para el sistema ferroviario nacional. Esta misma oficina debiera ser capaz de diagnosticar de manera permanente los principales problemas de seguridad en el ámbito ferroviario y adoptar medidas específicas para su reducción o eliminación.

Esta unidad que se propone generar en el Ministerio y que sería en lo esencial la continuadora del Departamento de Ferrocarriles del Ministerio de Fomento, debiera asumir en plenitud las atribuciones originales y sus obligaciones legales que se mantienen vigentes de la Ley General de Ferrocarriles.

En las conclusiones del análisis del marco legal vigente en el país, se menciona que las atribuciones y deberes que entrega la Ley General de Ferrocarriles dan un marco amplio para ejercer un adecuado control sobre los aspectos de seguridad de la operación ferroviaria, sin necesidad de modificaciones legales. Es posible mencionar, entre otras, las siguientes funciones que debería desempeñar la entidad del MTT encargada de la supervisión de los ferrocarriles:

- Recopilar, analizar, modificar, complementar las normas de seguridad existentes en el país (EFE) y en el exterior, para finalmente producir una serie de Normas de Seguridad aplicables a todos los ferrocarriles. Estas normas deberían tener validez legal (como las del INN). Su implementación sería progresiva, ya que no es razonable esperar que todas entren en vigencia desde el principio.
- Establecer un sistema nacional de información de accidentes ferroviarios, basado en las disposiciones de la Ley General, e incluyendo los canales de circulación de la información, la formación de una base de datos y la publicación periódica de los resultados.

- Procesar y estudiar la información de accidentes, ya sea para modificar las normas o para recomendar medidas que mejoren los estándares de seguridad en determinadas líneas o ferrocarriles. Proponer sanciones en caso de incumplimiento de las normas de seguridad.
- Conducir y apoyar investigaciones, proponer soluciones y fiscalizar actividades de primera importancia en mejoras de seguridad ferroviaria: cruces a nivel, transporte de cargas peligrosas, atropellos.
- Conducir y apoyar investigaciones en general que mejoren la seguridad ferroviaria.
- Supervisar en terreno el cumplimiento de las Normas de Seguridad mediante Inspectores de Seguridad de manera similar a la organización de la FRA. Proponer sanciones por incumplimiento flagrante de las normas.
- Participar y eventualmente dirigir las investigaciones de accidentes, como hace la DGAC.
- Controlar las limitaciones que establece la ley a las construcciones e instalaciones ajenas en las cercanías de la vía férrea.
- Controlar la disposición que señala que las empresas ferroviarias no podrán entregar al servicio público ninguna parte del camino (vía) sin haber sido previamente autorizada por el Departamento.
- Control en diversos ámbitos de los cruces públicos y particulares.
- Tomar la responsabilidad en la operación del material rodante, el que podrá ser revisado por el Departamento.
- Ejercer la obligatoriedad legal de “Examinar a los maquinistas y demás personal técnico de las empresas de los ferrocarriles y autorizar el desempeño de sus funciones”. Encargarse del otorgamiento y fiscalización de las licencias de conducir.
- Desarrollar campañas educativas, similares a la Operación Lifesaver descrita en el estudio, destinadas a estimular el cumplimiento de las normas de seguridad de los agentes internos y externos.
- Otras funciones relacionadas con el mantenimiento de los estándares de seguridad ferroviaria.

El análisis de las estadísticas de accidentes en que participan los ferrocarriles refleja que los accidentes más graves, donde se presenta la mayor cantidad de muertes y lesionados graves ocurren en los cruces (legales e ilegales) y los atropellos en plena vía. La institucionalidad y su organización, así como los recursos que a ella se asigne, deben responder a la atención principal a esta tipología de accidentes.

Definidas las funciones para esta oficina, se deberá determinar el personal profesional y administrativo para ejercer las funciones definidas, así como los recursos que ellas requieren. Es conveniente descentralizar algunas de estas funciones, creando oficinas responsables de los diversos temas de seguridad en al menos tres macrozonas nacionales; macrozona sur, zona centro y macrozona norte. Las estadísticas, la fiscalización de regulaciones, los estudios específicos y proposición de medidas de seguridad, regulación de cruces y otros podrían ser manejadas descentralizadamente por macrozona.

4. LINEAMIENTOS DE UN MANUAL DE SEGURIDAD

4.1 GENERAL

Un Manual de Seguridad Ferroviaria debería contener toda la información relevante para garantizar que el diseño, la operación y el mantenimiento de los subsistemas ferroviarios cumplan con las normas legales y reglamentarias de seguridad y además contenga recomendaciones que permitan alcanzar los estándares de seguridad deseables para la operación ferroviaria.

Con este objetivo, el Manual deberá incluir:

1. Las normas legales existentes
2. Las Normas de Seguridad vigentes
3. Las Normas de Seguridad no oficiales, en carácter de recomendación
4. Referencias a normas recomendables de otros países
5. Recomendaciones en materias específicas

El Manual debería tener como respaldo una organización de carácter normativo, encargada de:

- Recopilar la información de accidentes e incidentes proveniente de los ferrocarriles de Chile
- Conocer y actualizar la información de organismos de seguridad ferroviaria en el extranjero
- Analizar la información de accidentes e incidentes con el doble objetivo de (a) proponer medidas correctivas (o punitivas, si es del caso) en los ferrocarriles afectados, y (b) modificar y/o actualizar las normas para mejorar su adaptación y aplicación en las condiciones reales de los ferrocarriles.

Los tres aspectos fundamentales que debería abarcar este Manual son: (a) La seguridad en el diseño, (b) la seguridad en el mantenimiento y (c) La seguridad en la operación.

4.2 SEGURIDAD EN EL DISEÑO

Las consideraciones sobre seguridad en el diseño fueron planteadas en el texto, con referencias al manual REDEFE y a los manuales de AREMA y AAR.

El diseño debe tener en cuenta además las normas legales antes analizadas; la Ley General de Ferrocarriles, la Ley del Tránsito, la Ley del Medio Ambiente y sus respectivos Reglamentos.

El sistema ferroviario chileno se rige básicamente por las normas norteamericanas. Esto es igualmente válido para la infraestructura y para la mayor parte de los equipos rodantes. Sin embargo, en el último tiempo se ha introducido rieles europeos de reemplazo que no son compatibles con los perfiles norteamericanos que forman prácticamente la totalidad en las vías férreas del país.

Como la compatibilidad de las instalaciones y equipos es un factor importante de la seguridad, se recomienda incluir dentro de las Normas de Seguridad las disposiciones de compatibilidad tecnológica de la infraestructura y equipos con los existentes.

Las consideraciones, recomendaciones y normas de seguridad en el diseño deben incluir la infraestructura, el material rodante, los sistemas de señalización y las estaciones.

En relación con la infraestructura, es necesario considerar las diversas disposiciones legales y reglamentarias:

- En la Ley General de Ferrocarriles hay disposiciones relacionadas con la seguridad en los artículos 29, 33, 34, 35, 36, 42, 58 y otros.
- En la Ley del Tránsito están las disposiciones relativas a los cruces a nivel.
- En la Ley del Medio Ambiente están las disposiciones relativas a los estudios de impacto ambiental EIA y DIA. Esto afecta tanto al diseño como a las obras de construcción, aunque su relación con la seguridad no es directa.
- El Manual de Carreteras incluye algunas disposiciones relacionadas con los gálibos y las que rigen el diseño de los caminos en los cruces a nivel.
- El Manual REDEFE incluye una serie de recomendaciones para el adecuado diseño de la infraestructura en sus secciones 1, 3, 4, 5, 6, 7 y 8.
- El Manual de AREMA se refiere solamente a la infraestructura y es el referente básico para el diseño de ésta en Chile. Debe tenerse presente que prácticamente la totalidad de la red ferroviaria chilena está construida con perfiles de riel y estándares norteamericanos. La introducción de estándares diferentes tiene, entre otros factores, implicancias en la seguridad, por la compatibilidad de los perfiles rueda-riel, la dureza relativa entre estos dos elementos y otros factores.
- Las Normas Técnicas de EFE contienen también aspectos relacionados con el diseño de la infraestructura, en particular las relacionadas con los componentes de la vía férrea, la construcción de la vía, el diseño de puentes y túneles y otras.
- Otro aspecto que es necesario normar se refiere a los cierros de la vía. La Ley General de Ferrocarriles contiene disposiciones sobre los cierros y EFE tenía entre sus proyectos de normas una Norma de Seguridad de Cierros de la vía.
- En el diseño de vías en túneles debe tenerse en cuenta la norma NFPA 130 de la National Fire Protection Association de Estados Unidos.

En lo que se refiere a los equipos rodantes, debe considerarse:

- La Ley General de Ferrocarriles establece que puede revisar los equipos en forma previa a su puesta en servicio.
- Las normas del INN sobre la construcción de los estanques y carros para el transporte de materiales peligrosos. Estas normas están a su vez referidas a las BOE-6000 de la Federal Railroad Administration de los Estados Unidos.
- Las Normas de Seguridad y Normas Técnicas sobre el diseño y equipamiento del equipo rodante de EFE. Estas normas no tienen carácter obligatorio, pero pueden ser utilizadas como referencia.
- El Manual AAR, particularmente para los carros de carga.
- Las normas europeas UIC, que deberían ser consideradas al momento de adquirir o encargar la construcción o rehabilitación de equipos de pasajeros.

Respecto de los sistemas de señalización y control de tráfico, que son la base de la seguridad de la operación ferroviaria, hay dos grupos de tecnologías, la norteamericana y la europea. Pese a que los conceptos básicos de ambos grupos son los mismos –la circulación segura de los trenes– las tecnologías son diferentes, aunque en el último tiempo se advierte una clara convergencia.

Los sistemas norteamericanos se rigen por las especificaciones del llamado Advanced Train Control System ATCS, y se clasifican en 5 niveles de seguridad creciente.

Los sistemas europeos se rigen por los conceptos del llamado European Train Control System ETCS, y se clasifican en 4 niveles de seguridad creciente. El ETCS se desarrolla dentro de la iniciativa ERTMS (European Rail Traffic Management System) que tiene por objeto uniformar los sistemas ferroviarios europeos.

Un Manual de Seguridad debería analizar ambos grupos de sistemas y recomendar los niveles de seguridad adecuados para los diferentes volúmenes de tráfico. Asimismo, debería procurar la uniformidad conceptual de los sistemas de señalización.

En las líneas de baja densidad de tráfico se utiliza el sistema denominado AUV (Autorización de Uso de Vía) basado en comunicación radial, y que corresponde al Nivel 1 ATCS. Cuando este sistema está basado en control computacional, es bastante seguro, aunque la movilización de los trenes es menos fluida que con los sistemas automáticos.

Este sistema, que corresponde al nivel más básico de seguridad, debería ser parte de las normas básicas de vigencia general.

En el manual REDEFE hay información más detallada de estos sistemas. Asimismo AREMA tiene un Manual de Señalización y la UIC publica las normas de seguridad de señalización.

La seguridad en estaciones es un factor a menudo insuficientemente considerado. La mayor parte de los desrielos y colisiones se producen en las estaciones, principalmente por falla o ausencia de sistemas de señalización, o por errores de interpretación de las señales. En relación con el diseño de patios y zonas de maniobras, tanto la señalización fija (básicamente protectores de gálibo) como la automática deben considerar aspectos tales como la longitud de los trenes que operan en el sector, el tipo de servicio que se realiza (cruzamientos, fraccionamiento de trenes, cambio de tracción, carga o descarga de productos, etc.) para determinar la disposición general de las vías, la posición y tangente de los desviadores, la distancia entre vías y otros aspectos de diseño que inciden en la seguridad.

El manual REDEFE contiene algunas recomendaciones sobre los patios de estaciones en las Secciones 7 y 8. En la Sección 11 se entrega criterios y recomendaciones de diseño de estaciones, muchas de las cuales tienen relación con aspectos de seguridad.

4.3 SEGURIDAD EN EL MANTENIMIENTO

Una parte importante de los accidentes e incidentes se produce por fallas en el mantenimiento o por falta de éste. Esto puede afectar por igual a la infraestructura o al material rodante. Como se ha visto, la mayor parte de las Normas de Seguridad se refieren al mantenimiento de equipos e instalaciones.

En estas Normas de Seguridad hay pocas referencias a la seguridad durante la ejecución de las labores de mantenimiento. Las medidas de seguridad en talleres y otros recintos de mantenimiento suelen limitarse a las normas usuales de Seguridad Industrial, pero los talleres ferroviarios tienen algunas características propias que justifican el estudio y emisión de algunas normas de carácter específico.

En la Ley General de Ferrocarriles hay disposiciones generales sobre el mantenimiento de la infraestructura que constituyen la base legal de una eventual norma de seguridad de carácter general.

Las Normas de Seguridad de EFE, que a su vez se basan en normas norteamericanas y europeas, adecuadamente adaptadas, pueden transformarse en normas de seguridad de vigencia general.

El mantenimiento de las obras de arte, en especial los puentes y sus defensas fluviales, debe ser también materia de una Norma de Seguridad. Dentro de las obras de arte tiene especial importancia el mantenimiento de los cierros de la vía.

En el mantenimiento de la infraestructura se debe incluir también los sistemas de electrificación, donde con indeseada frecuencia se producen accidentes por falta de precauciones en los cortes de energía.

Las Normas de Seguridad de EFE sobre el mantenimiento del equipo rodante deben ser revisadas y complementadas para incluir factores tales como desgaste máximo de ruedas y pestañas, estado de los enganches, estado de los resortes, condición de los ejes, regulación de los frenos y varios otros factores que inciden en la seguridad del desplazamiento y que dependen del estado de conservación.

Adicionalmente debería incluirse los factores que inciden en la seguridad de los pasajeros a bordo de los trenes: funcionamiento de puertas y ventanas, comunicación entre coches, niveles de iluminación y otros aspectos.

El estado de conservación de los sistemas de señalización tiene, al igual que en el caso del diseño, dos ámbitos diferentes. En el ámbito interno, las fallas en los sistemas de señalización y control de tráfico redundan en un menor nivel de seguridad y demoras en el movimiento de trenes.

Es recomendable establecer requisitos mínimos para la movilización de trenes en caso de fallas, así como tiempos máximos para la duración de estas medidas de emergencia, lo que tiene relación directa con los tiempos de reparación de los sistemas. Esto es especialmente importante en las líneas con servicios de pasajeros.

El ámbito externo se refiere a la señalización de los cruces a nivel. La Norma de Seguridad de cruces deberá revisarse para incluir los aspectos de mantenimiento y de operación en casos de falla. En la práctica, sería conveniente establecer un tiempo máximo para la atención de los cruces en falla y su reparación. Asimismo debería haber un monitoreo permanente del estado de las señales fijas y de las carpetas de rodado.

4.4 SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN

La seguridad en la operación constituye el tercer eslabón de la cadena de seguridad de los sistemas ferroviarios.

Normalmente los Reglamentos de Movilización de los ferrocarriles constituyen la Norma de Seguridad de Tráfico. Los niveles de seguridad descritos antes no sólo condicionan el diseño de las instalaciones de señalización y control de tráfico, sino también su operación. Es posible desarrollar un documento que contenga las normas básicas de operación para cada uno de los niveles.

Cabe destacar que todas las colisiones entre equipos ferroviarios –descartando las fallas de diseño- se deben a operación defectuosa. Normalmente los desrielos y las colisiones en zonas de maniobras son producto de mala operación: decisiones erróneas o simple trasgresión de los reglamentos.

4.5 CLASIFICACIÓN DE LOS ACCIDENTES E INCIDENTES

El texto principal del estudio propone una clasificación de los accidentes con el objeto de facilitar el análisis de los accidentes ferroviarios según su origen.

- Accidentes originados en la condición de la infraestructura
- Accidentes originados en los equipos rodantes
- Accidentes originados en la mala operación
- Accidentes en el mantenimiento
- Accidentes con origen externo al ferrocarril

