



SEGURIDAD VIAL PARA AUTOPISTAS EN CHILE Y NUEVAS TECNOLOGIAS

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:
ROSARIO REBOLLEDO CROVETTO

Profesor Guía:
ALFREDO OYARZÚN ORELLANA

Profesor Consultor:
JORGE ALLIENDE BARBERA

Abril 2018
Santiago, Chile



SEGURIDAD VIAL PARA AUTOPISTAS EN CHILE Y NUEVAS TECNOLOGIAS

Proyecto de Título para optar al Título de Constructor Civil

Estudiante:
ROSARIO REBOLLEDO CROVETTO

Profesor Guía:
ALFREDO OYARZÚN ORELLANA

Profesor Consultor:
JORGE ALLIENDE BARBERA

Abril 2018
Santiago, Chile

DEDICATORIA

SOLO USO ACADÉMICO

A mi padres por su esfuerzo,
apoyo y amor incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Lo más importante para mí es mi familia, sin ellos nada de esto hubiera sido posible. Agradezco a mi padre por preocuparse siempre de entregarme la mejor educación y dejar en claro que este es el mejor regalo que puede dejarme. A mi madre por su constante apoyo en mi crianza, educación, valores y preocupación infinita. Y a mi hermana por ser un pilar clave en mi vida.

Doy gracias a mi marido por entregarme palabras de apoyo en momentos de cansancio y simplemente por estar ahí para mí siempre. También a mis compañeros y profesores con los cuales vivimos este camino universitario que es a veces muy difícil, pero que tanto nos entrega.

Finalmente quiero entregar un gran reconocimiento a mi profesores don Alfredo Oyarzún Orellana y Jorge Alliende Barbera por brindarme su ayuda en el desarrollo de mi Trabajo de Titulación. Por darme la oportunidad de trabajar con ellos y estar dispuestos en cualquier momento a ayudarme. Destaco en ambos su empatía y conocimiento en el rubro de la Construcción.

RESUMEN

El presente trabajo está referida al ámbito de la Seguridad Vial para Autopistas en Chile y nuevas tecnologías relacionadas con la misma. La idea de estudiar nuevas tecnologías en Seguridad Vial surge a partir de la posibilidad de analizar que tan avanzados nos encontramos en Chile en cuanto a los nuevos avances en el extranjero.

El objetivo en una primera etapa es estudiar algunas gamas de la Seguridad Vial, tales como Señales verticales, Demarcación horizontal y Sistemas de contención vial. Lo clave del análisis es identificar sus principales usos, funcionamiento y beneficios al conductor. En un comienzo se estudian los tipos de señales de tránsito verticales, con el fin de conocer su tipografía. Posteriormente y gracias a la lectura de información relacionada a Demarcación Horizontal se identifican clasificaciones, formas, materiales y distintas técnicas de aplicación de pinturas, gracias a las amplia gama de maquinarias existentes en el mercado Chileno. Finalmente en esta primera etapa, se muestran las actuales tecnologías en Seguridad Vial en nuestro país, más específicamente elementos de contención vial tales como barreras de contención, amortiguadores de impacto y pistas de emergencia.

En una segunda etapa se analiza la Demarcación horizontal del tipo Multipunto, la cual se utiliza en la zona sur de nuestro país desde el año 2014, en este capítulo se ilustran sus tipos y formas de aplicación. Finalmente se investiga el funcionamiento de los Sistemas Inteligentes de Tráfico ilustrando sus beneficios en otro países del mundo tales como España, Alemania y Turquía, en aplicaciones del tipo urbano, interurbano y en túneles.

En Chile aun no es viable la utilización de Sistemas Inteligentes de Tránsito ya que hoy no se considera como una alternativa vial y para esto se requiere de mayores estudios de análisis de factibilidad económica con estudios de emplazamientos, precios y gubernamentales.

SUMMARY

The presented study is referred to the area of Road Safety for Highways in Chile and new technologies related to the subject. The point of this study on new technologies is founded from the possibility of analysis we have to evaluate the situation of Chile compared to the new technology available in the world.

The objective of the first stage is to study the range of Road Safety areas, such as Vertical Signs, Horizontal Demarcation and Road Containment Systems. The key of this analysis is to identify the main uses, functioning and benefits to the driver. At the beginning we study the types of signaling in vertical traffic signs, with the objective of knowing its topography. After that, and thanks to the information related to Horizontal Demarcation, we can identify and classify shapes, materials and different technics of painting to then compare the use in Chile against the use in foreign countries. Finally, at this first stage, current technologies being used in Chile are identified.

As a second stage we analyze the Horizontal Demarcation (Multipoint), which is being used in the south part of Chile since 2014. In this chapter we show kinds and shapes of application. Finally we investigate about the Smart Traffic Signs usage and its benefits since applied in countries like Spain, Germany and Turkey, used in urban, interurban and tunnels.

In Chile the use of Smart Traffic Signs is still not viable, today is not considered as an alternative since further studies for economic feasibility are required.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
SUMMARY	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
I.1. Concepto de Seguridad Vial	1
I.2. Importancia de la Seguridad Vial	1
I.3. Antecedentes de Seguridad Vial en Chile	2
I.4. Antecedentes de Seguridad Vial a nivel mundial	4
II. MARCO TEÓRICO	5
III. SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO VERTICAL	7
III.1. Historia	7
III.2. Clasificación y características	8
III.3. Señales Verticales Reglamentarias	13
III.3.1. Señales Verticales de Prioridad	13
III.3.2. Señales Verticales de Prohibición	16
III.3.3. Señales Verticales de Restricción	18
III.3.4. Señales Verticales de Obligación	19
III.3.5. Señales Verticales de Autorización	20
III.4. Señales Verticales Preventivas	21
III.4.1. Señales Verticales de Advertencia sobre Características geométricas	22
III.4.2. Señales Verticales de Advertencia sobre restricciones físicas de la vía	23
III.4.3. Señales Verticales de Advertencia de Intersecciones con otras vías	24
III.4.4. Señales Verticales de Advertencia sobre Características operativas de la vía	26
III.4.5. Señales Verticales de Advertencia sobre Situaciones Especiales	27
III.5. Señales Verticales Informativas	28
III.5.1. Señales Verticales que Guían al Usuario a su Destino	30
III.5.2. Señales Verticales con Otra Información de Interés	33
III.6. Señalización en túneles	36
III.7. Señalización para cruce ferroviario	41
III.8. Señales no Tradicionales y curiosas	43
IV. DEMARCACIÓN HORIZONTAL	46
IV.1. Clasificación según su forma	46

IV.1.1. Líneas longitudinales	47
IV.1.1.1. Líneas de eje	47
IV.1.1.2. Líneas de borde de calzada	50
IV.1.2. Líneas transversales	51
IV.1.2.1. Líneas de detención	51
IV.1.2.2. Líneas de cruce	55
IV.1.3. Símbolos y leyendas	57
IV.1.3.1. Flechas	57
IV.1.3.2. Leyendas	59
IV.1.3.3. Otros Símbolos	60
IV.2. Materiales para demarcaciones	62
IV.2.1. Pinturas y microesferas de vidrio	62
IV.2.2. Termoplásticos en caliente	67
IV.2.3. Plásticos en frío	69
IV.2.4. Materiales Preformados	71
IV.2.5. Tachas y tachones	72
V. ACTUALES TECNOLOGÍAS EN SEGURIDAD VIAL	76
V.1. Sistemas de contención Vial	76
V.1.1. Barreras de contención	76
V.1.1.2. Tipos de Barreras de contención	78
V.1.2. Amortiguadores de Impacto	90
V.1.3. Pistas de Emergencia	93
VI. NUEVAS TECNOLOGÍAS EN SEGURIDAD VIAL Y DEMARCACIÓN INTERNACIONAL	95
VI.1. Demarcación tipo Multipunto	95
VI.1.1. Objetivo	96
VI.1.2. Justificación	97
VI.1.3. Tipos	99
VI.1.4. Forma de Aplicación	101
VI.2. Sistemas Inteligentes de Tráfico	103
VI.2.1. Beneficios	107
VI.2.2. Aplicaciones	108
VI.2.2.1. Sistema de Control Centralizado de Tráfico Urbano	108
VI.2.2.2. Sistema de Control Centralizado de Tráfico Interurbano	111
VI.2.2.3. Gestión Integral de Túneles	114
VII. CONCLUSIONES	122
BIBLIOGRAFÍA	124

ANEXOS	125
Anexo I: Segregación de una pista	125
Anexo II: Segregación de dos pistas.....	126
Anexo III: Cierre de calzada.....	127

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Imagen Señal instalada en un terraplén	10
Figura 2. Imagen Señal instalada en corte	11
Figura 3. Imagen Señal instalada en trinchera	11
Figura 4. Imagen Señal instalada tipo banderola	12
Figura 5. Señal CEDA EL PASO	14
Figura 6. Señal PARE	15
Figura 7. Señal PARE NIÑOS	15
Figura 8. Señales de Maniobras y virajes	17
Figura 9. Señales de clases de vehículos	17
Figura 10. Señales de Otras Prohibiciones	18
Figura 11. Señales Verticales de Restricción	19
Figura 12. Señales Verticales de Restricción	20
Figura 13. Señales Verticales de Autorización	20
Figura 14. Señales Verticales de Advertencia de Características Geométricas	23
Figura 15. Señales Verticales de Advertencia sobre restricciones físicas de la vía	24
Figura 16. Señales Verticales de Advertencia de Intersecciones con otras vías	25
Figura 17. Señales Verticales de Advertencia sobre Características operativas de la vía	27
Figura 18. Señales Verticales de Advertencia sobre Situaciones Especiales	28
Figura 19. Señal Vertical Informativa: Tipo Preseñalización	30
Figura 20. Señal Vertical Informativa: Tipo Direccional	31
Figura 21. Señal Vertical Informativa: De Confirmación	31
Figura 22. Señales Vertical Informativa: Identificación Vial	32
Figura 23. Señal Vertical Informativa: Localización	32
Figura 24. Señales Verticales Informativa: Localización	33

Figura 25. Señales Verticales Informativa: Atractivos Turísticos	34
Figura 26. Señal Verticales Informativa: En Autopista	34
Figura 27. Señal Verticales Informativa: Carácter General	35
Figura 28. Señal Verticales Informativa: Uso de Pistas	35
Figura 29. Señal Verticales Informativa: Placas de Refuerzo	36
Figura 30. Señales para cruce de ferrocarril	42
Figura 31. Señales no tradicionales con velocidades máximas	43
Figura 32. Señal no tradicional “A Paso de hombre”	43
Figura 33. Señal no tradicional “Peligro de derrumbes”	44
Figura 34. Señal no tradicional “Lento – Pingüinos cruzando”	44
Figura 35. Señal no convencional sobre Uso de tacones	45
Figura 36. Señal no convencional "Absolutamente nada en las siguientes 22 millas"	45
Figura 37. Distancia para tachas en líneas de eje continuas	48
Figura 38. Longitud y ancho para Líneas de eje segmentadas en Carreteras y Caminos	48
Figura 39. Distancia para tachas en Líneas de eje mixtas en Carreteras y Caminos	50
Figura 40. Definición de anchos para líneas de borde de calzada en función del tipo de vía	51
Figura 41. Señalización Horizontal en cruce regulado Señal CEDA EL PASO	52
Figura 42. Señalización Horizontal en cruce regulado Señal PARE	53
Figura 43. Señalización Horizontal en cruce regulado SEMÁFORO	54
Figura 44. Señalización Horizontal en paso peatonal tipo Cebra	55
Figura 45. Señalización Horizontal para paso de Ciclovías	56
Figura 46. Demarcación de Símbolos y Leyendas: Flecha de viraje	58
Figura 47. Demarcación de Símbolos y Leyendas: Flecha de incorporación	59
Figura 48. Demarcación de Símbolos y Leyendas: Ejemplos de leyendas	60
Figura 49. Demarcación de Símbolos y Leyendas: Achurado Central	61
Figura 50. Demarcación de Símbolos y Leyendas: Bloqueo de cruces	61
Figura 51. Tineta acrílica en base solvente, peso 30 kg.	63
Figura 52. Tineta acrílica en base acuosa, peso 30 kg.	65
Figura 53. Microesfera de vidrio, peso 25 kg.	66

Figura 54. Pintura Termoplástica Extrusión, peso 25 kg.	68
Figura 55. Pintura Termoplástica Spray, peso 25 kg.	69
Figura 56. Pintura Plástico en Frío en ciclovía	70
Figura 57. Material Preformado Velocidad Máxima 60 km/hr	71
Figura 58. Material Preformado Solo Bus	72
Figura 59. Tacha Reflectiva Primalux	73
Figura 60. Tacha Led sin vástago	73
Figura 61. Tacha para Valla Peatonal	74
Figura 62. Tachón vial Led Solar	74
Figura 63. Tacha Reflectiva para nieve	74
Figura 64. Elemento canalizador para ciclovía	75
Figura 65. Tacha led Sernis para Ciclovía	75
Figura 66. Tipos de Barreras New Jersey	80
Figura 67. Ilustración Barrera de hormigón tipo F	81
Figura 68. Barrera Metálica hincada	83
Figura 69. Barreras Metálicas Simples: doble y triple onda	84
Figura 70. Barreras Metálicas Simétricas: doble y triple onda	85
Figura 71. Barreras Mixta metal-madera	87
Figura 72. Barrera de madera	88
Figura 73. Barreras de cables de Acero	90
Figura 74. Amortiguador de Impacto con capacidad de redireccionamiento	92
Figura 75. Ejemplo de Ubicación de una Pista de Emergencia	94
Figura 76. Demarcación Termoplástica Multipunto con forma de Líneas Perfiladas	99
Figura 77. Demarcación Termoplástica Multipunto con forma de Perfil Transversal	99
Figura 78. Demarcación Termoplástica Multipunto en forma de Gota	100
Figura 79. Demarcación Termoplástica Multipunto en forma Redonda	100
Figura 80. Demarcación Termoplástica Multipunto en forma de Tablero de Ajedrez	101
Figura 81. Ilustración Máquina para Demarcación Termoplástica Multipunto	102
Figura 82. Sistema Automatizado de control de tráfico	111
Figura 83. Centro de Control de Tráfico Interurbano	113

Figura 84. Sistemas de salida de emergencia y SOS	115
Figura 85. Sistemas de salida de radio	116
Figura 86. Sistemas de Anuncios para Público	116
Figura 87. Sistemas de extinción de fuego	117
Figura 88. Sistemas de monitoreo y vigilancia	117
Figura 89. Sistemas de Energía y red de Energía	118
Figura 90. Sistemas de Iluminación	119
Figura 91. Sistemas de Aire Acondicionado	119
Figura 92. Sistemas de Detección de incendios	120
Figura 93. Sistemas de control de tránsito	121
Figura 94. Sistemas de circuito cerrado de televisión y detención de incidentes	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación Transversal de Señales Verticales: Distancia y Altura	12
Tabla 2. Señales Verticales Reglamentarias de Prioridad	14
Tabla 3. Señales Verticales Reglamentarias de Prohibición	16
Tabla 4. Señales Verticales Reglamentarias de Restricción	18
Tabla 5. Señales Verticales Reglamentarias de Obligación	19
Tabla 6. Señales Verticales Reglamentarias de Autorización	20
Tabla 7. Señales Verticales Advertencia de Características Geométricas	22
Tabla 8. Señales Verticales de Advertencia sobre restricciones físicas de la vía	23
Tabla 9. Señales Verticales de Advertencia de Intersecciones con otras vías	24
Tabla 10. Señales Verticales de Advertencia sobre Características operativas de la vía	26
Tabla 11. Señales Verticales de Advertencia sobre Situaciones Especiales	27
Tabla 12. Relación Demarcación / Brecha en líneas de pistas	49
Tabla 13. Demarcación de Símbolos y Leyendas: tipo Flecha	58
Tabla 14. Demarcación de Símbolos y Leyendas: tipo Leyendas	59
Tabla 15. Demarcación de Símbolos y Leyendas: Otros Símbolos	60

I. INTRODUCCIÓN

I.1. Concepto de Seguridad Vial

En general el concepto de la Seguridad Vial ha sido incluido desde hace muchos años en el diseño de las rutas viales del país. Durante la última década, la Dirección de Vialidad se ha preocupado de incluir en forma explícita el concepto de Seguridad Vial en sus proyectos, generándose poco a poco una conciencia de lo importante que significa, por ejemplo, considerar que los usuarios de las vías no son sólo los conductores de vehículos, sino que también deben considerarse como tales a los peatones y ciclistas.

La Seguridad Vial puede ser definida como el atributo intrínseco de la vía que aporta a garantizar el respeto a la integridad física de sus usuarios y de los bienes materiales aledaños a ella. Se debe tener presente en el diseño, construcción, mantenimiento y operación de una obra vial.

I.2. Importancia de la Seguridad Vial

Teniendo presente los altos costos sociales y económicos producidos por los accidentes de tránsito en Chile, se hace necesario entender que el concepto de Seguridad Vial debería estar en toda consideración relativa a la ingeniería vial. Esto dado que la vida humana e integridad física de los usuarios de los caminos o carreteras, debieran ser resguardadas más allá de cualquier otro aspecto, pudiendo ser éstos económicos, ambientales u otros.

Es importante sensibilizar a los usuarios de las vías respecto a que la Seguridad Vial es un concepto que abarca más que el diseño e instalación de señalización de tránsito o los sistemas de contención. Este concepto debe ser incorporado desde los primeros niveles de estudio del proyecto vial, con el fin de no incurrir en costos en medidas de mitigación que pudieren ser más altos; por ejemplo, el costo del trazado de

un proyecto de nuevo. Esto resulta especialmente importante en Chile, donde existe un importante número de accidentes y costos asociados a ellos.

Por otra parte, cuando países donde el parque automotriz y la infraestructura son mayores a la realidad nacional, se esmeran en disminuir la accidentabilidad mediante el aumento de medidas de seguridad, se revela que la seguridad en las vías es un tema plenamente vigente y en constante tratamiento y mejora.

Introducir el concepto de Seguridad Vial lleva obligatoriamente asociado el concepto de usuario de la vía. Este usuario debe entenderse como aquella persona que por diferentes motivos está en contacto con el camino o carretera, es por ello, que peatones y ciclistas son tan usuarios de un camino como lo es el conductor. Los caminos son bienes de uso público, el tránsito por ellos no puede ser prohibido, si éste se hace en las condiciones que se señalan en la legislación y reglamentación vigentes.

El riesgo de accidentes de tránsito nunca será cero. Sin embargo, se deben hacer esfuerzos para disminuirlo al máximo, dotando a la carretera de características intrínsecas y de obras y equipamientos que conjuntamente formen un sistema armónico concebido para disminuir el riesgo de accidentes a niveles aceptables y amortiguando las consecuencias derivadas de los accidentes imposibles de evitar.

Los estudios de accidentabilidad debieran considerar índices que permitan tener una visión nacional y regional de la situación en la red vial de caminos públicos del país. En el caso de caminos públicos concesionados a privados, se establece una serie de requisitos específicos a los responsables de operar y mantener este tipo de vías. Las exigencias son acorde con los estándares de los caminos públicos concesionados.

I.3. Antecedentes de Seguridad Vial en Chile

Respecto a la realidad nacional, numerosas actividades se han desarrollado con el fin de, por una parte, incluir mediante normas el concepto de Seguridad Vial, y por otra,

sensibilizar a las personas respecto de la importancia que tiene para la sociedad el preocuparse de este tema.

Un accidente se puede definir como un suceso eventual o imprevisto que produce daños en las personas y en materiales por un hecho o acción directa del empleo o uso de un vehículo de tracción mecánica, animal o humana. Los accidentes de tránsito, de acuerdo a su causa, pueden clasificarse en cuatro tipos:

- Falla mecánica, por ejemplo, desperfectos en el sistema de frenos del vehículo.
- Falla humana, por ejemplo, no respetar derecho preferente de paso.
- Deficiencia de la infraestructura, por ejemplo, inadecuada señalización de tránsito.
- Condiciones del entorno.

En Chile, en los últimos años, se detecta una mejora en relación a los aspectos causantes de accidentes de tránsito. En efecto, los nuevos vehículos incorporan paulatinamente dispositivos de seguridad a los conductores, tales como sistemas de frenos ABS o amortiguadores de impacto personales “Airbag”, además, los vehículos son obligados a ser revisados periódicamente en plantas de Revisión Técnica con equipos de alta tecnología.

Por otra parte, la obligación de aprobar cursos en una escuela de conductores a los nuevos aspirantes al permiso de conducir, es una obligación que debiera en el futuro presentar resultados de disminución de accidentes.

Por último, el factor vía o infraestructura también ha experimentado durante estos últimos años avances y mejoras tendientes a subir el estándar de las vías, y por ende, del atributo intrínseco de la Seguridad Vial en los caminos y carreteras del país.

No obstante, la realidad de la Seguridad Vial en Chile aún es un tema que requiere más prioridad en los proyectos viales.

I.4. Antecedentes de Seguridad Vial a nivel mundial

Internacionalmente, la Seguridad Vial tiene diferentes grados de desarrollo. En general, estos niveles están asociados al nivel económico de los países. Países tales como Suecia, Dinamarca, Inglaterra y Holanda están a la vanguardia en este tema.

Algunos de los desafíos y objetivos que se presentan en países de alto nivel económico respecto de la Seguridad Vial son:

- Hacer rentables las inversiones en materia de Seguridad Vial.
- Mejorar los conceptos del diseño vial haciendo el vínculo con la Seguridad Vial.
- Aprovechar las tecnologías en materia de vehículos y de infraestructura para mejorar la Seguridad Vial.
- Aprender sobre el comportamiento humano para tenerlo presente al momento de diseñar caminos.

II. MARCO TEÓRICO

Uno de los primeros hitos asociados a la Seguridad Vial se dio en el año 1968, cuando Chile suscribe la Convención sobre Señalización Vial. Esta Convención, firmada en Viena, es ratificada siete años más tarde, mediante el decreto supremo dictado a través del Ministerio de Relaciones Exteriores.

Posteriormente, el Ministerio de Obras Públicas comienza a regular el tema de la publicidad caminera, para ello se dictan decretos supremos donde se señalan los requisitos que se deben cumplir antes de instalar un letrero con publicidad al costado de los caminos públicos. El texto vigente respecto a publicidad caminera data desde el año 1977.

El Manual de Señalización de Tránsito del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones es un documento que, desde la aparición de sus primeros Capítulos, contribuye a difundir y asegurar la incorporación de la Seguridad Vial en las vías existentes y en los proyectos viales. Es así como, desde el año 1983 se editan sus Capítulos mediante la publicación de Decretos en el Diario Oficial.

Los límites para los pesos máximos por eje son fijados el año 1980 mediante la promulgación y publicación del decreto supremo MOP número 158. Al mismo tiempo son fijados los límites para los pesos máximos brutos totales para distintos tipos de vehículos.

La nueva Ley de Tránsito es publicada en el Diario Oficial a comienzos del año 1984. En ella se entregan o ratifican facultades y obligaciones explícitas a la Dirección de Vialidad, tales como su tuición sobre la autorización de propaganda en la faja adyacente a caminos públicos, la competencia para autorizar la circulación de vehículos con sobrepeso o dimensiones superiores a las máximas establecidas, la obligación de instalar y mantener señalización de tránsito en las vías de su tuición y la competencia de aumentar o disminuir, de acuerdo a lo señalado en el Manual de Señalización de Tránsito, los límites de velocidad establecidos en la ley.

Otra materia que queda reglamentada es el transporte de cargas peligrosas. Esto se logra mediante la publicación de un decreto durante el año 1994, quedando así, prohibida la circulación de vehículos con cargas peligrosas por túneles con ciertas características del país.

SOLO USO ACADÉMICO

III. SEÑALIZACIÓN DE TRÁNSITO VERTICAL

III.1. Historia

El 28 de enero de 1896 Walter Arnold de East Peckham (Inglaterra) se convirtió en el primer conductor de un automóvil que fue sancionado por exceso de velocidad. Arnold circulaba a unos 13 km/h, sin darse cuenta que la velocidad máxima permitida en el pueblito era de algo más de 3 km/h. Lo vio un policía, quien de inmediato se lanzó en persecución del infractor –en bicicleta- dándole alcance y cursándole la correspondiente multa y castigo, además tuvo que pagar los costos del proceso. Pero el inglés no fue el primer conductor en ser sancionado por transgredir las leyes de tránsito. De acuerdo a un papiro egipcio de hace 2.800 años, un individuo cuyo nombre se perdió en la historia, salió de su taberna favorita completamente ebrio y se fue manejando su carro tirado por caballos, chocó con una estatua y atropelló a una niña, matándola. El juez determinó que el castigo del criminal era ser colgado hasta la muerte en la puerta de la taberna donde se había emborrachado y dejar su cuerpo allí hasta que fuera devorado por animales carroñeros.

Los romanos, con su impresionante red de carreteras, fueron los primeros en desarrollar señales de tránsito. Eran columnas de piedra que medían algo más de un metro. Limitar la velocidad no tenía mucho sentido entonces, así que las señales solo indicaban la dirección para dirigirse a un lugar y la distancia a Roma. En Pompeya, por ejemplo, había pasos de peatones, mientras que una norma local establecía la prohibición a los carruajes de circular "desde el alba hasta la décima hora". Fue en la Edad Media que los signos multidireccionales se convirtieron en algo común en las intersecciones de caminos. Y en los siglos posteriores numerosos Estados determinaron reglas para regular la circulación de carruajes y carretas. Pero las leyes que hoy conocemos, llegaron con la masificación de los automóviles.

A mediados del Siglo XIX, los ingleses tuvieron la ley llamada Locomotive Act, según la cual los vehículos no tirados por caballos no debían superar los 3 km/h en ciudades y los 6 km/h en caminos rurales además un hombre debía caminar delante del automóvil agitando una bandera roja para advertir que venía uno de esos vehículos.

El primer accidente fatal documentado fue el 17 de agosto de 1896. Ese día, Arthur Edsell conducía su automóvil Roger-Benz por el barrio de Crystal Palace, en Londres, cuando atropelló a Bridget Driscoll, quien falleció en el acto, convirtiéndose en la primera víctima fatal de un accidente automovilístico.

Un año antes, en 1895, el Club del Automóvil Italiano ideó las primeras señales de tránsito "modernas". Sin embargo el problema para los conductores era que al pasar de un país a otro, estas cambiaban. Para evitarlo, en 1909, nueve gobiernos europeos acordaron la utilización de cuatro símbolos para todos los países: peligro, curva, intersección y paso a nivel. Más de veinte años entre 1926 y 1949, tardaron en unificarse el resto de señales en toda Europa, a las que se sumó Estados Unidos a partir de 1960.

En Chile, la primera Ley de Tránsito se dictó el 2 de agosto de 1908. Obviamente, estaba diseñada para los carruajes y caballos. Contemplaba, que la obtención de una licencia para manejar carretas y se necesitaba de la recomendación de los vecinos, para certificar que era una persona digna de esa responsabilidad. Los autos tenían un límite de velocidad de 14 km/h en las ciudades y los conductores debían emplear un lenguaje respetuoso y bien manejado.

III.2. Clasificación y características

De acuerdo a la función que desempeñan, las señales verticales se clasifican en tres grupos:

- a) Señales Reglamentarias: Su finalidad es notificar las prioridades en el uso de las mismas, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Su transgresión constituye infracción a las normas del tránsito.
- b) Señales de Advertencia de peligro (Preventivas): Su propósito es advertir a los usuarios la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o zonas adyacentes.
- c) Señales Informativas: Tienen como fin guiar a los usuarios y proporcionar a los usuarios información necesaria para llegar a sus respectivos destinos. Algunas de ellas informan acerca de distancias a ciudades, kilometraje de rutas, nombres de calles, servicios al usuario, entre otros.

Para el caso de las señales reglamentarias y preventivas, las dimensiones mínimas son en función de la velocidad máxima permitida de la vía, definida en tramos homogéneos. Para esto se fijan cinco niveles indicados a continuación:

- Velocidades ≤ 50 km/h
- Velocidades entre 60 y 70 km/h
- Velocidades entre 80 y 90 km/h
- Velocidades entre 100 y 110 km/h
- Velocidades > 120 km/h

Por otro lado, las señales deben ser visibles en cualquier periodo del día y bajo toda condición climática, es por ello que se confeccionan con materiales apropiados y son sometidas a procedimientos que aseguran su retrorreflexión. Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser iluminadas por las luces de los vehículos, ya que

una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa. Por lo anterior, los colores de una señal deben cumplir siempre con los niveles mínimos de retrorreflexión.

Finalmente cabe destacar que la ubicación de una señal vertical dependerá a la distancia, medida desde el borde de la calzada a la cual será instalada. Para ello es importante tener presente que el conductor de un vehículo tiene una visibilidad en la forma de un cono de proyección, este se abre en un ángulo de alrededor de 10° con respecto a su eje visual. Por lo tanto, se debe asegurar que la señal quedará instalada en la zona adecuada.

Para una interpretación global sobre forma de instalación, se concluye lo siguiente:

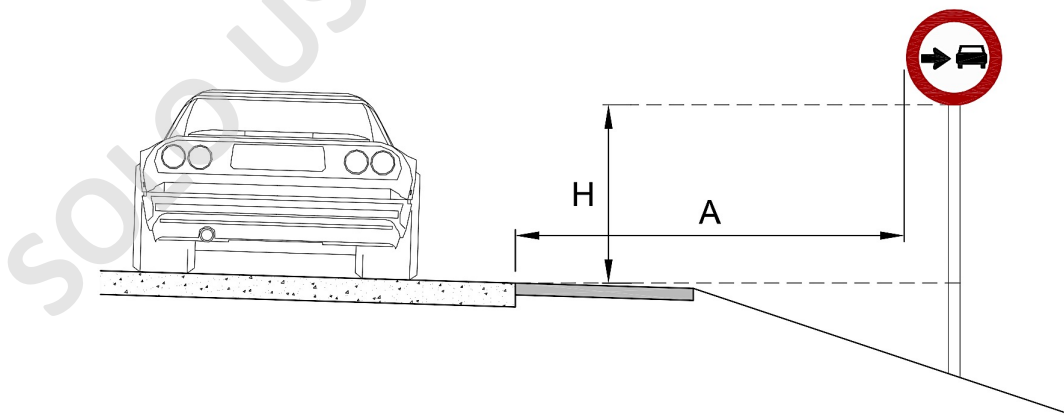


Figura 1. Imagen Señal instalada en un terraplén
Fuente: Manual de Carreteras 2016, punto 6.302.306(2)

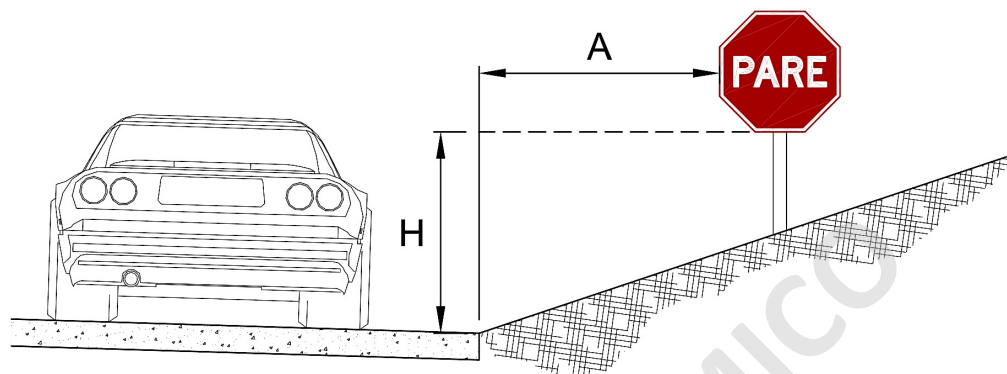


Figura 2. Imagen Señal instalada en corte
Fuente: Manual de Carreteras 2016, punto 6.302.306(2)

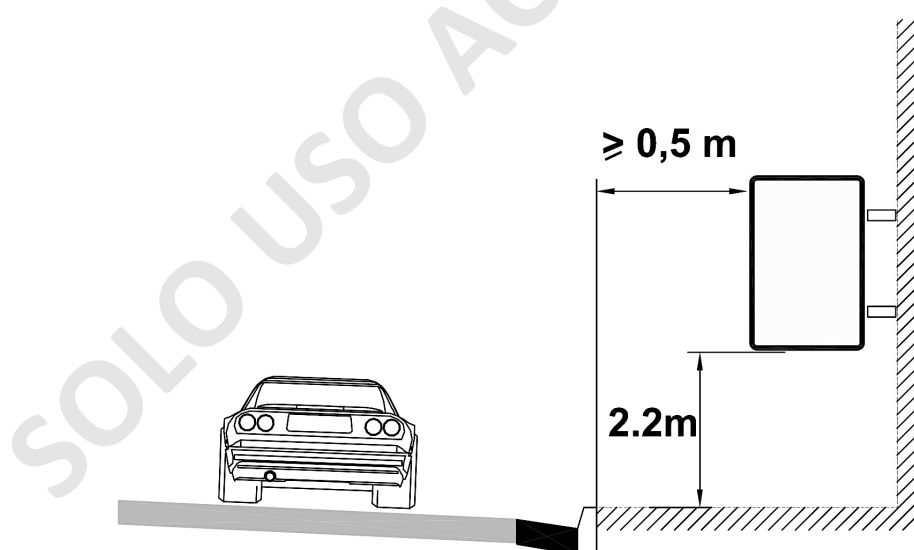


Figura 3. Imagen Señal instalada en trinchera
Fuente: Manual de Carreteras 2016, punto 6.302.306(2)

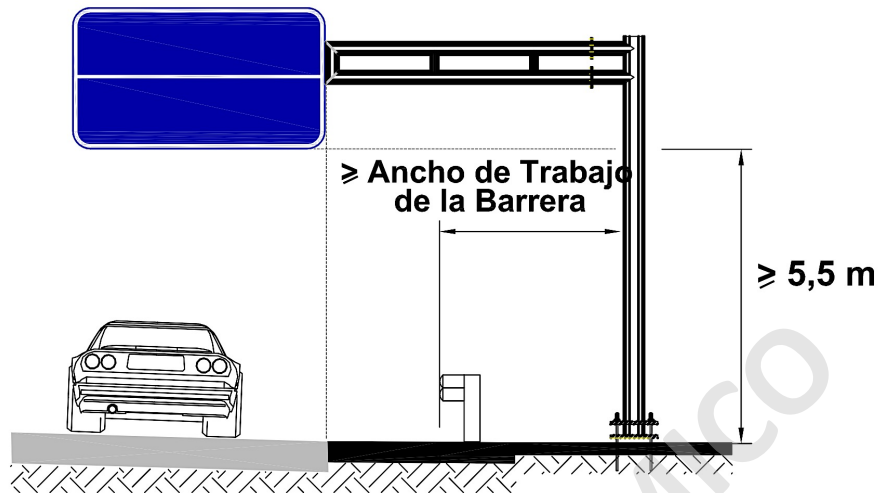


Figura 4. Imagen Señal instalada tipo banderola
Fuente: Manual de Carreteras 2016, punto 6.302.306(2)

La ubicación transversal de las señales, su distancia y altura queda definida de la siguiente forma:

Tipo de camino		A (m)	H (m)	
		Mínima	Mínima	Máxima
Carreteras	Autopistas	3,5	1,5	2,2
Camino	Pavimentados	2,5	1,5	2,2
	Sin pavimento	2,0		
Vías Urbanas	Sin solera	1,5	2,0	2,2
	Con solera	0,3		

Tabla 1. Ubicación Transversal de Señales Verticales: Distancia y Altura

Fuente: Elaboración Propia

en donde:

A: distancia medida desde el borde exterior de la calzada, hasta el canto interior de la señal vertical

H: distancia entre la rasante, a nivel del borde exterior de la calzada y el canto o tangente al punto inferior de la señal

III.3. Señales Verticales Reglamentarias

Atendiendo a su función las señales reglamentarias se dividen en:

- Señales de Prioridad (RPI)
- Señales de Prohibición (RPO)
- Señales de Restricción (RR)
- Señales de Obligación (RO)
- Señales de Autorización (RA)

La mayoría de las señales reglamentarias tienen forma circular, aceptándose que éstas se inscriban en un rectángulo cuando llevan leyenda, la que debe ser clara y concisa. Se exceptúan de esta geometría las señales CEDA EL PASO, PARE y las que indican el sentido del tránsito.

Su color de fondo es blanco y excepcionalmente rojo o azul. La orla generalmente será roja, con excepciones en negro o verde. Y los símbolos y leyendas serán de color negro, blanco o gris.

III.3.1. Señales Verticales de Prioridad

Son aquellas que regulan el derecho preferente de paso y corresponden a:

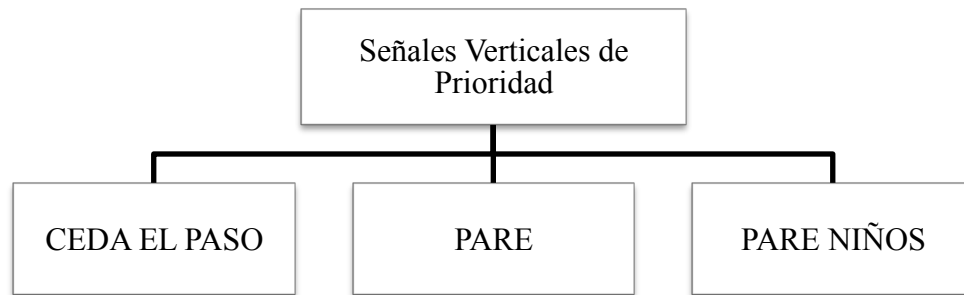


Tabla 2. Señales Verticales Reglamentarias de Prioridad

Fuente: Elaboración Propia

- CEDA EL PASO: Indica a los conductores que la enfrenten que deben “ceder el paso” a los vehículos que circulan por la vía a la cual se aproximan, no teniendo necesidad de detenerse si en el flujo vehicular por dicha vía existe un espacio suficiente para cruzarla o para incorporarse a éste con seguridad. Esta señal debe ser instalada en todos los casos en que la visibilidad no esté restringida, según el criterio antes descrito.



Figura 5. Señal CEDA EL PASO

Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.404

- PARE: Su propósito es ordenar a los conductores que detengan completamente su vehículo y que reanuden la marcha sólo cuando puedan hacerlo en condiciones que eliminen totalmente la posibilidad de accidente. Debe ser colocada inmediatamente próxima a la prolongación imaginaria (sobre la acera o más allá de la berma, según sea el caso) de la línea demarcada, antes

de la cual los vehículos deben detenerse. Este sitio de detención debe permitir al conductor buena visibilidad sobre la vía prioritaria para poder reanudar la marcha con seguridad.



Figura 6. Señal PARE

Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.404

- **PARE NIÑOS:** Su propósito es obligar al conductor a detener totalmente su vehículo en el lugar donde se encuentra la señal, de modo de permitir el paso seguro de escolares, y a no reanudar su marcha mientras la señal sea mostrada.



Figura 7. Señal PARE NIÑOS

Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.404

III.3.2. Señales Verticales de Prohibición

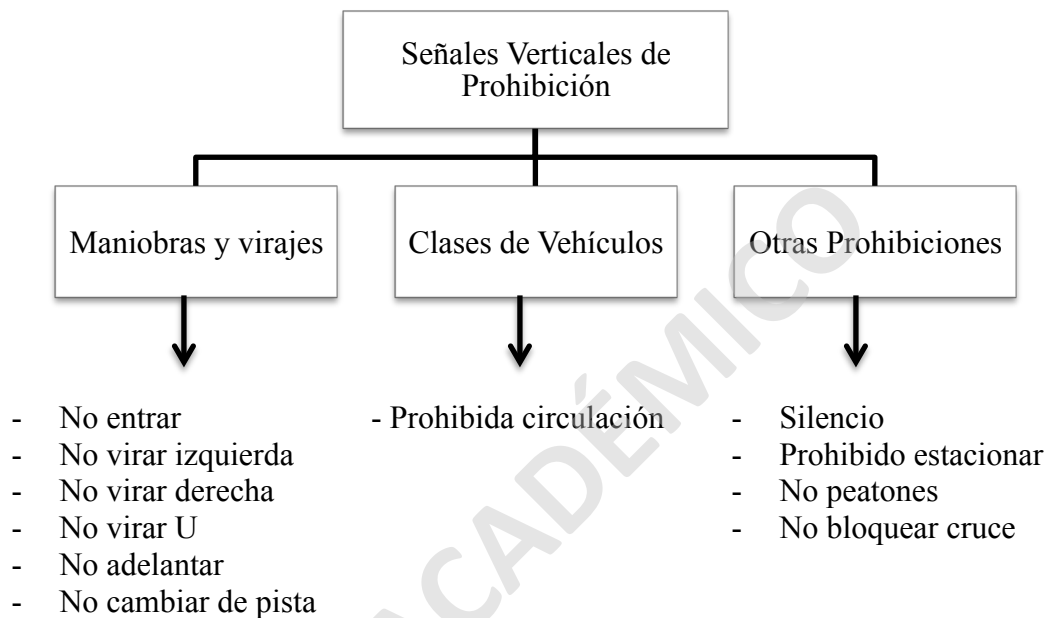


Tabla 3. Señales Verticales Reglamentarias de Prohibición

Fuente: Elaboración Propia

- Maniobras y virajes: Se usan para prohibir o limitar el tránsito de ciertos tipos de vehículos o determinados movimientos. La prohibición se representa mediante un círculo blanco con orla roja cruzado por una diagonal también roja, descendente desde la izquierda, la cual forma un ángulo de 45° con la horizontal.





Figura 8. Señales de Maniobras y virajes
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.405

- Clases de vehículos: En general, cuando se prohíbe la circulación a cierto tipo de vehículos, debe considerarse la instalación de señalización con la información oportuna, algunos ejemplos de esto:



Figura 9. Señales de clases de vehículos
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.406

- Otras prohibiciones: Por lo general, cuando se prohíbe tocar la bocina, o se exige no estacionar, no bloquear el cruce o no circular peatones, debe considerarse la instalación de señalización con la información oportuna que indique lo señalado para los vehículos o peatones afectados por la prohibición. A continuación se

ilustran algunas señales de este tipo:



Figura 10. Señales de Otras Prohibiciones
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.407

III.3.3. Señales Verticales de Restricción

Se usan para restringir o limitar el tránsito debido a características particulares de la vía. En general, están compuestas por un círculo de fondo blanco y orla roja en el que se inscribe el símbolo que representa la restricción. Se exceptúa la señal FIN PROHIBICIÓN.

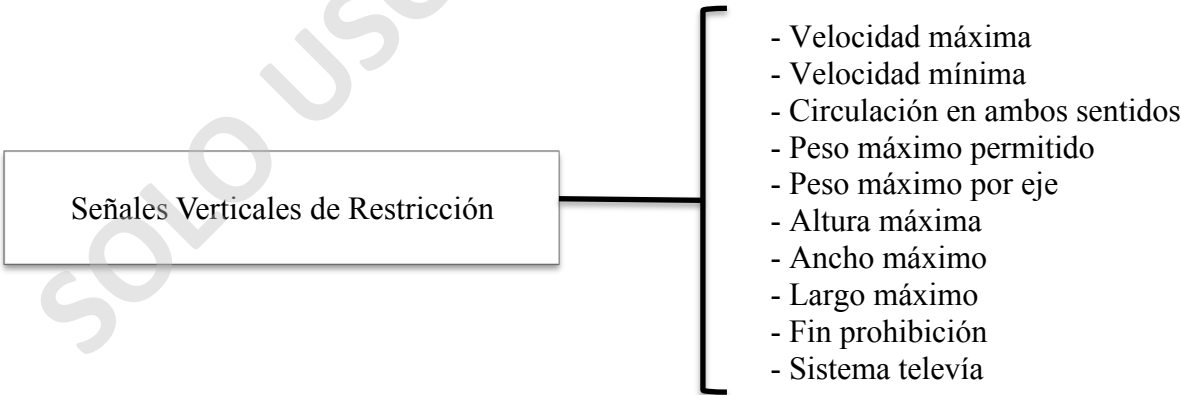


Tabla 4. Señales Verticales Reglamentarias de Restricción

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestran algunas señales de restricción:



Figura 11. Señales Verticales de Restricción
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.408

III.3.4. Señales Verticales de Obligación

Señales Verticales de Obligación	- Tránsito en un sentido - Tránsito en ambos sentidos - Tránsito peatonal - Mantenga su derecha - Dirección obligada - Preferencia al sentido contrario - Tránsito de peatones - Paso obligado derecha e izquierda - Paso de vértice - Mini rotonda - Control aduana - Uso obligatorio cadenas - Luces encendidas - Sólo transporte público - Sólo bicicletas - Sólo motocicletas - Estacionamiento reservado - Vías segregadas - Estacionamiento permitido - Permitido virar derecha con luz roja
----------------------------------	---

Tabla 5. Señales Verticales Reglamentarias de Obligación

Fuente: Elaboración Propia

Para ilustrar algunas de estas:



Figura 12. Señales Verticales de Restricción
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.409

III.3.5. Señales Verticales de Autorización

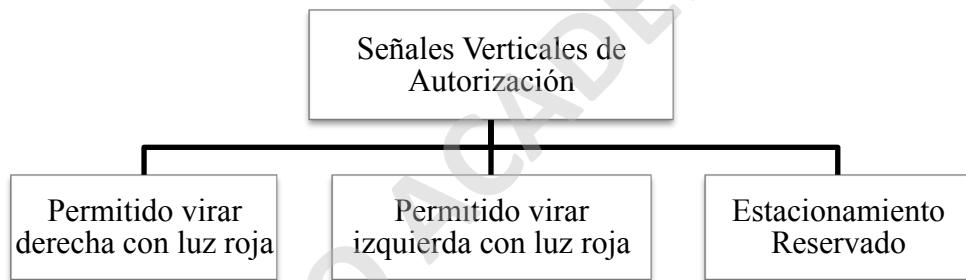


Tabla 6. Señales Verticales Reglamentarias de Autorización

Fuente: Elaboración Propia

Para mostrar algunas de ellas:



Figura 13. Señales Verticales de Autorización
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.410

III.4. Señales Verticales Preventivas

Las señales de advertencia de peligro, llamadas también preventivas, tienen como propósito advertir a los usuarios la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal.

Estas señales requieren que los conductores tomen las precauciones del caso, ya sea reduciendo la velocidad o realizando maniobras necesarias para su propia seguridad, la del resto de los vehículos y la de los peatones. Su empleo debe reducirse al mínimo posible, porque el uso innecesario de ellas para prevenir peligros aparentes tiende a disminuir el respeto y obediencia a todas las señales.

Según la funcionalidad de cada señal de advertencia, éstas se pueden agrupar de la siguiente forma:

- Advertencia respecto de características geométricas de la vía (PG)
- Advertencia respecto de restricciones físicas de la vía (PF)
- Advertencia respecto de intersecciones con otras vías (PI)
- Advertencia respecto de características operativas de la vía (PO)
- Advertencia respecto de situaciones especiales (PE)

En general, las señales de advertencia de peligro, tienen la forma de un cuadrado con una de sus diagonales colocada verticalmente. Su color de fondo es amarillo, salvo en lo concerniente a Barrera, de colores rojo y blanco. Los símbolos, leyendas y orlas son de color negro, pero, excepcionalmente, pueden presentar colores verde, rojo y blanco.

Las señales de advertencia deben ubicarse con la debida anticipación, de tal manera que los conductores tengan el tiempo necesario para percibir, identificar, tomar la decisión y ejecutar con seguridad la maniobra que la situación requiera. En general, los criterios para la ubicación de este tipo de señales se definen analizando la función de cada señal en particular.

Por otro lado, en el caso especial de las señales que adviertan sobre restricciones en la vía, que afecten sólo a ciertos vehículos, ellas deben ubicarse antes del empalme con una ruta alternativa que no tenga esa restricción o antes del lugar donde un vehículo afectado por la limitación pueda virar en “U”. Esta ruta alternativa debe contar con señalización informativa, que permita a los conductores retomar la vía original una vez superada la restricción o trasladarse a su destino final por otra vía habilitada.

III.4.1. Señales Verticales de Advertencia sobre Características geométricas

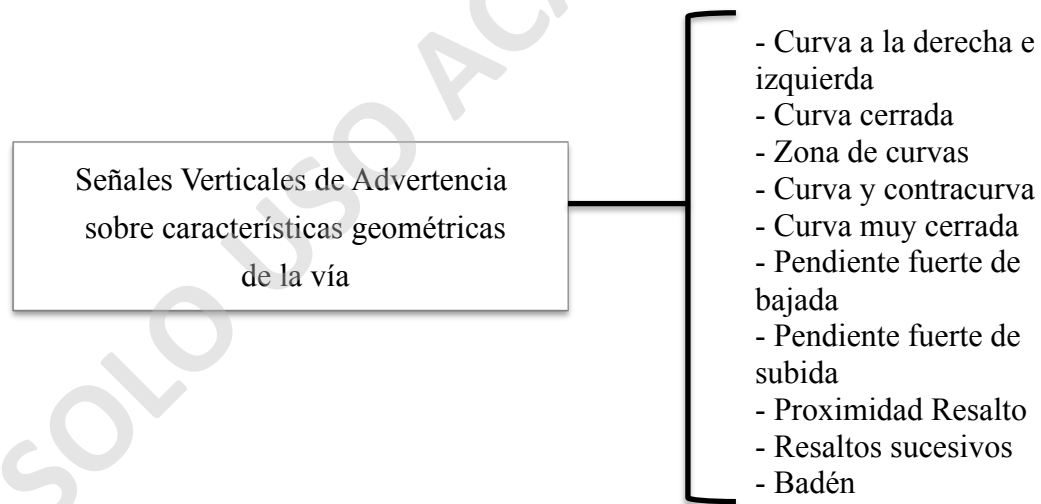


Tabla 7. Señales Verticales Advertencia de Características Geométricas

Fuente: Elaboración Propia

Algunas señales de este tipo:

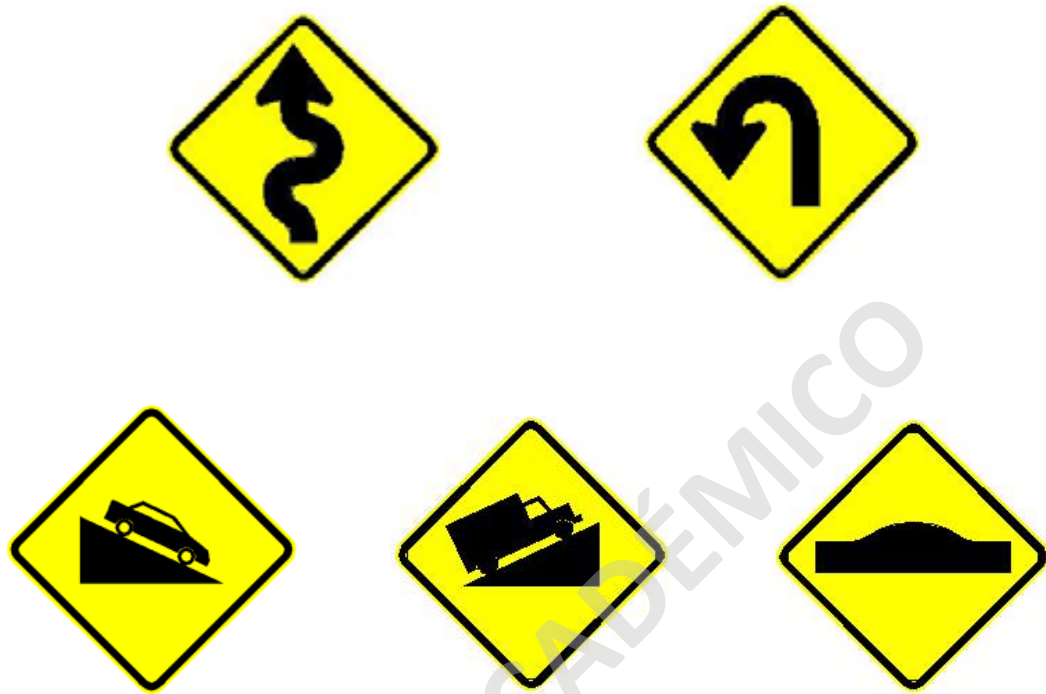


Figura 14. Señales Verticales de Advertencia de Características Geométricas
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.504(1)

III.4.2. Señales Verticales de Advertencia sobre restricciones físicas de la vía

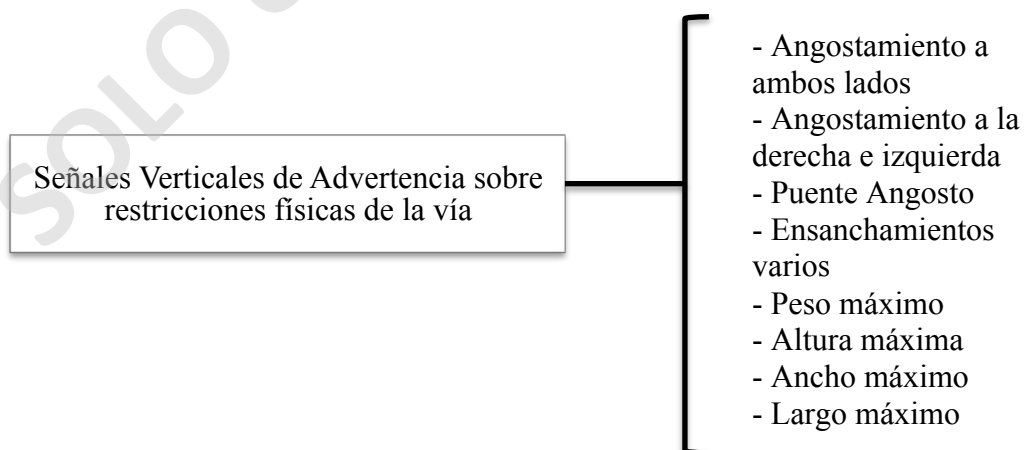


Tabla 8. Señales Verticales de Advertencia sobre restricciones físicas de la vía

Fuente: Elaboración Propia

Para concluir se muestran algunas de ellas:

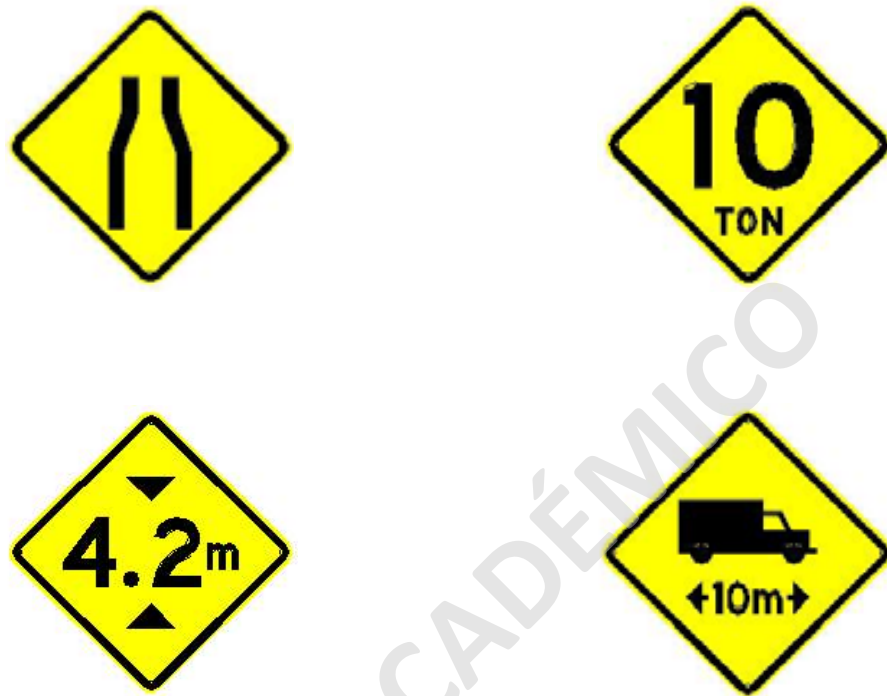


Figura 15. Señales Verticales de Advertencia sobre restricciones físicas de la vía
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.504(2)

III.4.3. Señales Verticales de Advertencia de Intersecciones con otras vías

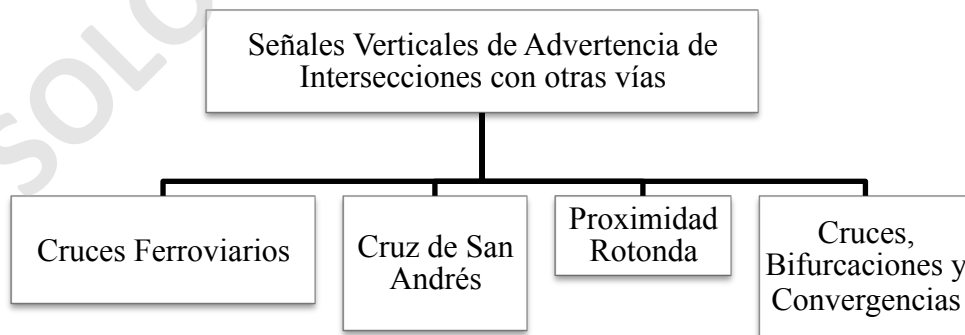


Tabla 9. Señales Verticales de Advertencia de Intersecciones con otras vías

Fuente: Elaboración Propia

A continuación algunas imágenes de ellas para su mejor entendimiento:



Figura 16. Señales Verticales de Advertencia de Intersecciones con otras vías
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.504(3)

III.4.4. Señales Verticales de Advertencia sobre Características operativas de la vía

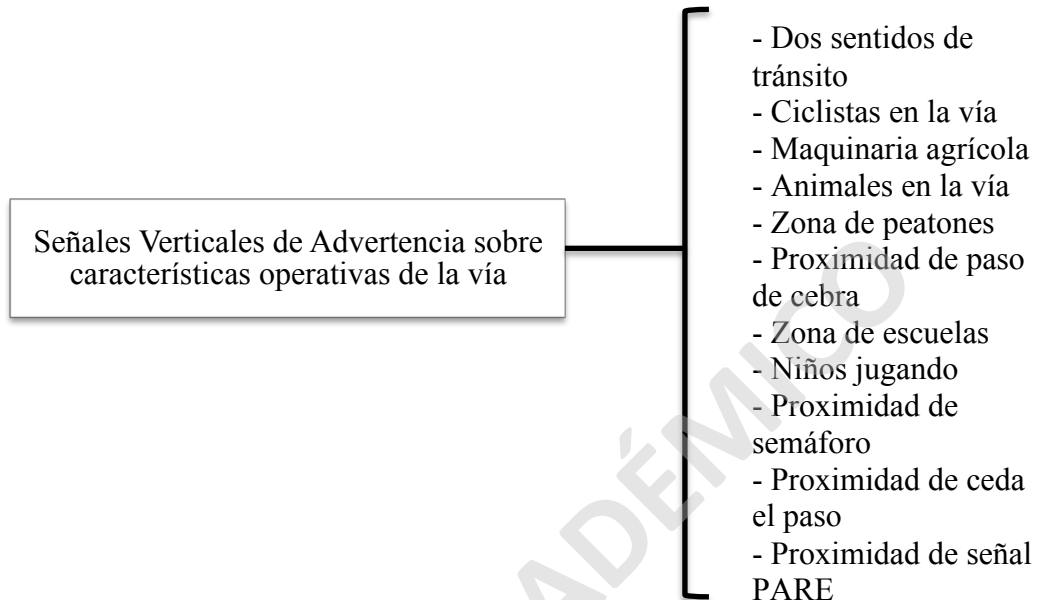


Tabla 10. Señales Verticales de Advertencia sobre Características operativas de la vía

Fuente: Elaboración Propia

Se procede a mostrar algunas de ellas:





Figura 17. Señales Verticales de Advertencia sobre Características operativas de la vía
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.504(4)

III.4.5. Señales Verticales de Advertencia sobre Situaciones Especiales

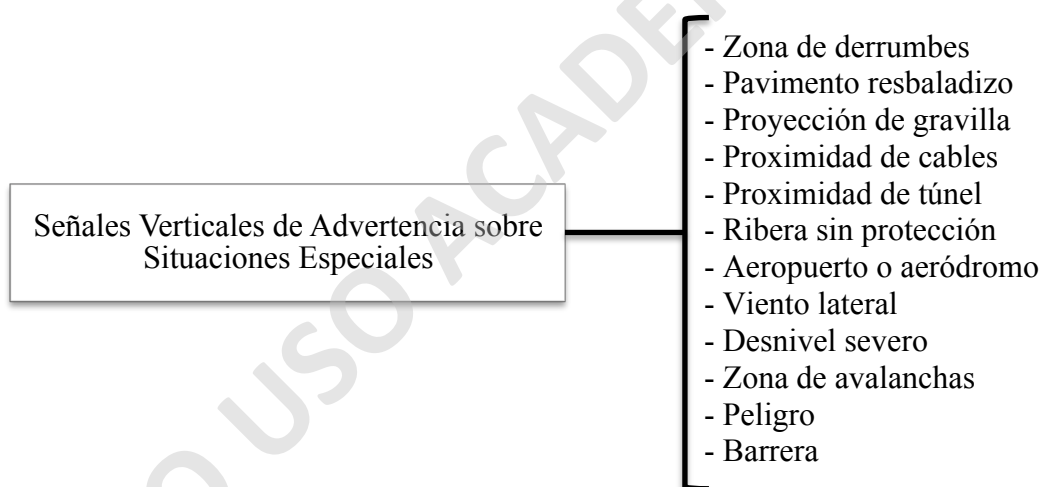


Tabla 11. Señales Verticales de Advertencia sobre Situaciones Especiales

Fuente: Elaboración Propia

Para concluir este tema se procede a mostrar algunos tipos:



Figura 18. Señales Verticales de Advertencia sobre Situaciones Especiales
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.504(5)

III.5. Señales Verticales Informativas

Las señales informativas tienen como propósito orientar y guiar a los usuarios de una vía, entregándoles los antecedentes necesarios para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, 8 y directa posible.

Entre las funciones que justifican una señal informativa están las siguientes:

- Enlaces o empalmes con otras vías.
- Pistas apropiadas para cada destino.
- Direcciones hacia destinos, calles o rutas.
- Inicio de la salida a otras vías.

- Distancias a que se encuentran los destinos.
- Nombres de rutas, calles y roles de caminos.
- Servicios y lugares de atractivo turístico, social o cultural existentes en las inmediaciones de la vía.
- Nombres de ciudades, ríos, puentes, calles, parques, lugares históricos y otros.

El objetivo de los mensajes transmitidos por las señales informativas es que los usuarios reciban todas las indicaciones para identificar y encontrar las rutas que los llevan al destino deseado de manera indubitable y oportuna, además de confirmarles que se encuentran en la vía correcta.

En el caso de las señales informativas, el mensaje no siempre se entrega a través de una sola señal, sino que en una secuencia de señales diseñadas y emplazadas para funcionar en conjunto. Dependiendo de las características y jerarquía de la vía, corresponde utilizar todas o sólo algunas señales.

El tamaño de una señal informativa será función de la dimensión del mensaje que se requiere transmitir y de la altura de las letras a utilizar. En una ruta que presente más de un tramo homogéneo, será la mayor de las velocidades la que se considere en el diseño de la señal informativa.

Las señales Informativas, de acuerdo a su función, se clasifican en:

- **Señales que Guían al Usuario a su Destino**

- De preseñalización (IP)
- De dirección (ID)
- De confirmación (IC)
- De identificación vial (IV)
- De localización (IL)

- **Señales con Otra Información de Interés**

- De servicio (IS)
- De atractivo turístico (IT)
- Para autopistas y autorrutas (IAA)
- De carácter general (IG)
- De uso de pistas (IUP)
- Placas de refuerzo (PRI)

III.5.1. Señales Verticales que Guían al Usuario a su Destino

- **De Preseñalización:** Estas señales informan sobre la proximidad de un enlace o empalme con otras vías, indicando la distancia a éstos, el rol de las vías y los destinos importantes que ellas permiten alcanzar. Se usan en autopistas, autorrutas y vías convencionales con flujos de salida importantes. Con esta información, los conductores pueden iniciar la selección de la o las pistas que le permiten salir de la vía o continuar en ella. Ahora se muestra un ejemplo de estas señales:



Figura 19. Señal Vertical Informativa: Tipo Preseñalización

Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.604.A.

- **De Dirección:** Informan sobre destinos importantes a los que es posible acceder al tomar una salida, así como los roles y nombres de las vías que conducen a ellos, y

fundamentalmente, la dirección de la salida; ello indica a los conductores el tipo de maniobra requerida para abandonar la vía o continuar en ella.



Figura 20. Señal Vertical Informativa: Tipo Direccional
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.604.A.

- **De confirmación:** Estas señales tienen como función confirmar a los conductores que la vía a la cual se han incorporado los conduce al destino elegido, entregando información de distancia a éste y a otros destinos de la vía. Deben contener, a lo menos, el o los destinos entregados con anterioridad en la vía de origen por las señales de preseñalización y de dirección.



Figura 21. Señal Vertical Informativa: De Confirmación
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.604.B.

- **Identificación Vial:** Estas señales tienen como función individualizar la vía, indicando su nombre, balizado, rol, , confirmando la información indicada en las señales de preseñalización y dirección.



Figura 22. Señales Vertical Informativa: Identificación Vial
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.604.B.

- **De Localización:** Estas señales tienen como función indicar límites jurisdiccionales de ciudades o zonas urbanas, identificar ríos, lagos, parques, puentes, lugares históricos y otros puntos de interés que sirven de orientación a los conductores. Se ubican en el límite jurisdiccional, en el caso de comunas, ciudades o regiones, próximas a lugares de interés mencionados.



Figura 23. Señal Vertical Informativa: Localización
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.604.C.

III.5.2. Señales Verticales con Otra Información de Interés

- **De Servicios:** Estas señales tienen la función de informar a los usuarios respecto de servicios, tales como teléfono, correos, hotel, restaurante, primeros auxilios, entre otros, que se encuentren próximos a la vía. La señal se ubicará siempre al lado derecho de la pista de circulación y se instalará entre 50 m y 300 m antes del establecimiento.

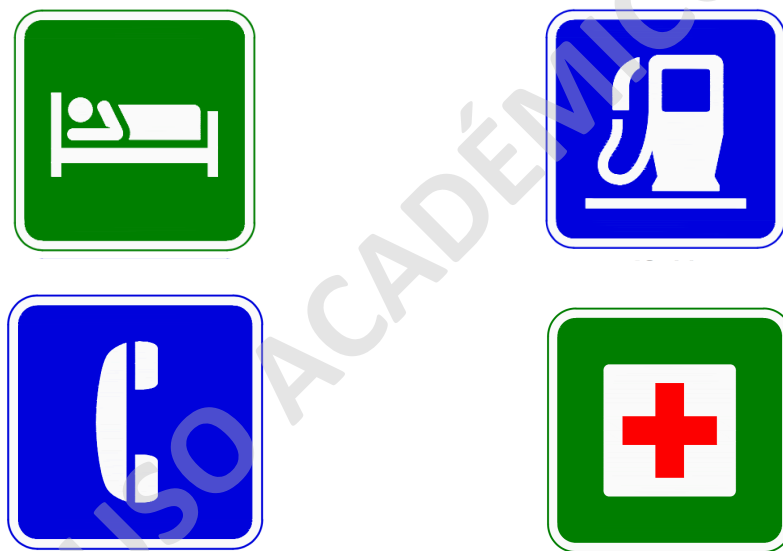


Figura 24. Señales Verticales Informativa: Localización
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.605.A.

- **De Atractivo Turístico:** Estas señales se usan para informar a los usuarios la existencia de lugares de recreación o de atractivo turístico que se encuentren próximos a la vía, tales como parque nacional, playas, artesanía y buceo, entre otras. Son cuadradas, de fondo café y su símbolo es blanco. Cuando se requiera inscribir una leyenda, ésta será blanca y la señal, rectangular.



Figura 25. Señales Verticales Informativa: Atractivos Turísticos

Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.605.B.

- **Para autopistas y autorrutas:** Además de las señales ya mencionadas, existe otro grupo de señales complementarias, que entregan información adicional al usuario y que sólo tienen aplicación tratándose de carreteras de mayor estándar, con características de autopista o autorruta. Estas señales se ubicarán en el costado derecho de la vía, según el sentido de circulación. En casos especiales, como por ejemplo tramos con alto volumen de tránsito, se podrá ubicar una señal complementaria en el costado izquierdo de la vía, situación que debe ser evaluada en cada uno de los casos.



Figura 26. Señal Verticales Informativa: En Autopista

Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.605.B.

- **De carácter general:** Estas señales son de fondo azul en autopistas y autorrutas, y verde en caminos convencionales. Sus símbolos y leyendas son blancos. La señal se

ubicará en el costado derecho de la vía, según el sentido de circulación. En casos especiales, fundamentalmente en caminos unidireccionales de alto tránsito, se podrá ubicar una señal complementaria en el costado izquierdo de la vía.



Figura 27. Señal Verticales Informativa: Carácter General
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.605.C.

- **De uso de Pistas:** En general, estas señales son para informar al usuario el uso de pistas cuando varíe la cantidad de ellas. Son de fondo azul o verde, según se trate de autopistas y autorrutas, o vías convencionales respectivamente, con símbolos y leyendas de color blanco.

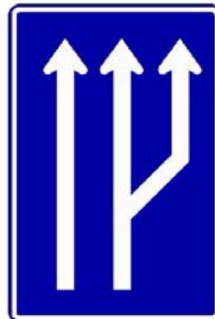


Figura 28. Señal Verticales Informativa: Uso de Pistas
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.605.D.

- **Placas de Refuerzo:** En general, estas señales de refuerzo son para informar al usuario de situaciones de tarifas en plazas de peaje, uso de pistas de telepeaje, distancias y direcciones a zonas de servicios y/o atractivo turístico. Esta placa de refuerzo, se ubicará en la parte inferior de la señal respectiva y debe ser del mismo ancho.



Figura 29. Señal Verticales Informativa: Placas de Refuerzo
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.302.605.E.

III.6. Señalización en túneles

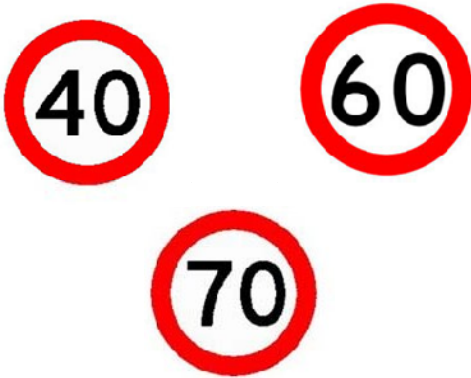
Este subcapítulo tiene como finalidad establecer uniformidad, lineamientos y criterios generales de actuación para los trabajos en la vía, en cuanto a la señalización y a la segregación.

A continuación se ilustrará la regulación de las segregaciones que se utilizan para trabajos en la vía en un túnel, así como también la señalización provisoria con el fin de que se ejecuten en forma segura para los usuarios de las vías. El propósito fundamental de este capítulo es lograr, mediante el fiel cumplimiento de las normas que contiene, una uniformidad para todos los trabajos que son ejecutados en un túnel.

- Equipamiento para Plan de Seguridad y Medidas de Seguridad para Trabajos en un túnel:

 TRABAJOS EN LA VÍA PT - 1	SEÑAL TRABAJOS EN LA VÍA (PT-1) Señal de advertencia TRABAJOS EN LA VÍA (PT-1) que es de color amarillo fluorescente. Esta señal se utiliza para advertir a los conductores que las condiciones de circulación se modifican más adelante por la realización de trabajos en la vía. Se debe ubicar 500 Mts. antes del área de transición o canalización, según la distancia y de la velocidad máxima permitida antes de la zona de trabajo, y de aquella autorizada en la zona misma y otras variables, como tiempo de reacción. NOTA: En su instalación se incorporara una placa adicional en la parte baja con el texto “a 500 Mts.”
--	--

 FIN PISTA DERECHA ITP - 1b  FIN PISTA IZQUIERDA ITP - 2b	FIN PISTA DERECHA (ITP -1b) Naranja Flúor Esta señal informa sobre el fin de la pista derecha en una calzada unidireccional de tres pistas, sin mediana. Se debe instalar al menos 400 y 200 m antes del inicio de la transición de tres pistas a dos. FIN PISTA IZQUIERDA (ITP-2b) Esta señal informa sobre el fin de la pista izquierda en una calzada unidireccional de tres pistas, sin mediana. Se debe instalar al menos 400 y 200 m antes del inicio de la transición de tres a dos pistas. NOTA: En su instalación se incorporara una placa adicional en la parte baja con el texto “a 400 Mts.” o “a 200 Mts.” según corresponda.
---	--

	VELOCIDAD MÁXIMA (RR - 1) Esta señal se utiliza para indicar la velocidad máxima permitida en un tramo de vía, cuando dicho límite difiere de los establecidos en el D.F.L. N°1/2007, de los Ministerios de Transportes y Telecomunicaciones y de Justicia, que fija el texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley No 18.290, de Tránsito.
---	--

 FIN TRABAJOS EN LA VÍA PT - 2	SEÑAL FIN TRABAJOS (PT-2) Color Naranja Flúor Esta señal se utiliza para indicar que la circulación a través de la zona de trabajos ha concluido y se restablecen las condiciones que existían antes de ella. Se debe instalar a no menos de 25 mts. cuando se trata de vías urbanas.
---	--

 DESvío ITD - 1	SEÑAL DESVÍO (ITD-1) Color naranja flúor Esta señal se utiliza para indicar a los usuarios el tipo de maniobra requerida para continuar circulando a través de la zona de trabajos. Se debe ubicar justo antes del lugar donde nace el desvío, con la flecha indicando en qué dirección y sentido continúa la vía. A lo largo del desvío puede ser reiterada cuando se produzcan cambios de dirección importantes.
---	---

Flechas Direccionales Luminosas  (Indicando hacia la derecha; hacia la izquierda es similar) 	FLECHAS DIRECCIONALES LUMINOSAS Este tipo de señalización se utiliza, tanto de día como de noche, para entregar advertencias adicionales sobre un cambio en la dirección de una vía o desvío o cuando es necesario guiar el tráfico a través de una zona de trabajos, con grandes densidades de tráfico y/o altas velocidades de circulación. Son señales construidas a partir de una matriz de elementos luminosos o panel; la cual es capaz de destellar o desplegarse secuencialmente, simulando una flecha. Se pueden ubicar: Al inicio de la transición por angostamiento, detrás de los elementos de canalización, en el lado que se produce la transición en cierre de pistas o vías, detrás de las barreras que advierten dicha situación. A lo largo de Áreas de Transición, el panel disponiendo de tal manera con respecto a los conductores que la señal indique la dirección y sentido de circulación que deben seguir los vehículos.
---	--

	BALIZAS DESTELLANTES Especificaciones Técnicas Modelo: SELEMINIHYPER ST-10R - Iluminación: 6 LED rojos de alta iluminación. -Visibilidad mayor a 600 Mts. - Modalidad de iluminación intermitente. - Duración: 60 días con baterías alcalinas. - Cuerpo: Policarbonato de alto impacto.
---	--

	- Altura 250 mm. - Diámetro 90 mm. - Espesor 25 mm. - Peso: 347 gr. (baterías incluidas).
---	---

	CONOS Su altura mínima es de 0,70 m. Sin embargo, ésta debe aumentarse en vías con altos volúmenes de tránsito o velocidades máximas permitidas superiores a 70 km/h.. Para caso de túneles se utilizaran conos de 1 metro.
--	---

- **Vehículos de Seguridad Vial:**

Los Vehículos que se utilizan para ejecutar cualquier tipo de intervención en un túnel deben contar con los siguientes elementos de seguridad para alertar a los usuarios:

- Flecha Dinámica, la cual será instalada en la parte superior del vehículo para ser vista por los demás usuarios. La altura mínima requerida para la instalación de esta será de 1.50 mts.
- Luces Destellantes en su parte trasera del vehículo
- Baliza sobre el vehículo
- Reflectante en la parte trasera del vehículo

- **Esquemas tipo para trabajos en la vía:**

Se presentan esquemas tipos de señalización para trabajos en la vía donde ocurra ocupación de pista:

- Segregación de una pista (ver Anexo I)
- Segregación de dos pistas (ver Anexo II)
- Cierre de calzada (ver Anexo III)

III.7. Señalización para cruce ferroviario

En todos los cruces ferroviarios públicos a nivel deberán colocarse las siguientes señales:

- a) Una señal reglamentaria "PARE" en el lado derecho de la vía enfrentando la circulación y a una distancia mínima de 4 metros y a no más de 10 metros del riel más próximo.
- b) Dos señales preventivas que indiquen "Cruce ferroviario" en el lado derecho del camino, enfrentando la circulación y ubicadas entre 150 y 300 metros del cruce. Si estas señales no fueran visibles fácilmente por características del trazado, se las instalará entre 90 y 150 metros del cruce. Estas señales preventivas deberán ser instaladas por la Dirección de Vialidad.

Este símbolo se utiliza para advertir a los conductores la proximidad de un cruce ferroviario a nivel, con o sin barreras. Esta constituido por una X ubicada entre las letras F y C, su color es blanco. Debe demarcarse en todas las pistas que acceden a un cruce ferroviario, excepto en caminos de tierra o ripio.

Diagrama de un cruce de caminos con una vía férrea. Muestra la configuración de señales:

- Señal de cruce de vías (PI-2) con un letrero "FERROCARRIL" y un letrero "2 VÍAS" debajo.
- Señal octogonal roja "PARE" (RPI-2) a una distancia mínima de 2000 metros.
- Señal de cruce de caminos (PI-1a) con un letrero "FXC" debajo.

Se incluye una vista detallada de la señal "FXC" con sus dimensiones: 241 cm de ancho y 600 cm de alto.

42

III.8. Señales no Tradicionales y curiosas

En este último tópico se muestran imágenes de señales no tradicionales y curiosas:



Figura 31. Señales no tradicionales con velocidades máximas
Fuente: Elaboración Propia



Figura 32. Señal no tradicional “A Paso de hombre”
Fuente: Aduana Argentina – Paso Internacional Los Libertadores



Figura 33. Señal no tradicional “Peligro de derrumbes”
Fuente: Elaboración Propia



Figura 34. Señal no tradicional “Lento – Pingüinos cruzando”
Fuente: Elaboración Propia



Figura 35. Señal no convencional sobre Uso de tacones
Fuente: Elaboración Propia



Figura 36. Señal no convencional “Absolutamente nada en las siguientes 22 millas”
Fuente: Elaboración Propia

IV. DEMARCACIÓN HORIZONTAL

En este capítulo se pretende abordar conceptos involucrados en la Demarcación horizontal del tránsito, esto corresponde específicamente a líneas, símbolos, letras u otras, esto incluye tachas retrorreflectantes, todo con el objeto de prevenir, informar y regular el tránsito.

Considerando que la señalización horizontal se ubica sobre la calzada, presenta la ventaja, frente a otros tipos de señales, de transmitir su mensaje al conductor sin que éste distraiga su atención de la pista en que circula. Desde este punto de vista, lograr una mejor señalización horizontal constituye un objetivo prioritario de seguridad vial. No obstante, como desventaja, su visibilidad se ve afectada por variables ambientales, tales como nieve, lluvia, polvo, alto tránsito y otros. Por lo tanto, debe considerarse siempre asociada a la señalización vertical. Cabe mencionar que la instalación de demarcaciones horizontales requiere pavimentos relativamente indeformables, lisos y compactos, por lo que no se puede aplicar en caminos de tierra o ripio.

Así mismo un requisito importante al momento de decidir el material a emplear en la demarcación, será su duración y funcionalidad en condiciones climáticas adversas. Esta condición dependerá de las siguientes variables:

- Características del material
- Tipo de sustrato sobre el cual se aplica
- Tipo y cantidad de tránsito
- Clima y condiciones ambientales en el entorno a la vía

IV.1. Clasificación según su forma

La demarcación plana se clasifica en los siguientes tres grupos tipo genéricos según su forma:

IV.1.1. Líneas longitudinales

Se emplean para delimitar pistas, calzadas, zonas con y sin prohibición de adelantamiento, zonas con prohibición de estacionar y para delimitar pistas de uso exclusivo para determinados tipos de vehículos. Este tipo de líneas se utiliza para delinear sub ejes longitudinales principales de la calzada de una vía, considerando:

- Líneas de eje
- Líneas de borde de calzada

Es así como comenzaremos definiendo conceptos claves para el entendimiento de este capítulo:

IV.1.1.1. Líneas de eje

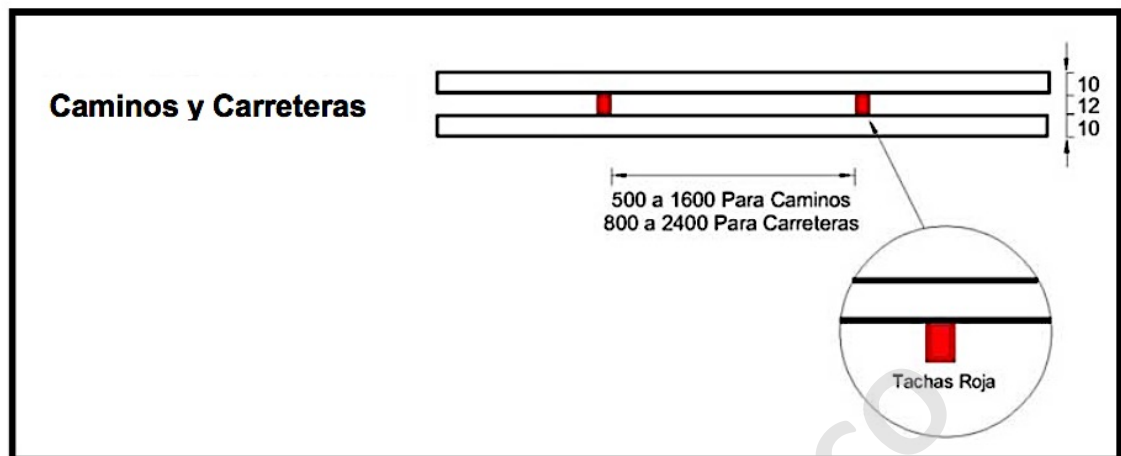
Existen tres tipos de líneas de eje: continua, segmentadas y mixtas.

Para el caso de las líneas continuas el eje de una vía de calzada bidireccional, estará delimitado por una línea continua doble en los sectores en que no se permite el tránsito vehicular sobre la o las pistas opuestas, ya sea por que no se tienen las condiciones para permitir el adelantamiento o bien se requiere canalizar el flujo vehicular.

En calzadas de vías urbanas de anchos menor a 6 mts. y velocidad máximas permitida iguales o inferiores a 60 km/h., se puede sustituir la línea continua doble por una línea continua simple.

En vías de 4 o más pistas, donde el número de pistas por sentido es el mismo, el eje central debe estar siempre demarcado con línea central continua doble.

La demarcación elevada que se utiliza, debe ser de color rojo e instalarse entre las líneas continuas, manteniendo una distancia uniforme entre ellas, la que puede variar entre 5 y 16 metros en caminos y 8 a 24 metros en carreteras.



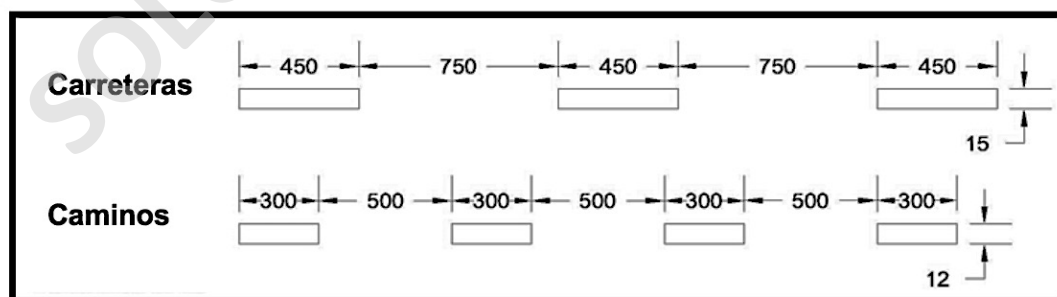
Nota: Dimensiones en centímetros

Figura 37. Distancia para tachas en líneas de eje continuas

Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.303.401(1)

Para el caso de las líneas de eje segmentadas el eje de una vía de calzada bidireccional, estará delimitado por una línea segmentada simple en los sectores en que se permite el tránsito vehicular sobre la o las pistas opuestas, ya sea para adelantamientos, virajes u otra necesidad.

Dependiendo de la categoría de la vía en cuestión, este tipo de línea, deberá presentar las siguientes características, en cuanto a ancho y longitudes de segmentos y brechas.



Nota: Dimensiones en centímetros

Figura 38. Longitud y ancho para Líneas de eje segmentadas en Carreteras y Caminos

Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.303.401(1)

Para el caso de las líneas de normales se dispondrán en tramos de una vía, en donde se permite reglamentariamente la maniobra de cambio de pista, desde una pista normal de circulación a otra también de circulación normal.

Dependiendo de la categoría de la vía en cuestión, la relación entre longitudes de los segmentos demarcados, brechas de separación y anchos de segmentos, deberán cumplir con lo indicado en la siguiente tabla:

TABLA 6.303.401.A
RELACION DEMARCACION / BRECHA EN LINEAS DE PISTAS

Velocidad Máxima de la Vía (km/h)	Patrón (m)	Relación Demarcación Brecha
Carreteras o Vías ($v \geq 60$ km/h) Ancho = 15 cm	8 ó 12	1 a 3 ó 3 a 5
Caminos o Vías ($v < 60$ km/h) Ancho = 12 cm	8	3 a 5

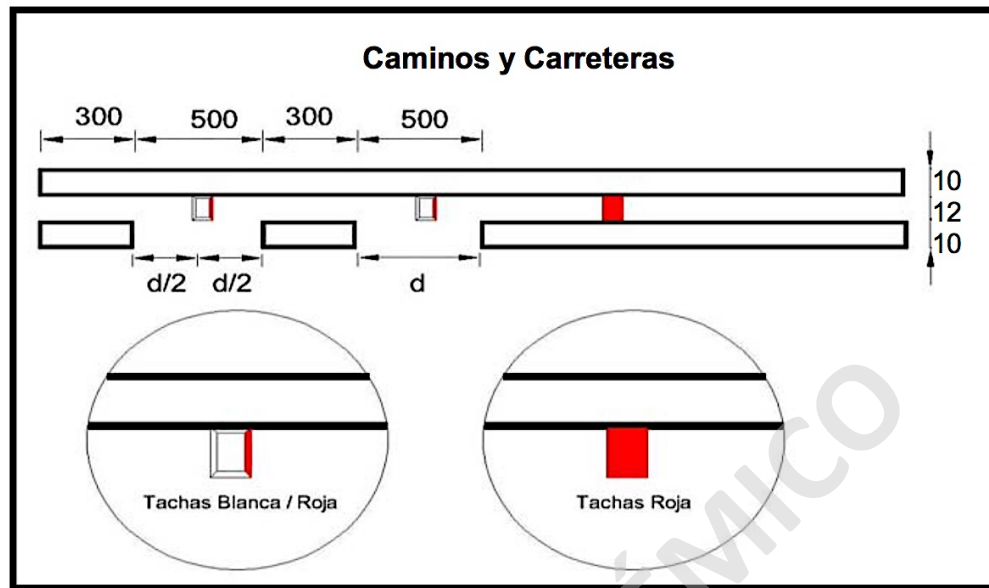
Tabla 12. Relación Demarcación / Brecha en líneas de pistas

Fuente: Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 tabla 6.303.401.A

Y finalmente, las líneas mixtas consisten en la delimitación del eje de la calzada de una vía mediante una línea doble, constituida por una línea continua y otra segmentada. Este tipo de línea tiene la función de prohibir y permitir reglamentariamente maniobras de adelantamiento.

La línea continua se emplea para indicar la prohibición de adelantar y virar a la izquierda para el sentido del tránsito más próximo a ella, cuando se cumplan las condiciones detalladas para las Zonas de No Adelantamiento, sin restringir al otro sentido.

En el caso de la demarcación elevada, esta debe contar con elementos retrorreflectantes rojos y blancos. Los primeros deben enfrentar al flujo de tránsito que no pueden adelantar y los segundos, al que puede hacerlo. El cuerpo de la demarcación elevada puede ser bicolor, blanco y rojo, solamente blanco o solamente rojo.



Nota: Dimensiones en centímetros

Figura 39. Distancia para tachas en Líneas de eje mixtas en Carreteras y Caminos
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.303.401(1)

IV.1.1.2. Líneas de borde de calzada

La función principal de estas líneas es delimitar el borde o límite transversal de la calzada y el inicio de la berma, aceras o accesos particulares. Estas líneas indican a los conductores, especialmente en condiciones de visibilidad reducida, dónde se encuentra el borde de la calzada, lo que les permite posicionarse correctamente en ella.

Estas demarcaciones son la única orientación para un conductor cuando es encandilado por un vehículo que transita en el sentido contrario; de allí la importancia que presentan en caminos y carreteras bidireccionales.

En áreas urbanas, cuando las características geométricas de la vía generan condiciones de riesgo, como por ejemplo, curvas cerradas, variaciones de ancho de calzada o cuando no exista iluminación apropiada, estas líneas presentan una gran utilidad para el conductor, por lo que deben ser consideradas en el diseño.

Estas líneas deberán disponerse en los anchos indicados en la Figura nº40, en

función del tipo de vía. En ella se indica también la posición relativa de las tachas, cuando sean empleadas. Los colores y la disposición de las tachas deberán atenerse a lo dispuesto en el diseño del proyecto.

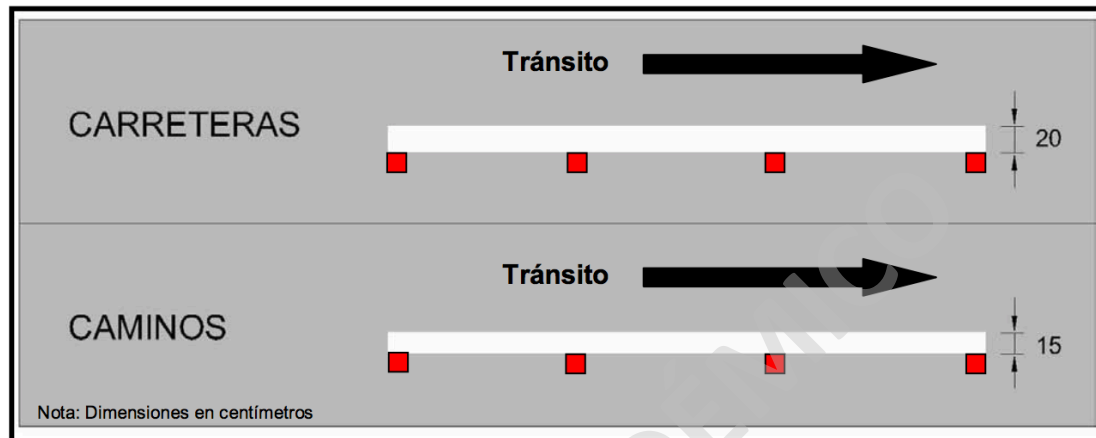


Figura 40. Definición de anchos para líneas de borde de calzada en función del tipo de vía

Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.303.401(1)

IV.1.2. Líneas transversales

Se emplean fundamentalmente en cruces, para delimitar líneas de detención de los vehículos motorizados, y para demarcar sendas destinadas al tránsito de paso de peatones o ciclistas, teniéndose los siguientes dos sub grupos genéricos:

- Líneas de detención
- Líneas de cruce

IV.1.2.1. Líneas de detención

Corresponden a las líneas que indican el lugar, ante el cual, los vehículos que se aproximan a un cruce o paso para peatones, deben detenerse. En vías urbanas con velocidades máximas permitidas iguales o inferiores a 60 km/h, y en caminos, el ancho mínimo debe ser de 20 cm. En cambio, cuando se trate de vías urbanas con velocidades máximas superiores a 60 km/h, y en carreteras, el ancho mínimo será de 30 cm.

- Cruce Regulado por SEMÁFORO:

La demarcación transversal de un cruce peatonal regulado por semáforo está compuesta por una línea de detención continua y un paso peatonal.

La línea de detención indica al conductor que enfrenta la luz roja de un semáforo, el lugar más próximo al paso peatonal regulado donde el vehículo tendrá que detenerse. Se deberá ubicar a un metro de la línea de borde de la senda peatonal.

Estas líneas debe demarcarse siempre, constituyendo una complementación al sistema de semáforos y deberá presentar las características, en cuanto a ancho, mostradas en la siguiente figura:

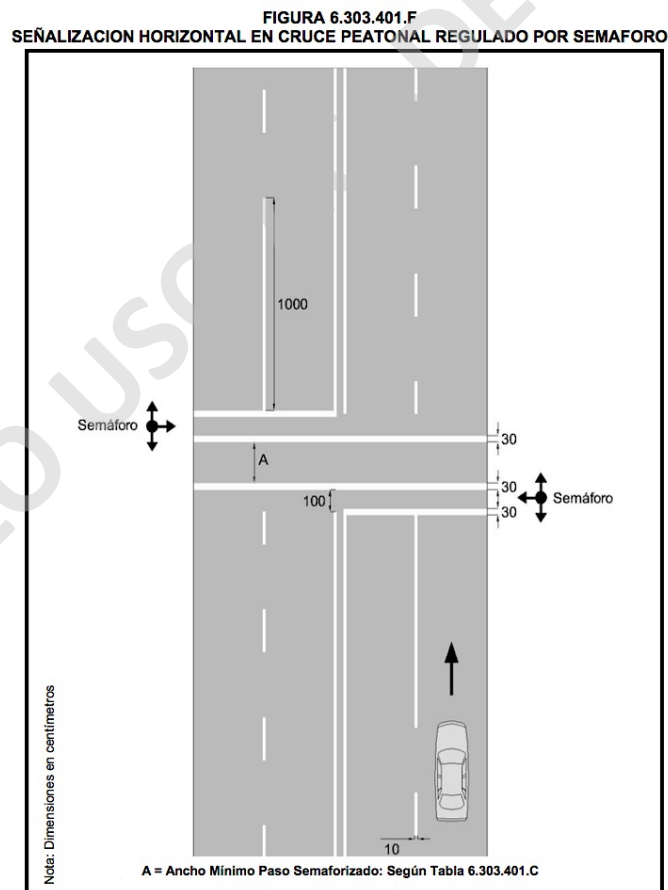


Figura 43. Señalización Horizontal en cruce regulado SEMÁFORO
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.303.401.F.

IV.1.2.2. Líneas de cruce

Se pueden mencionar dos tipos de cruces, los cuales explicaremos a continuación:
Líneas de cruce en paso peatonal tipo Cebra y para Ciclovías.

- Líneas de Cruce en Paso Peatonal Tipo Cebra: Esta demarcación se utiliza para delimitar una zona de la calzada donde el peatón tiene derecho de paso en forma irrestricta. Dicha zona, como se indica en la figura, se compone de una línea transversal segmentada, en que cada segmento tiene un ancho de entre 50 cm y 70 cm, separados por una brecha igual a su ancho y un largo constante de mínimo 4 mts. La banda más próxima al borde de la calzada debe ubicarse a unos 50 cm de éste.

Con la finalidad de advertir a los conductores la proximidad del paso tipo cebra, se emplean, desde 20 mts. antes de la línea de detención, demarcaciones de líneas blancas en zig zag, con la disposición indicada en la figura siguiente. Además, se emplea la señal vertical PROXIMIDAD DE PASO DE CEBRA, balizas luminosas u otras señales que refuercen el mensaje al conductor.

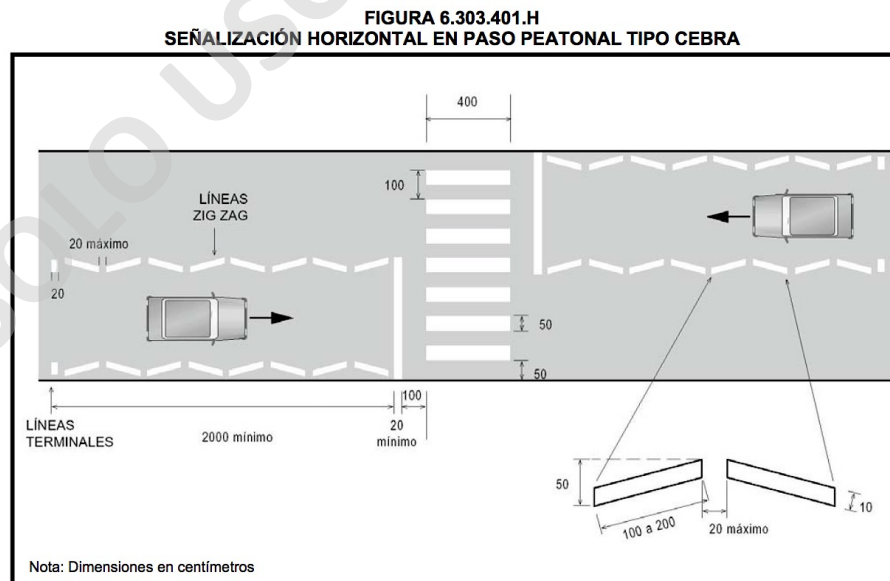
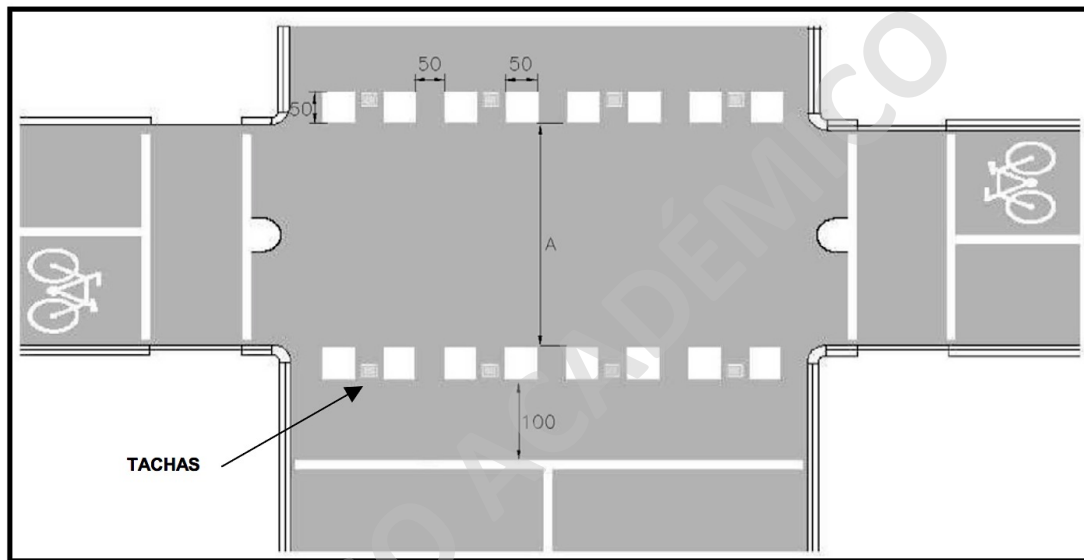


Figura 44. Señalización Horizontal en paso peatonal tipo Cebra

Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.303.401.H.

- Líneas para Cruce de Ciclovías o Ciclo bandas

Las líneas de cruce de ciclovías tienen como función demarcar la zona de atravesamiento de una pista destinada a ciclistas sobre la calzada. La representación de esta demarcación se indica en el esquema siguiente, donde las dimensiones se entregan en cms.



Nota: Dimensiones en centímetros

Figura 45. Señalización Horizontal para paso de Ciclovías
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.303.401(3).

IV.1.3. Símbolos y leyendas

Los símbolos y leyendas se emplean para indicar al conductor maniobras permitidas, regular la circulación y advertir sobre peligros. Se incluyen en este tipo de demarcación flechas, señales como CEDA EL PASO y PARE y leyendas como LENTO, entre otras.

Atendiendo a su tipo, estas señales se clasifican en:

- Flechas
- Leyendas
- Otros símbolos

Debido a que estas señales se ubican horizontalmente sobre el pavimento y que por lo tanto el conductor percibe primero la parte inferior del símbolo, tanto flechas como leyendas deben ser más alargadas en el sentido longitudinal que las señales verticales, para que el conductor las perciba proporcionadas. La demarcación de flechas y leyendas es blanca, pudiéndose utilizar colores distintos, tales como amarillo, negro, etc. para otros símbolos, siempre y cuando dichos colores correspondan a los especificados para cada caso.

IV.1.3.1. Flechas

Las flechas demarcadas en el pavimento se utilizan fundamentalmente para indicar y advertir al conductor, la dirección y sentido que deben seguir los vehículos que transitan por una pista de circulación, lo que contribuye a la seguridad y expedición del tránsito. Según las maniobras asociadas a ellas se tienen los siguientes tipos de flechas:

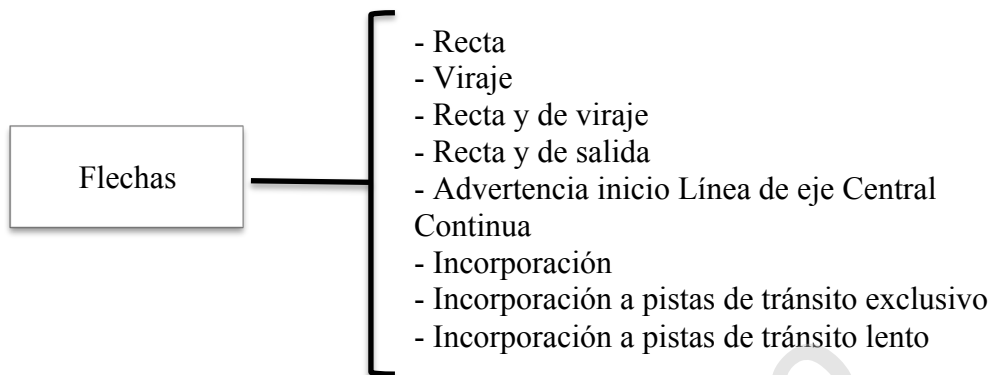


Tabla 13. Demarcación de Símbolos y Leyendas: tipo Flecha

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se mostraran algunos tipos de flechas:

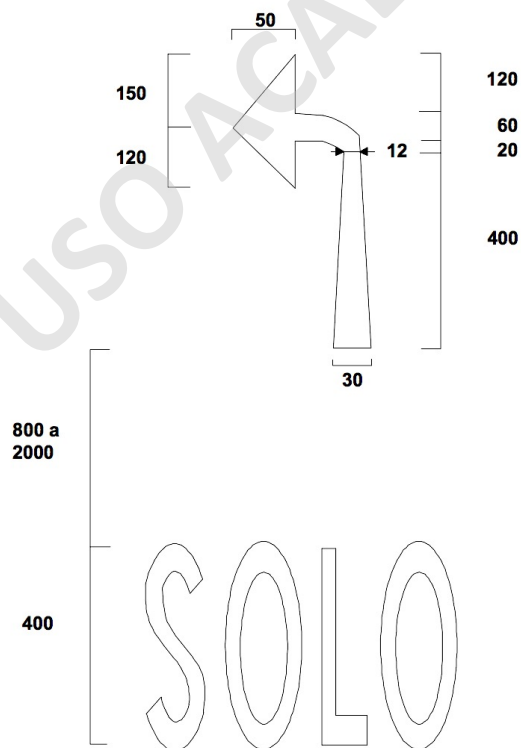


Figura 46. Demarcación de Símbolos y Leyendas: Flecha de viraje

Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.303.402.B

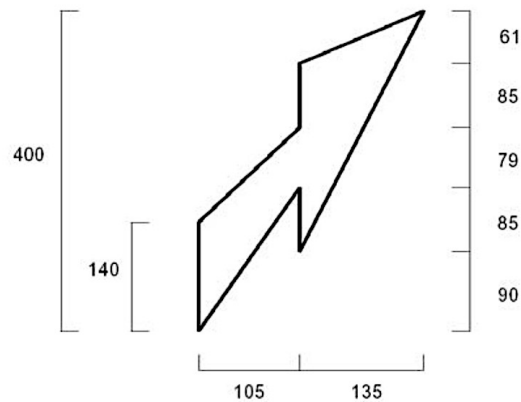


Figura 47. Demarcación de Símbolos y Leyendas: Flecha de incorporación
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.303.402.E.

IV.1.3.2. Leyendas

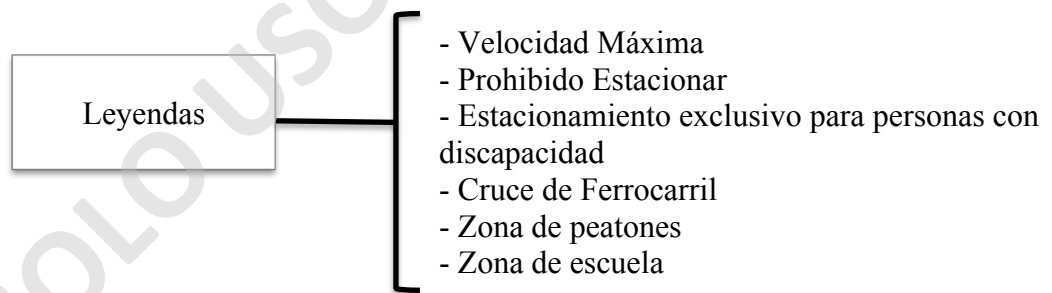


Tabla 14. Demarcación de Símbolos y Leyendas: tipo Leyendas

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se mostraran algunos tipos de lo mencionado:



Figura 48. Demarcación de Símbolos y Leyendas: Ejemplos de leyendas

Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.303.402.

IV.1.3.3. Otros Símbolos

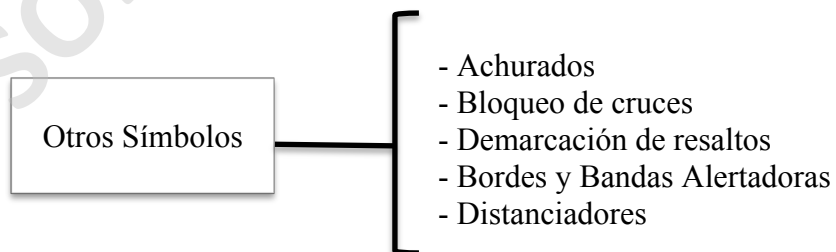


Tabla 15. Demarcación de Símbolos y Leyendas: Otros Símbolos

Fuente: Elaboración Propia

Ahora bien, mostraremos algunos tipos de la categoría otros Símbolos:

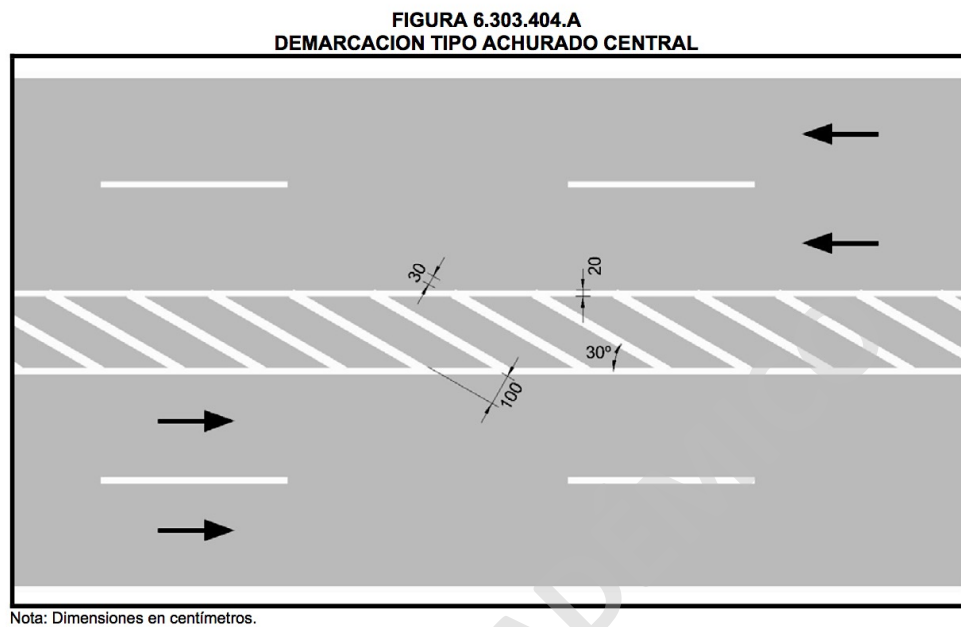


Figura 49. Demarcación de Símbolos y Leyendas: Achurado Central
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.303.404.A.

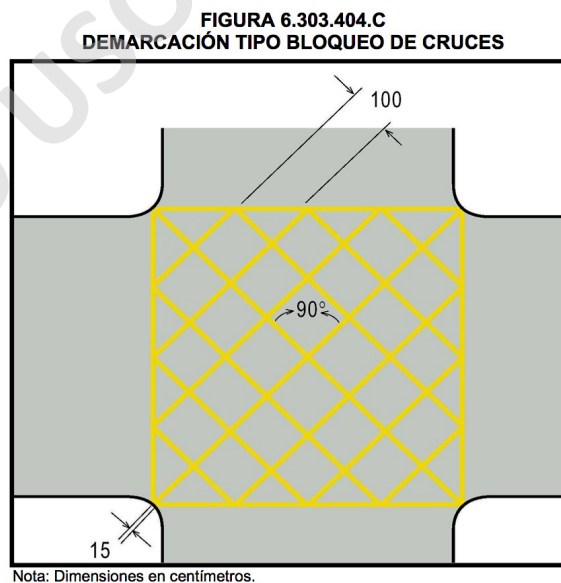


Figura 50. Demarcación de Símbolos y Leyendas: Bloqueo de cruces
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.303.404.C.

IV.2. Materiales para demarcaciones

Antes de comenzar este capítulo debemos tener en consideración los siguientes dos conceptos sobre tipos de demarcación:

- Demarcación en sitio: son las que se configuran directamente sobre la vía, con maquinaria especialmente diseñada para ello.
- Demarcación prefabricada: es toda marca vial de material de señalización horizontal obtenida en fábrica, en forma de lámina o cinta, capaz de ser aplicada mediante el empleo de adhesivos, presión o calor, tanto para su uso temporal como permanente.

Existe una gran variedad de materiales para demarcar, con diversidad de costos, duración y métodos de instalación, correspondiendo a las entidades responsables de las vías, seleccionar y especificar los que mejor satisfagan sus necesidades. En esta decisión deben considerarse las características nocivas, que para la salud de las personas y el medio ambiente presentan algunos productos, así como el tipo de pavimento y el flujo vehicular, entre otros factores.

De lo anterior podemos distinguir cinco grupos de materiales claves para demarcación, los cuales son: pinturas y microesferas, termoplásticos en caliente, plásticos en frío (mono o multicomponentes), materiales preformados, tachas y tachones.

IV.2.1. Pinturas y microesferas de vidrio

- Acrílicas en base solvente: Estas pinturas proporcionan la película de mayor calidad dentro de las convencionales y al mismo tiempo su proceso de secado es el más rápido por ser sólo físico. Están constituidas por polímeros acrílicos puros, fundamentalmente de metil-metacrilato, o bien se modifican con estireno, por ejemplo, con el fin de mejorar su extensibilidad e incluso aumentar su dureza superficial, aunque la resistencia a la intemperie es sensiblemente menor, presentando tendencia al amarillamiento.

Las ventajas de este tipo de material son:

- Alta calidad de la película de acabado
- Tiempo de secado en terreno más breve que las restantes películas convencionales
- Mejores propiedades con menor contenido en ligante y pigmento
- Muy buena resistencia a la intemperie y a los agentes químicos
- Compatibilidad con pavimentos de hormigón
- Haciendo una buena elección, son una adecuada alternativa para zonas urbanas

En lo que corresponde a las desventajas, estas son:

- Afinidad limitada sobre pavimentos flexibles nuevos (falta adherencia inicial)
- Dependiendo de la composición de los disolventes se debe tener precaución en pavimentos repintados



Figura 51. Tineta acrílica en base solvente, peso 30 kg.
Fuente: Catálogo Seguridad Vial Empresa Lorenzini. Año 2015.

Sobre las ventajas de la tineta en la figura 51. Se puede comentar que no necesita dilución, es de secado rápido, tiene excelente adherencia en hormigón y asfaltos y excelente retención de microesferas y no es inflamable.

Su Rendimiento es de 35 a 40 m² por tineta, dependiendo del tipo de pavimento y la forma de aplicación. En cuanto a su tiempo de Secado es de 7 minutos a temperatura ambiente.

En cuanto a su información ambiental es libre de plomo, cromatos y metales pesados.

Y finalmente su uso es recomendado para ser aplicado en vialidad, señalización de calles, carreteras, aeropuertos, estacionamientos, entre otros que pueda pasar alto tráfico de vehículos.

- Acrílicas en base acuosa: Las resinas que constituyen la emulsión se basan también en polímeros acrílicos de naturaleza similar a las de disolución. La diferencia fundamental radica en el proceso de curado ya que, como en toda emulsión, se produce por coalescencia.

Las ventajas de este tipo de material son:

- Compatibilidad con cualquier tipo de pavimento. Normalmente, se requieren promotores de adherencia en húmedo
- Es ecológica
- Muy buen tiempo de secado
- Requiere, en su formulación, menores contenidos de ligante y pigmento para las mismas propiedades
- Buena resistencia a la intemperie

- Aceptable calidad de la película

Y entre sus limitaciones, se indica:

- Precaución entre las 24 y 48 horas posteriores a su aplicación en caso de lluvia.



Figura 52. Tineta acrílica en base acuosa, peso 30 kg.

Fuente: Catálogo Seguridad Vial Empresa Lorenzini. Año 2015.

Sobre las ventajas de la pintura acrílica en base acuosa se puede mencionar que no necesita dilución, es de secado rápido, limpieza fácil con dilución en agua, excelente adherencia en hormigón y asfaltos, excelente flexibilidad, gran resistencia a la abrasión y óptima visualización tanto de día como de noche, excelente retención de microesferas y no es inflamable.

Su rendimiento es de 40 m² por tineta, dependiendo del tipo de pavimento y la forma de aplicación. En cuanto a su información ambiental: libre de plomo, cromo, metales pesados y materiales tóxicos.

Finalmente su uso es recomendado para ser aplicado en vialidad, señalización de calles, carreteras, aeropuertos, estacionamientos, pisos industriales, entre otros que pueda pasar alto tráfico de vehículos.

- Microesferas de vidrio: Es un producto usado en la señalización vial de cara a mejorar la visibilidad en las carreteras cuando las condiciones de luminosidad no son suficientes. Las microesferas actúan como pequeños ojos de gato que reflejan la luz en la dirección de la que proviene dando mejor visibilidad a la carretera. Se pueden pre o post mezclar junto a la pintura.



Figura 53. Microesfera de vidrio, peso 25 kg.
Fuente: Elaboración Propia

Para el caso de la microesferas de vidrio su rendimiento es variable: si se incorporan al premezclado se recomienda sembrar 400 gramos por metro cuadrado, en caso de no incorporar al premezclado de la pintura debe ser entre 500 a 600 gramos por metro cuadrado. Para su aplicación se recomienda utilizar este producto con pinturas acrílicas con espesor entre 0,4 o 0,5 mm.

Cabe destacar que su uso es para pintar calles y carreteras con pintura de alto tráfico acrílica, se le incorpora para entregarle reflectividad a la demarcación y para que pueda ser distinguible por los conductores al momento de iluminar con las luces del vehículo.

IV.2.2. Termoplásticos en caliente

Los termoplásticos son materiales exentos de disolventes y presentables en cualquier forma física sólida que permita, después del calentamiento, su aplicación mediante un método adecuado (spray o extrusión). Están basados fundamentalmente en resinas de hidrocarburos derivados del petróleo, aunque existen derivados de colofonia e incluso poliésteres y resinas epóxicas termofusibles. El proceso de curado es por solidificación del material fundido.

Con este tipo de materiales se consigue la confección de marcas viales perfiladas, con resaltes que constituye una muy buena alternativa. Estas marcas presentan ventajas indiscutibles desde el punto de vista de la Seguridad Vial, al tener un mejor comportamiento en cuanto a la visibilidad nocturna en condiciones climáticas adversas. Al mismo tiempo, provocan una señal perfectamente audible cuando se circula sobre ellas, lo que contribuye, por una parte, a un menor desgaste, pues el usuario se aparta rápidamente de ella, previniéndole al mismo tiempo, en situaciones de riesgo.

Las ventajas de este material son:

- Muy rápido secado en obra
- Excelente adherencia sobre pavimentos flexibles
- Material de larga duración por su buena resistencia a la abrasión y la posibilidad de aplicar capas gruesas
- Ecológico por carecer de disolventes
- Rápida puesta en obra.

En lo que respecta a sus limitaciones, se destacan las siguientes:

- Requiere el uso de imprimación para la aplicación directa sobre pavimentos de hormigón.
- Requiere personal calificado para su aplicación y maquinaria sofisticada.



Figura 54. Pintura Termoplástica Extrusión, peso 25 kg.

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a la pintura Termoplástica extrusión podemos mencionar que posee una excelente retención de color, es libre de plomo, posee un secado rápido. Su rendimiento fluctúa entre 4 a 4,5 m² por saco, dependiendo del tipo de pavimento y forma de aplicación.

En cuanto a su aplicación debe ser entre 190 y 210° C, libre de humedad al 100% y sin pronósticos de lluvia durante el día ni tampoco vientos fuertes. Cabe mencionar que su tiempo de secado es entre 2 a 10 minutos. Se recomienda su uso en señalización de calles, autopistas, carreteras, estacionamientos, simbologías y leyendas sobre pavimentos.



Figura 55. Pintura Termoplástica Spray, peso 25 kg.

Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, algunas de las ventajas de la Pintura Termoplástica es su excelente color y buena adherencia y buen repintado sobre acrílico. Al igual que la Pintura Termoplástica Extrusión se debe aplicar a una temperatura mínima de 200° C para un óptimo agarre. La aplicación de este tipo de pintura debe ser mediante un equipo Autopropulsado y para el caso de Hormigón se requerirá una imprimación previa.

Uso recomendado para ser aplicada en vialidad, señalización de calles, autopistas, carreteras, aeropuertos, estacionamientos, señalización, simbología, leyendas sobre pavimentos, entre otros que pueda pasar alto tráfico de vehículos.

IV.2.3. Plásticos en frío

Son materiales sobre la base de polímeros acrílicos y monómeros acrílicos reticulables, que proporcionan al material las necesarias propiedades mecánicas y de resistencia a la intemperie. Estos materiales son habitualmente bicomponentes, siendo por lo general el componente A la base pigmentada y el componente B un peróxido orgánico. El proceso de curado es puramente químico y muy exotérmico, volviéndose crítica la proporción de la mezcla para la obtención de buenas propiedades. Con estos plásticos se pueden confeccionar cruces de peatones, símbolos, flechas, etc., mediante aplicación manual, aunque existen máquinas automáticas para la demarcación convencional.

Las ventajas de este material son:

- La mejor calidad en cuanto a producto acabado
- Compatibilidad con cualquier tipo de pavimento
- Material de larga duración por su excelente resistencia a la abrasión
- Ecológico por carecer de disolventes
- Tiempo de secado aceptable
- Excelente para la demarcación en zonas urbanas
- Con este tipo de material, también se puede conseguir la confección de marcas con resaltos.

Y entre sus limitaciones se pueden mencionar las siguientes:

- Requiere personal calificado para su aplicación
- Su puesta en obra no es sencilla, sobretodo en aplicación manual



Figura 56. Pintura Plástico en Frío en ciclovía
Fuente: Obra Las Dichas, año 2016, Región de Valparaíso

IV.2.4. Materiales Preformados

Se entiende por material preformado a todo material de señalización horizontal elaborado en fábrica, en forma de lámina (símbolos y leyendas), susceptible de ser aplicado mediante el empleo de adhesivos, presión o calor, tanto para su uso temporal como permanente.

Los materiales preformados están sujetos a los mismos requerimientos que los materiales convencionales, tanto en la obra como en laboratorio, atendiendo a la naturaleza del material con el que estén confeccionados.

Las ventajas de los materiales preformados son:

- Buenas propiedades intrínsecas
- Larga duración
- Son ecológicos
- Compatibilidad con cualquier pavimento, dependiendo del tipo de adhesivo utilizado
- Aplicación sencilla



Figura 57. Material Preformado Velocidad Máxima 60 km/hr
Fuente: Obra Puerto Montt, Región de Los Lagos. Año 2018.



Figura 58. Material Preformado Solo Bus
Fuente: Obra Cobertizos Los Andes, Región de Valparaíso. Año 2018.

IV.2.5. Tachas y tachones

Las tachas y tachones corresponden a señales horizontales del tipo elevada; no obstante, cumplen una función como elemento de apoyo a la pintura, considerando que permite reforzar líneas de demarcación, tanto del eje de una vía como del borde de la calzada.

Cabe destacar que para el caso de las ciclovías, vallas peatonales, pasos peatonales inteligentes y entre otros, se deben considerar elementos segregadores y canalizadores, en esto tachas contribuyen en el diseño.

A continuación algunas imágenes de los tipos de tachas y tachones existentes en el mercado:



Figura 59. Tacha Reflectiva Prismalux
Fuente: Catálogo Seguridad Vial Empresa Lorenzini. Año 2015.



Figura 60. Tacha Led sin vástago
Fuente: Catálogo Seguridad Vial Empresa Lorenzini. Año 2015.



Figura 61. Tacha para Valla Peatonal

Fuente: Catálogo Seguridad Vial Empresa Lorenzini. Año 2015.



Figura 62. Tachón vial Led Solar

Fuente: Catálogo Seguridad Vial Empresa Lorenzini. Año 2015.



Figura 63. Tacha Reflectiva para nieve

Fuente: Catálogo Seguridad Vial Empresa Lorenzini. Año 2015.



Figura 64. Elemento canalizador para ciclovía
Fuente: Catálogo Seguridad Vial Empresa Lorenzini. Año 2015.

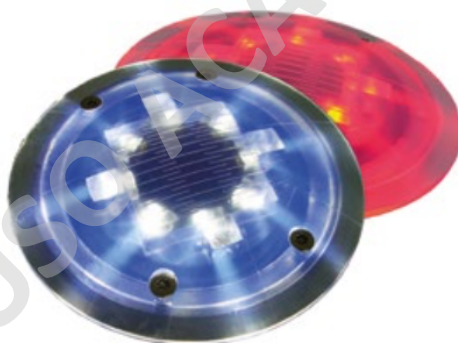


Figura 65. Tacha led Sernis para Ciclovía
Fuente: Catálogo Seguridad Vial Empresa Lorenzini. Año 2015.

V. ACTUALES TECNOLOGÍAS EN SEGURIDAD VIAL

V.1. Sistemas de contención Vial

En términos generales, los sistemas de contención de vehículos se pueden clasificar en barreras de contención, amortiguadores de impacto y pistas de emergencia.

V.1.1. Barreras de contención

Corresponden a elementos de contención cuya función principal es la de contener y redireccionar vehículos fuera de control, que han abandonado la calzada de circulación y se desvían hacia sectores de riesgo para los diferentes usuarios de la vía y/o el medio ambiente aledaño. Estas barreras pueden ser laterales o simétricas. Además, pueden formar parte de la contención dispuesta sobre puentes, pasos superiores y viaductos.

Dentro del ámbito de las barreras de contención se pueden establecer distintas clasificaciones, nosotros nos guiaremos por hablar de los tipos según su materialidad: Hormigón, Metal, Madera o Cables de Acero.

Para garantizar la máxima seguridad de los usuarios (conductores, ocupantes, otros usuarios de la vía, personas presentes o residentes en la zona), las barreras de contención deben cumplir al menos las siguientes funciones:

- Limitar la severidad del impacto en los ocupantes: esto se consigue mediante el establecimiento de valores máximos para los índices de riesgo a los usuarios del vehículo impactante
- Retener el vehículo: corresponde a la resistencia estructural del sistema ante colisiones vehiculares.
- Minimizar la salida de la carretera: esto se encuentra condicionado mediante el ancho de trabajo de las barreras, que limitan el ingreso de los vehículos hacia zonas de mayor riesgo.

- Controlar la trayectoria tras el choque: esto tiene relación con la redirección controlada post impacto de los vehículos.
- Evitar el cambio de dirección: después del impacto contra un sistema de contención son aceptables giros, inclinaciones y derrapes de carácter menor.
- Limitar la proyección de piezas sueltas: resulta deseable que durante un impacto, no se desprendan elementos del sistema de contención que pudieran generar daños a otros usuarios de las vías.

El nivel de contención de una barrera de contención se entenderá como la capacidad estructural de ésta para contener y redirigir un vehículo fuera de control en forma segura. Normalmente se suele asociar con la energía de impacto para un determinado tipo de vehículo considerado como aquél más representativo de un tramo de vía.

Por razones de seguridad se debe considerar que una barrera sea capaz de desarrollar su nivel de contención para un rango importante de vehículos, los que difieren en masa, altura y forma, por lo que se suele exigir que sea capaz de contener al vehículo máximo asociado a este nivel, pero que además no presente un daño excesivo para los ocupantes de vehículos livianos. Por ejemplo, en el caso de las barreras de nivel de contención definido como Muy Alto, deben ser capaces de contener a un camión de hasta 38 toneladas (Vehículo máximo de este nivel de contención) que impacte a 65 km/h en un ángulo de 20°, pero adicionalmente debe ser capaz de contener y redireccionar en forma segura a un vehículo de 900 kg a 100 km/h en un ángulo de 20°. Cuando se menciona que este proceso de contención se desarrolla en forma segura, se está indicando en forma implícita que el daño esperado para los usuarios de los vehículos no comprometa la vida de éstos. Esto se analiza mediante la evaluación de diferentes índices de riesgo, los que deben mantenerse dentro de rangos establecidos que prevén un daño controlado y aceptable para los ocupantes de un vehículo errante.

La energía de impacto (E_c), definida también como índice de severidad del impacto (I_s), corresponde a la energía cinética del móvil que impacta contra un elemento fijo, expresado como la componente ortogonal de la velocidad de desplazamiento con respecto al eje de la barrera, expresada en kilo Joule y cuya fórmula es:

$$E_c = \frac{1}{2} * \frac{W}{g} * \frac{v^2}{\sin \alpha} \text{ (KJ)}$$

Donde:

W = Peso del vehículo (kN)

g = Aceleración de gravedad (m/s^2)

v = Velocidad de desplazamiento antes del impacto (m/s)

α = Ángulo de impacto ($^\circ$)

V.1.1.2. Tipos de Barreras de contención

Los principales tipos de barreras de contención, desde el punto de vista de su constitución, son los siguientes:

- Barrera de hormigón perfil tipo F
- Barrera metálica
- Barrera mixta metal - madera
- Barrera de madera
- Barrera de cables de acero

Las más utilizados son las barreras de hormigón perfil tipo F y las barreras metálicas, o bien llamadas también defensas camineras. Comenzaremos por las especificaciones de las barreras de hormigón y se acabará mencionando las barreras de cables de acero.

- **Barreras de hormigón perfil tipo F (New Jersey):**

Estas barreras se instalaron por primera vez en la década de 1950 en la región de Nueva Jersey en Estados Unidos para dividir múltiples vías de una autopista, y de ahí proviene su nombre. Corresponden a estructuras suficientemente rígidas, como para no deformarse sustancialmente frente al impacto de un vehículo de la clase para la cual está diseñada. En esta clasificación, se distingue el perfil tipo “F”, que puede instalarse aislado o solidario a una estructura de hormigón, como en el caso de un puente.

A diferencia de las barreras metálicas, las barreras de hormigón tipo F no absorben la energía del impacto por deformación, sino más bien, debido a su geometría, logran que el vehículo se levante moderadamente por la cara expuesta de la barrera, transformando parte de la energía cinética del móvil en energía potencial. Esto evidencia la importancia de cumplir rigurosamente con la geometría especificada para las barreras de hormigón tipo F, según se ilustra en la figura nº66.

Las barreras tipo F se pueden construir en sitio, mediante moldajes fijos o moldajes deslizantes, con acero de refuerzo. Estas barreras también pueden ser prefabricadas como elementos modulares, los que requieren una conexión fuerte entre ellos, ya que durante un impacto serán sometidos a esfuerzos de tracción y volcamiento importantes.

Las características geométricas, mecánicas y especificaciones de construcción, que deben cumplir las piezas terminales de las barreras de hormigón tipo F, serán las contenidas en la Lámina 4.302.102 del Manual de Carreteras. No obstante, para poder emplazar este tipo de terminales, la velocidad de proyecto no debe superar 70 km/h; para velocidades mayores, su uso será excepcional y debidamente fundamentado, siendo preferible el empleo de amortiguadores de impacto.

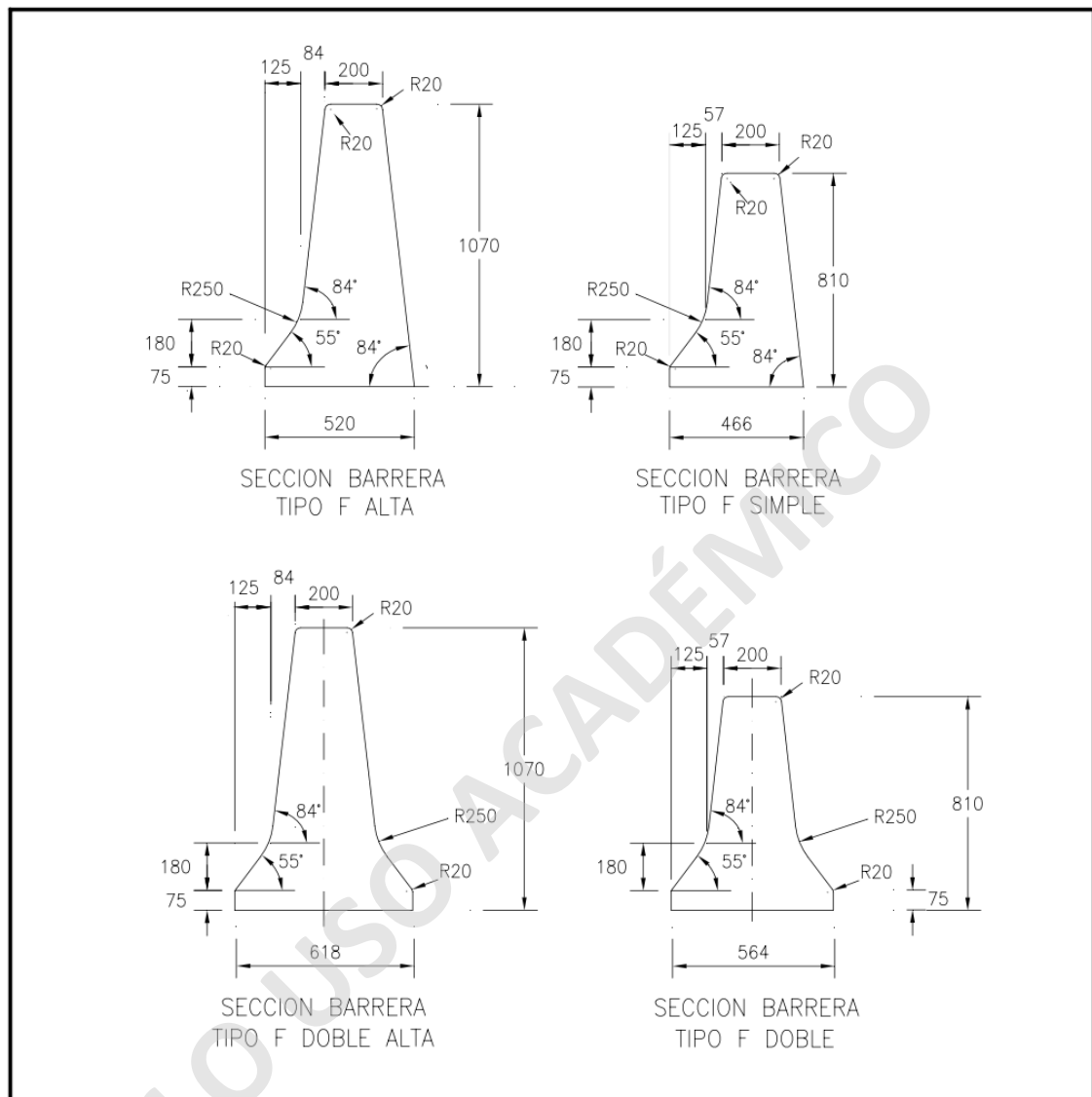


Figura 66. Tipos de Barreras New Jersey
Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.502.805.A

Para ir concluyendo se puede destacar que las ventajas que presentan estas barreras frente a las de tipo metálico, son las siguientes:

- Ancho de trabajo reducido, lo que las hace recomendables en zonas en las que no se dispone de espacio (caso de barreras construidas in situ).
- Conservación rápida y económica en relación con las barreras metálicas.

- En el caso de barreras prefabricadas, pueden ser desmontadas temporalmente y montadas nuevamente, es decir, pueden ser reutilizadas.



Figura 67. Ilustración Barrera de hormigón tipo F
Fuente: Obra Cobertizos Los Andes, Región de Valparaíso. Año 2018.

- **Barrera metálica**

En este Tópico se tratarán los aspectos relacionados con las barreras metálicas, sean éstas laterales o simétricas. Ambos casos se analizan para perfiles doble onda y triple onda, con sus respectivos terminales, entendiéndose genéricamente que se trata de barreras metálicas.

No obstante para todos los efectos las barreras metálicas se definen como un sistema de contención continuo, compuesto básicamente por una baranda doble onda o triple onda, postes y separadores metálicos (con o sin rieles inferiores, tensores longitudinales y/o disipadores de energía), además de una serie de otros elementos complementarios como pernos, tuercas, golillas, entre otros.

Por lo tanto, cuando se especifiquen barreras metálicas doble onda o triple onda, éstas podrán instalarse tanto en los bordes de la plataforma como en la mediana entre calzadas.

La baranda de una barrera metálica, corresponde a un perfil del tipo “w” y está encargado de contener y redireccionar un vehículo que ha perdido el control; por lo tanto, debe absorber en forma controlada la mayor parte de la energía cinética del impacto del vehículo.

El poste de la barrera de contención, tal como se indicó, corresponde a un perfil metálico, que se inserta en el terreno, generalmente mediante hincado, cuya función principal está orientada a mantener a una altura determinada la baranda de la barrera, disipando una parte de la energía de impacto, trabajando en conjunto con el terreno, producto de lo cual puede deformarse e incluso doblarse, para no transformarse en un obstáculo para el vehículo que ha impactado y permitir que la barrera trabaje libremente.

Los separadores permiten conectar los dos elementos anteriores, es decir, la baranda y el poste, con la finalidad de mantener la altura de la barrera prácticamente constante durante el impacto, incluso cuando el poste se va inclinando y, separando así, los postes de las ruedas del vehículo, evitando que puedan engancharse producto del choque.

Adicionalmente a los elementos anteriores, en ocasiones se utiliza, como parte de la barrera de contención, un riel inferior, correspondiente a un perfil metálico del tipo canal, el que se ubica longitudinalmente y paralelo a la baranda, pero, a unos 30 cm y 20 cm del suelo, para barandas doble onda y triple onda respectivamente, con la función principal de evitar que las ruedas de los vehículos pequeños se enganchen con los postes de la barrera durante el impacto.

La ubicación de una barrera metálica, comportamiento, terminales y, otras características, forman parte de un proyecto de Seguridad Vial, en caso de que aplique, debido a esto uno debe ceñirse a las Bases Administrativas en particular a cada obra.



Figura 68. Barrera Metálica hincada
Fuente: Obra Global Los Andes, Región de Valparaíso. Año 2016.

Detalles con esquemas y configuraciones de barreras metálicas y sus piezas especiales, se pueden apreciar en las siguientes figuras n° 69 y 70.

BARRERAS METALICAS SIMPLES

TIPO	DISTANCIA ENTRE POSTES (m)	ESQUEMA
BML-2N-1 Barrera Metálica Lateral de Doble Onda (N.C.: LIVIANO)	1,0 2,0 4,0	
BML-2N-2 Barrera Metálica Lateral de Doble Onda con Tensor Longitudinal (N.C.: MEDIO)	1,0 2,0	
BML-3N-1 Barrera Metálica Lateral de Triple Onda con Riel Inferior y Tensor Longitudinal (N.C.: MEDIO ALTO)	1,0 2,0 4,0	

Figura 69. Barreras Metálicas Simples: doble y triple onda

Fuente: Manual de Carreteras vol. 4 punto 4.302.001

BARRERAS METALICAS SIMETRICAS

TIPO	DISTANCIA ENTRE POSTES (m)	ESQUEMA
BMS-2N-1 Barrera Metálica Simétrica de Doble Onda (N.C.: LIVIANO)	1,0 2,0 4,0	
BMS-2N-2 Barrera Metálica Simétrica de Doble Onda con Riel Inferior (N.C.: MEDIO)	1,0 2,0 4,0	
BMS-3N-1 Barrera Metálica Simétrica de Triple Onda con Riel Inferior (N.C.: MEDIO ALTO)	1,0 2,0 4,0	

Figura 70. Barreras Metálicas Simétricas: doble y triple onda
Fuente: Manual de Carreteras vol. 4 punto 4.302.001

Cabe mencionar que las barreras metálicas poseen formas de terminales, estos terminales corresponden a dispositivos de anclaje del sistema de contención, ubicados en los extremos de una barrera. La principal función de los terminales está orientada a que el sistema de contención, en su conjunto, no falle en el momento de ser impactado. Además, se deben instalar de forma que no constituyan un punto duro que aumente el riesgo de los usuarios de la vía.

Todas las barreras, sean éstas laterales o centrales, deberán contar con terminales. No obstante, éstos no forman parte de la longitud de barrera destinada a la contención directa del vehículo. Por lo tanto, la longitud de los terminales debe sumarse a la longitud de barrera, calculada en el proyecto para proteger al usuario de la condición de riesgo detectada.

Considerando lo anterior, el terminal deberá ubicarse en sectores con la menor probabilidad de impacto, y donde, ante la eventualidad de ser traspasado, los riesgos involucrados no presenten condiciones que agraven el accidente. Por ello, se deberá analizar preferentemente, para todo tipo de barreras, la alternativa de inserción en cortes, cuando ello resulte factible.

Existen varias soluciones para los terminales, siendo los más comunes los siguientes:

- Terminal simplemente abatido
- Terminal abatido y esviado
- Terminal inserto en corte
- Terminal atenuador de impacto

- **Barrera mixta metal – madera**

Las barreras mixtas corresponden, en general, a un sistema de contención compuesto de barreras de acero recubiertas en madera, cuya principal ventaja está orientada a una aplicación con un alto contenido estético y paisajístico.

En este caso, los elementos metálicos, en especial la viga longitudinal, son los encargados de resistir los esfuerzos de tracción en el momento del impacto.

En general, un sistema de contención definido como barrera mixta, es decir, metal - madera, cuenta con un conjunto de elementos que interactúan en el momento del impacto, los cuales han sido ensayados bajo normas Europeas, previas al impacto real y que cumplen con una certificación de calidad particular para este sistema de contención.



Figura 71. Barreras Mixta metal-madera
Fuente: Obra Llanquihue, Región de Los Lagos. Año 2015.

- **Barrera de madera**

Este tipo de barreras no es tradicional y poco a poco han sido reemplazadas por barreras más modernas. Un ejemplo de este tipo de barreras se encuentra en la Calle Camino la Pirámide. El camino cuenta con barreras de tres tipos: metálicas, New Jersey y de madera, esto debido a los choques y/o accidentes ocurridos durante el trayecto.



Figura 72. Barrera de madera

Fuente: Calle Camino La Pirámide – Huechuraba. Año 2018.

- **Barrera de cables de acero**

Corresponde a una barrera certificada, por lo tanto deberá ser sometida a los criterios de aprobación ligados a un proyecto Vial. Consiste básicamente en cables de acero montados en postes metálicos. La función principal de los cables es contener y redireccionar a los vehículos que los impactan, debiendo mantener los postes la elevación de éstos a una altura constante.

En este caso, la energía producida por el impacto es disipada a través de la tensión que absorben los cables de acero. Por lo tanto, será responsabilidad del fabricante de este tipo de barreras será determinar en función de los parámetros de diseño, los materiales más adecuados para este sistema de contención.

Es importante considerar que las barreras de cables no tienen elementos de conexión con otro tipo de barreras, por lo tanto, deben ser instaladas en sectores donde su funcionamiento no interactúe con otros sistemas de contención.

Entre las mayores desventajas del uso de barreras de cable son las siguientes:

- Inconveniencia para instalación en tramos largos
- Necesidad de reparación inmediata luego de un impacto, ya que el tramo colapsará completamente
- El área despejada que se necesita detrás de la barrera para su ancho de trabajo, en general, requiere de gran espacio
- Efectividad reducida en las curvas, especialmente cuando éstas son de radios pequeños
- Alta probabilidad de ser robada o sufrir actos vandálicos, ya que su material principal, cable de acero, es útil en muchas otras aplicaciones



Figura 73. Barreras de cables de Acero
Fuente: Obra Global Los Andes, Región de Valparaíso. Año 2016.

V.1.2. Amortiguadores de Impacto

Los amortiguadores de impacto pueden considerarse como un caso particular de terminales de barrera. Consisten en elementos de contención, especialmente orientados a mitigar el impacto directo de vehículos con puntos duros, cuando estos se enfrentan al flujo vehicular, como por ejemplo, muros en vértices de bifurcaciones.

Los objetivos principales de un amortiguador de impacto, son evitar que se produzca una detención violenta y brusca del vehículo en un choque frontal con un punto duro o que algún elemento de una barrera doble penetre al compartimiento interior del móvil, y además, servir como terminal del sistema de contención en un impacto lateral.

Así, los amortiguadores de impacto tienen como función detener un vehículo de una manera controlada o redirigirlo, evitando que impacte con un lugar de riesgo o un objeto fijo peligroso.

La mayoría de estos sistemas están diseñados para las solicitaciones impuestas por vehículos livianos, debido a que, generalmente, tanto en carreteras como en caminos

no se cuenta con los espacios requeridos para ubicar los elementos que se necesitarían para disipar la energía de vehículos pesados. Aún con esta limitación, un amortiguador de impacto, diseñado para vehículos livianos, de ser impactado por un vehículo pesado, tendrá efectos positivos, especialmente si el accidente se produce a baja velocidad.

Los impactos con barreras sin amortiguadores adecuados son, por lo general, muy graves, ya que los extremos de éstas tienen una sección transversal pequeña y rígida, que fácilmente puede penetrar el habitáculo de un vehículo durante el accidente.

Es importante destacar que los amortiguadores de impacto son sistemas de contención certificados y, cualquiera sea su tipo, deberán cumplir con los requerimientos del Reporte 350 de la NCHRP ó la Normativa EN-1317.

Para esta sección nos enfocaremos en el estudio de los Amortiguadores de Impacto con capacidad de redireccionamiento. Se puede contar con una gran variedad de estos amortiguadores, cuyo funcionamiento se basa en distintas formas de lograr la disipación de energía al sufrir un impacto en su parte frontal y, el redireccionamiento del vehículo en caso de un choque lateral, pudiendo conducir al vehículo impactante a una detención controlada.

La disipación de la energía se logra mediante una deformación, permanente o temporal, de los elementos que constituyen el amortiguador, los cuales normalmente son piezas comprimibles o cilindros deformables de caucho, plástico o acero. El redireccionamiento ante un impacto lateral, se consigue mediante las barandas o revestimiento que envuelve los elementos disipadores, actuando en forma similar al funcionamiento de una barrera metálica, logrando que el vehículo retorne en forma controlada.

Este tipo de sistemas de contención podrán instalarse sobre pavimentos de asfalto u hormigón o superficies no pavimentadas, siempre que estén niveladas y compactadas. Además, cuando existan soleras, situación que no es recomendable, éstas no podrán tener una altura mayor a 10 cm. Se utilizarán en todo tipo de carreteras o caminos,

debiendo ser dispositivos certificados de acuerdo a su funcionamiento.

En carreteras, donde la mayor parte de la ruta cuente con una velocidad de diseño u operación igual o superior a 100 km/h, deberá considerarse el uso de amortiguadores de impacto en puntos duros que puedan ser impactados frontalmente por los vehículos, especialmente en bifurcaciones divergentes, además de sectores de interrupción de la mediana que cuenten con barreras dobles o elementos rígidos.



Figura 74. Amortiguador de Impacto con capacidad de redireccionamiento
Fuente: Obra Llanquihue, Región de Los Lagos. Año 2015.

Entre las ventajas de este tipo de dispositivos se cuentan las siguientes:

- Eficientes ante impactos de vehículos livianos a alta velocidad (hasta 110 km/h).
- Comportamiento adecuado ante el impacto de vehículos pesados a media velocidad. Permiten mitigar la gravedad del accidente.
- Ante impactos laterales, funciona redireccionando controladamente los vehículos livianos.

- Generalmente, después de un impacto, genera muy pocos escombros que puedan afectar la operación de otros vehículos.
- Después de un impacto, algunos amortiguadores pueden ser rápidamente puestos en servicio.

Por otro lado, en lo respecta a las desventajas, se pueden mencionar:

- Alto costo de adquisición y en algunos casos, también de mantenimiento.
- Repuestos muy específicos. Algunos dispositivos requieren mantener un stock de diferentes piezas.

V.1.3. Pistas de Emergencia

Corresponden a elementos de contención, orientados principalmente a la detención de vehículos pesados fuera de control, fundamentalmente en zonas de pendientes fuertes, lo que se debe realizar en forma paulatina, sin deceleraciones bruscas que pongan en riesgo a los ocupantes del móvil. En general, se pueden agrupar en los siguientes tipos:

- Rampas de escape gravitacionales
- Lechos de frenado
- Pistas con elementos de contención complementarios

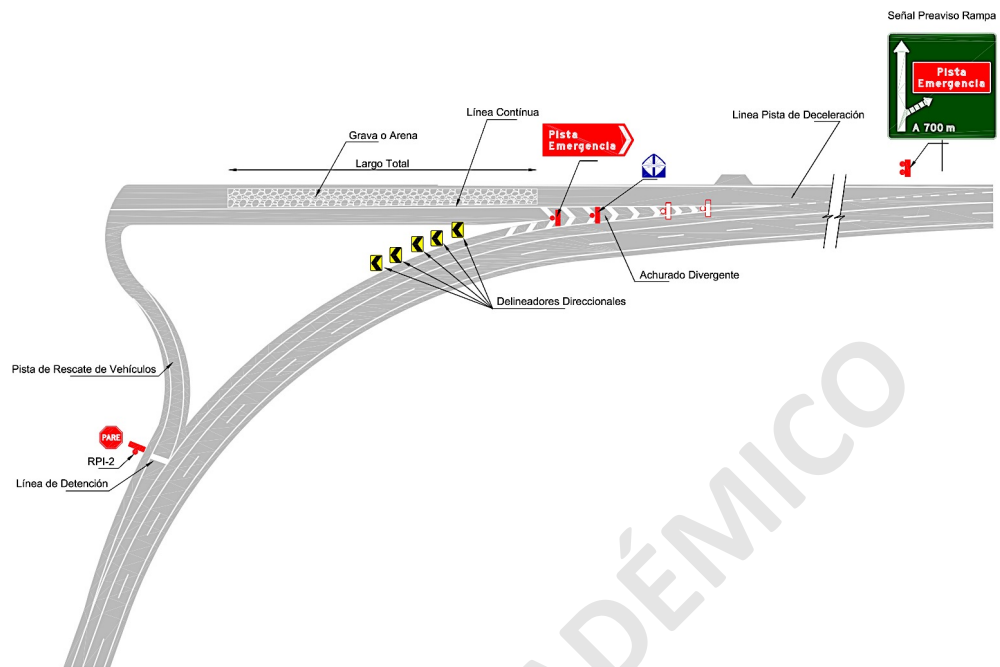


Figura 75. Ejemplo de Ubicación de una Pista de Emergencia

Fuente: Manual de Carreteras vol. 6 punto 6.504.7^a

VI. NUEVAS TECNOLOGÍAS EN SEGURIDAD VIAL Y DEMARCACIÓN INTERNACIONAL

En este último capítulo nos centraremos en el estudio de dos grandes temas, por un lado la Demarcación del tipo Multipunto, una nueva tecnología sobre la forma en que se puede demarcar el pavimento y por otro lado se hablará de los Sistemas Inteligentes de tránsito que se han estado implementando en países como España, Alemania y Turquía.

VI.1. Demarcación tipo Multipunto

Tal cual se estuvo comentando sobre tipos de demarcación en el capítulo V, también se puede mencionar que la demarcación se puede clasificar según su función en los siguientes tipos:

- Demarcaciones convencionales, cuyas superficies son generalmente lisas y no tienen características retrorreflectantes especiales para la conducción durante la noche o bajo lluvia.
- Demarcaciones con resaltes, texturas, configuraciones ópticas especiales, apropiadas para condiciones de lluvia o como elementos de alerta para el conductor. Atendiendo a su conformación, se distinguen los siguientes subtipos:
 - No estructuradas: generalmente presentan esferas de mayor tamaño o con un índice de refracción mayor.
 - Estructuradas: consisten en aplicaciones con relieves o estructuras gruesas que sobresalen de la capa de agua que forma la lluvia sobre el pavimento. Se pueden aplicar con o sin refuerzo de capa de fondo. Existe una variedad de tipos y formas entre las que se pueden destacar la demarcación multipunto, demarcación con resalte, perfiladas, gotelé, etc.)
 - Incrustadas: se aplican bajo relieve, sobre una franja fresada en el pavimento, con el

propósito de protegerlas de las operaciones de despeje de nieve.

Para el caso de este subcapítulo nos centraremos en Demarcaciones no convencionales, más específicamente en la Demarcación Multipunto, la cual está vigente en Chile desde el año 2014 en proyectos del Ministerio de Obras Públicas y se ha implementado en la zona Sur de nuestro país, pero no aun con un acabado conocimiento sobre ella.

Se comenzará hablando sobre su Objetivo, posterior a ello sobre su justificación, tipos y finalmente sobre su forma de Aplicación:

VI.1.1. Objetivo

El objeto de este tipo de aplicación es producir una señal “con relieve” que mejora la visibilidad en tiempo de lluvia al emerger sobre la película de agua que llega a cubrir las señales de menor espesor; además mejora la seguridad del tráfico por la sonoridad y vibraciones que producen cuando los vehículos pasan sobre ellas, advirtiendo una posible salida de la calzada.

Para el caso de la Demarcación Multipunto la masa de material se aplica sin presión o mediante dispositivos que colocan el material sobre el pavimento con una forma y dimensión deseada, este método es conocido como Extrusión. Así como también otros dispositivos aplican el material en forma de resaltes o pastillas dispuestos sobre el pavimento con diversas formas o a intervalos elegidos, esto da lugar a las conocidas señales tipo II.

Cabe destacar que las señales tipo II de Multipunto ofrecen una serie de beneficios importantes:

- Mejor retrorreflectividad cuando llueve o en la oscuridad, esto es debido a que el agua de lluvia es drenada gracias a que los lados verticales de los puntos forman

una línea sólida que refleja la luz del día y las luces del automóvil en todo momento.

- Mayor visibilidad: las microesferas de vidrio reflectantes aseguran aún más retrorreflectividad, debido a la forma de los puntos. Durante el día, la línea aparece aún más blanca y por la noche se refleja más luz, lo que conlleva a una óptima visibilidad nocturna.
- Efecto estruendoso: los conductores distraídos reciben una alerta sutil cuando conducen sobre la Demarcación Multipunto, por lo ya explicado anteriormente.
- Drenaje óptimo del agua a través de los puntos de marcado; por lo tanto, cualquier suciedad se enjuaga de la pintura de manera más confiable.
- Durabilidad: se ha demostrado que para el caso de pintura Multipunto que utiliza material Termoplástico durará, dependiendo de la intensidad del tráfico, hasta 3 años o más.
- Mayor seguridad: el agua entre los puntos se drena automáticamente, minimizando el riesgo de aquaplaning, por lo que es ideal para motos.

VI.1.2. Justificación

Ahora se analizará bajo que condiciones y en que casos es aplicable la Demarcación Multipunto. Más que nada la principal justificación se basa en que factores como la lluvia y niebla conllevan a inseguridad para el conductor de autopistas. Ahora se explicará la razón técnica de esto.

El conductor de un vehículo puede presentar problemas al viajar en carretera por diversas razones tales como:

- Su visión del entorno.
- Dificultad en la visión periférica: un conductor tiende a concentrar su atención directamente hacia el frente para ver hacia donde viaja.
- Disminución del ángulo de visión en el parabrisas: los limpiaparabrisas solo limpian una parte del campo visual, por lo que éste queda reducido al ángulo formado por los ojos del conductor y los límites de actuación del mismo.
- La superficie puede aparecer especular o más oscura en función del ángulo de observación.
- Puede dificultar la percepción de peligros debido a encadilamientos provocados de día por sol de frente y durante la noche tráfico de frente.
- Condiciones de adherencia del neumático, disminución del coeficiente de roce y posibilidad de aquaplaning.
- La lluvia cambia el aspecto visual del pavimento.
- El pavimento después de la lluvia parece ser mas oscuro en función del ángulo de observación.

En conclusión, cabe recalcar que la Demarcación Multipunto contribuye a una buena alternativa para compensar a los conductores por la falta de visibilidad ante un clima adverso, como lo es en el Sur de Chile. El sistema de demarcación fue diseñado especialmente para que el agua de lluvia se disperse fácilmente a un lado de la carretera, lo que resulta en una mayor visibilidad y más seguridad. Las líneas de Multipunto se fabrican con material termoplástico, con puntos a intervalos regulares, alternadas con

zonas libres de pintura de un par de milímetros. Estos espacios aseguran que la lluvia pueda correr fácilmente por el costado de cada punto.

VI.1.3. Tipos

Nos enfocaremos en ilustrar cinco tipos de demarcación multipunto para su mejor entendimiento. No se debe olvidar que la forma, tamaño y distancia de la Demarcación puede ser modificada.



Figura 76. Demarcación Termoplástica Multipunto con forma de Líneas Perfiladas

Fuente: Hoffman – Road Marking Systems



Figura 77. Demarcación Termoplástica Multipunto con forma de Perfil Transversal

Fuente: Hoffman – Road Marking Systems



Figura 78. Demarcación Termoplástica Multipunto en forma de Gota
Fuente: Hoffman – Road Marking Systems



Figura 79. Demarcación Termoplástica Multipunto en forma Redonda
Fuente: Hoffman – Road Marking Systems

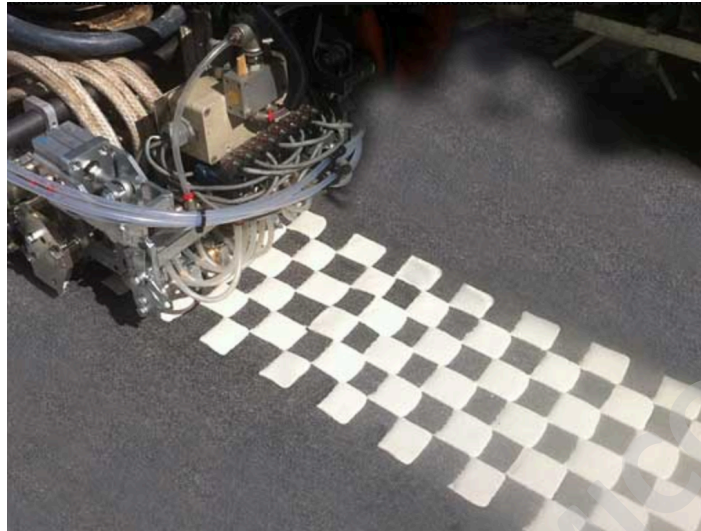


Figura 80. Demarcación Termoplástica Multipunto en forma de Tablero de Ajedrez
Fuente: Hoffman – Road Marking Systems

VI.1.4. Forma de Aplicación

La máquina Multipunto logra la aplicación de líneas dobles y combinaciones de líneas en un solo proceso de trabajo, junto con trabajar a una alta velocidad de marcaje. Cabe mencionar que posee un cilindro hueco con el que se determina con exactitud la muestra de marcaje que se encuentra dentro de la carcasa del extrusor. De este modo no se producen problemas de calentamiento debido a temperaturas ambientales demasiado bajas y al viento.

A continuación se muestra como la Máquina Multipunto funciona (ver figura nº81):

- 1) Rotación de un cilindro hueco (rodillo) con orificios dentro de la carcasa del extrusor.
- 2) Realización de señalizaciones perfiladas con el rodillo bajado.
- 3) Realización de señalizaciones lisas con el rodillo alzado.

Cabe mencionar que existe la posibilidad de descenso y elevación neumáticos durante la señalización desde el puesto del operario.

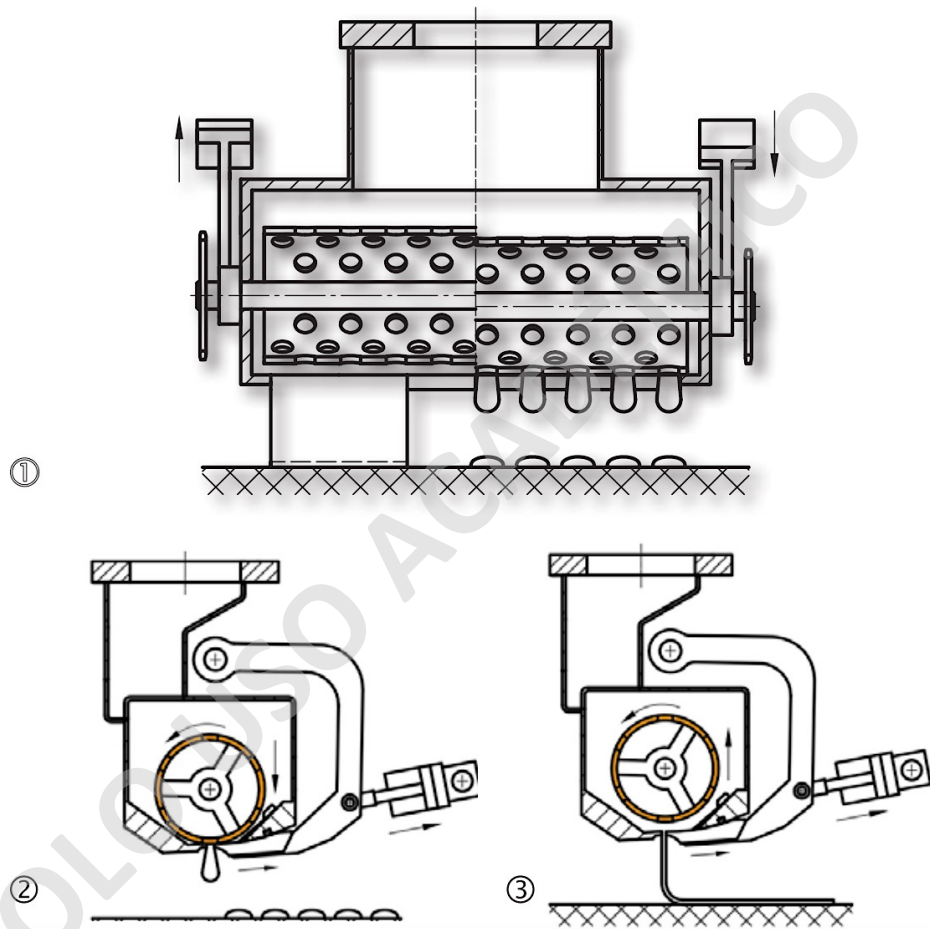


Figura 81. Ilustración Máquina para Demarcación Termoplástica Multipunto
Fuente: Hoffman – Road Marking Systems

- Algunas Consideraciones técnicas con respecto a la Máquina para Multipunto:
 - Todo el cabezal del extrusor gira, por lo que es óptimo no solo para los puntos clásicos (en forma de gota), sino también para marcados con puntos redondos.
 - Calefacción mejorada y aislamiento térmico del cabezal del extrusor mejorado.
 - El accionamiento del sinfín del extrusor se puede realizar en función del recorrido, es decir, el grosor de la capa se mantiene constante aunque cambie la velocidad .
 - El agitador mantiene la ranura del extrusor libre desde el interior, evitando la sedimentación de los sólidos del material y la circulación del material por el sinfín del extrusor, lo que calienta el material de forma innecesaria (modificación de la viscosidad del material).

VI.2. Sistemas Inteligentes de Tráfico

Los Sistemas Inteligentes de Tráfico son solamente una gama de los Sistemas Inteligentes de Transportes por lo que para un mejor entendimiento de este capítulo primero definiremos a los Sistemas Inteligentes de Transporte.

El concepto de Sistemas Inteligentes de Transportes (SIT) (en Inglés: Intelligent Transportation Systems – ITS) es un conjunto de soluciones tecnológicas de las telecomunicaciones y diseñadas para mejorar la operación y seguridad del transporte terrestre, tanto para carreteras urbanas y rurales, como para ferrocarriles. Este conjunto de soluciones telemáticas también pueden utilizarse en otros modos de transporte, pero su principal desarrollo ha sido orientado al transporte terrestre.

La congestión de tráfico se ha incrementado a nivel mundial como resultado de un incremento en el crecimiento poblacional, urbanización y cambios en la densidad de

población. Esta congestión reduce la eficiencia de la infraestructura de transporte e incrementa el tiempo de viaje, consumo de combustible y de contaminación ambiental. Los SIT pueden contribuir a transformar esta situación y mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte.

Para los SIT existen varias definiciones, y como es una disciplina joven que evoluciona rápidamente, esto dificulta el consenso en una definición única. Según la Sociedad Americana de Transporte Inteligente (conocida en inglés como ITS America), **SIT** se define como "gente usando tecnología en transportes para salvar vidas, tiempo y dinero".

Más recientemente, en 2010, la Directiva 2010/40/UE definió estos sistemas como aplicaciones avanzadas que, sin incluir la inteligencia como tal, proporcionan nuevas aplicaciones y servicios para la gestión del transporte.

Para la provisión de los sistemas SIT es necesario contar con diversas tecnologías relacionadas. En primer lugar, se necesita que los vehículos puedan intercambiar información, bien con otros vehículos y bien con una infraestructura de comunicaciones. Con este fin, los vehículos deben disponer de un transmisor de información (conocido habitualmente por el término en inglés *On-Board Unit*, OBU). Por su parte, la infraestructura de comunicaciones puede implementarse de diversas formas, desde la tradicional tecnología de comunicación móvil hasta formas específicas para la circulación de vehículos. En este último caso, se dispone a lo largo de las carreteras una serie de postes de comunicación (referidos comúnmente por su nombre en inglés como *Road-Side Unit*, RSU), dando lugar a lo que se conoce como redes vehiculares Vehicular Ad-Hoc Network.

Además de las tecnologías de comunicación, los SIT hacen uso de la información proporcionada por los sensores embarcados en el vehículo. Estos sensores permiten conocer en tiempo real, el estado de la circulación de la vía o las tendencias de tráfico.

Cabe destacar que entre sus aplicaciones podemos mencionar:

- Cobro electrónico de peajes
- Tarifas de congestión
- Vigilancia automática de infracciones
- Sistema de notificación de emergencias a bordo del vehículo

Y finalmente, pero no menos importante, a grandes rasgos la línea de negocios de los Sistemas Inteligentes de Transporte se pueden clasificar en las siguientes:

- **Sistemas Inteligentes de Tráfico:** este ítem completo relacionado a la seguridad vial se abordará en el siguiente subtítulo por completo.
- **Sistemas Inteligentes de Transporte**
 - a) Autobuses, metros y ferrocarriles
 - b) Señalización Ferroviaria
 - c) Venta y cancelación de títulos de transporte
 - d) Puertos y Aeropuertos
- **Medio Ambiente y eficiencia Energética**
 - a) Hidrología y Recursos hídricos
 - b) Infraestructuras hidráulicas
 - c) Calidad del aire

- d) Energías Renovables
- e) Eficiencia energética
- f) Alumbrado

- **Ciudades Inteligentes**

- a) Plataforma Smart City
- b) Movilidad
- c) Medio Ambiente
- d) Comunicaciones
- e) Seguridad y control de accesos
- f) Portal del ciudadano

- **Infraestructuras de Telecomunicaciones**

- a) Redes multiservicio
- b) Sistemas radiantes y torres

- **Sistemas de Seguridad**

- a) Sistemas de Seguridad integrados
- b) Ciudades seguras
- c) Coordinación de emergencias
- d) Auditoria de seguridad
- e) Protección contra incendios

- **Control de Procesos**

- a) Gas y Petróleo
- b) Automatización de plantas

c) Scada y control distribuido

VI.2.1. Beneficios

Como pequeña muestra de las ventajas aportadas por estos sistemas podemos indicar:

- Aumentan la seguridad en los conductores:
 - Seguridad preventiva: El uso de las estaciones meteorológicas permite prever con bastante precisión las condiciones climatológicas que van a padecer en sus posibles viajes, lo que les va a permitir planificarlos cuando el tiempo sea el correcto. Estos sistemas, junto con las cámaras de explotación, permiten conocer en cada momento el estado exacto de las carreteras ,facilitando la labor de corte de carreteras (cuando las condiciones no son las adecuadas), y de aviso a los conductores de estos elementos.
 - Seguridad instantánea: Gracias a los paneles de mensajería implantados en las carreteras, se hace llegar al instante la información de interés que deben conocer los conductores, como por ejemplo se puede mencionar: fuerte viento o reduzca la velocidad, para tener un viaje más seguro.
 - Seguridad reactiva: Para garantizar que los conductores cumplen las normas de tráfico, también se emplean estos sistemas de manera eficaz, con el uso de radares (para el control del exceso de velocidad), o detectores de vehículos que pasan los semáforos en rojo, entre otros sistemas.
- Mejoran la eficiencia del tráfico: Los sistemas de conteo, que permiten conocer el número de vehículos que pasan por una zona determinada, unido a sistemas inteligentes de rutas utilizadas, permite a los responsables de las carreteras hacer

una planificación eficiente de las mismas a medio plazo, que consigan reducir el número de atascos y junto a ello mejorar el tráfico diario.

- Permiten llevar un control detallado de los elementos de las carreteras, gracias a sistemas de Inventariado, que garantizan el estado adecuado de todos los elementos (ofreciendo avisos y señales cuando es necesario revisar algún material de la carretera), o los sistemas informáticos que facilitan a los responsables de la explotación de las carreteras gestionar toda la información relacionada con las operaciones de vialidad que se deben realizar, de acuerdo a la carta de servicios.
- Facilitan la labor de los conductores, por ejemplo habilitando medios para pagar en la autopista sin parar (telepeaje), ofreciendo las mejores rutas a seguir en carretera, o mostrando información detallada al instante sobre las carreteras.

Como ya se ha estudiado, y seguiremos viendo en las próximas páginas, esto es sólo una pequeña muestra de lo que los Sistemas Inteligentes de Transporte están ofreciendo en estos momentos.

La continua evolución de estos sistemas, que ya no solo obtienen la información sino que la relacionan con otras aplicaciones, analizándola por medio de sistemas expertos, está dando comienzo a una nueva era de Sistemas Inteligentes Interconectados, que sin duda van a suponer un gran salto cualitativo en la seguridad del transporte terrestre.

VI.2.2. Aplicaciones

VI.2.2.1. Sistema de Control Centralizado de Tráfico Urbano

La mejora en la movilidad en las ciudades requiere de un sistema de gestión que sea capaz de integrar bajo la misma filosofía la intermodalidad de los ciudadanos.

Hoy en día no se trata de mover vehículos, sino de ser capaces de gestionar, con la misma infraestructura vial y con la máxima eficiencia posible, el resto de agentes que forman parte de la movilidad de una ciudad, es decir, peatones, bicicletas, vehículos, transporte público, etc., cada uno con sus características y especificaciones determinadas.

Para lograr esto, se requiere la implantación de un sistema construido en base a cuatro pilares:

- Una aplicación racional de la tecnología
- Una correcta interoperabilidad de todos los actores que forman parte de la misma, ya sean de naturaleza pública, privada o medio de transporte.
- Un correcto mantenimiento preventivo, correctivo y evolutivo, lo que redundará no sólo una mejora en la gestión sino en la seguridad vial de los usuarios finales.
- Una eficiente operación en la gestión, que sólo puede llevarse a cabo desde una gestión centralizada, que sea capaz de ver la ciudad como un todo y no sólo como la suma de las diferentes partes que lo componen.

El sistema opera en su parte cliente a través de un navegador Web, permitiendo por tanto su uso en cualquier dispositivo (incluido los móviles) que tengan acceso a la red de comunicaciones (con los permisos oportunos), lo que redundará en una reducción de costes en cuanto a instalación y mantenimiento además de aumentar la productividad en cuanto al mantenimiento. El sistema se ejecuta bajo los gestores de base de datos más populares, permitiendo el envío de información hasta un ente superior.

Los operadores o ingenieros de tráfico pueden configurar el sistema para que funcione bajo las siguientes estrategias:

- Tiempos Fijos mediante planificación horaria.
- Micro-regulación.
- Sistemas basados en Tiempo Real (Selección Dinámica, Generación Dinámica o sistemas Adaptativos).

La aplicación está basada en un sistema GIS en donde se pueden referenciar todos los elementos que conforman el sistema. Además de las propias intersecciones, puede gestionarse cualquier equipo que forme parte de la red, como pueden ser accesos, estaciones de toma de datos, paneles de información general, información de estacionamientos, entre otros.

El sistema permite, además de la gestión centralizada semafórica de la ciudad, la integración y operación de sistemas tales como control de accesos, priorización al transporte público, detección de infracciones (enforcement), información al usuario a través de paneles de mensajes, cámaras de vigilancia del tráfico, etc. La plataforma facilita el control centralizado total de la gestión de la movilidad de una ciudad, mejorando los niveles de servicios y contribuyendo a la eficiencia energética al disminuir las demoras y proporcionar información detallada en tiempo real a los usuarios. Es una plataforma fundamental para un correcto mantenimiento y operación del sistema, enfocada tanto a operadores como a personal especializado en ingeniería de tráfico.

La plataforma está pensada para cualquier tipología de ciudad, grande o pequeña, ya que se adapta a la resolución concreta de los problemas de movilidad. Está basada en estándares mundiales en cuanto a protocolos de comunicación con los diferentes equipos de campo, y dispone de un sistema de gestión multialgorítmico en donde pueden establecerse diferentes estrategias de funcionamiento tales como planes horarios, selección dinámica, generación, adaptativo y microrregulación.

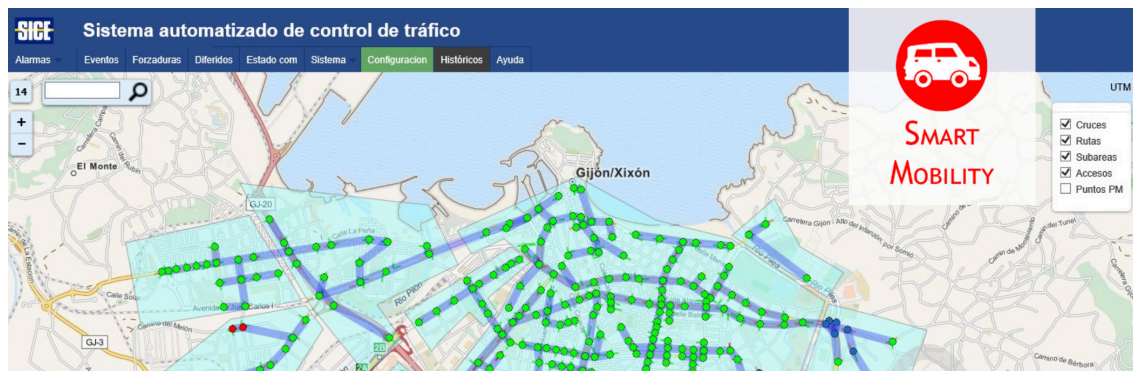


Figura 82. Sistema Automatizado de control de tráfico
Fuente: Sistemas Inteligentes de tráfico SICE, año 2018

Como se ilustra en la figura nº82 el Sistema logra mostrar una representación en tiempo real de la gráfica del mapa de la ciudad, ofreciendo en un simple vistazo el estado de todos los equipos y cruces, así como también una visualización de las imágenes de las cámaras del control de tráfico.

VI.2.2.2. Sistema de Control Centralizado de Tráfico Interurbano

Tal cual se menciono anteriormente los sistemas inteligentes de transporte (ITS) se pueden definir como un conjunto de aplicaciones avanzadas dentro de la tecnología informática, electrónica y de telecomunicaciones destinadas a mejorar la movilidad, la seguridad, la conservación y la productividad del transporte.

La principal idea entonces es la Integración de los diferentes subsistemas que componen un ITS, uniendo una misma plataforma de gestión, mantenimiento y control del tráfico interurbano así como las condiciones ambientales existentes.

Los objetivos de la gestión del tráfico interurbano son:

- Aumentar la seguridad de la vía.

- Mejorar las condiciones generales del tráfico y sus accesos.
- Generar respuestas rápidas y eficaces frente a las condiciones reales del tráfico.
- Proporcionar información en tiempo real al usuario (sobre estado de tráfico, tiempos de recorrido y eventos recurrentes o no recurrentes).
- Facilitar la explotación y la integración con otros sistemas.
- Reducir las emisiones.
- Obtener un alto ahorro energético y una mejora en las tareas de mantenimiento.

En una definición más acabada sería abarcar todas las fases de un proyecto de estas características, su diseño y concepción, ingeniería, ejecución, mantenimiento preventivo, correctivo y evolutivo, así como la prestación de apoyo en la operación del sistema.

Las actividades en tráfico interurbano abarcan:

- Ingeniería de tráfico encargada del desarrollo e implantación de módulos de ingeniería de tráfico sobre sistemas propios o de terceros.
- Sistemas de infracciones: lectura de placas patentes y velocidad media por tramos.
- Video vigilancia CCTV y tratamiento de imágenes de video: detección automática de incidentes.

- Sistemas y algoritmos automáticos de señalización en tiempo real de la situación del tráfico.
- Sistemas de información: Paneles de mensajería variable, WEB, redes sociales, radio difusión
- Estaciones Remotas (ERU), Estaciones de pesaje (WIM), Estaciones de Toma de Datos (ETD).
- Estaciones meteorológicas y Sistemas SOS.
- Construcción y diseño de centros de control.
- Integración con otros sistemas como peajes, control de túneles, tráfico urbano y comunicaciones con policía, protección civil, entre otros.



Figura 83. Centro de Control de Tráfico Interurbano
Fuente: Sistemas Inteligentes de tráfico SICE, año 2018

VI.2.2.3. Gestión Integral de Túneles

El sistema de administración de túneles se ejecutan con un sistema controlador lógico programable de acuerdo estándares internacionales incluyendo instalación y funcionamiento de iluminación, aire acondicionado, detección de fuego, sistemas de extinción de fuego, control de tráfico, detección de incidentes, cámaras, radio, sistemas de anuncio para público, entre otros.

El sistema de supervisión y adquisición de datos es una interfase que permite a la administración el manejar sistemas múltiples de túneles desde un solo centro automáticamente, por tanto, los túneles pueden ser monitoreados 24/7 y acciones pueden ser tomadas inmediatamente en caso de ser necesario.

Entre los objetivos de este sistema se pueden mencionar los siguientes:

- Mejora de la seguridad de los usuarios en un túnel.
- Reducción de los costes de operación y mantenimiento.
- Gestión inteligente de incidentes y mantenimiento de equipos.
- Mejora de la fiabilidad de los sistemas e infraestructuras.
- Control eficiente del equipamiento de los sistemas integrados. El sistema, modular y abierto, se particulariza para cada plan de explotación y diferentes tipos de equipamiento
- La ingeniería de diseño y las características del sistema permiten la integración en un único interface de visualización y mando de todos los elementos del Túnel.

Sistemas de salida de emergencia y SOS:

- Puertas de pasada horizontal y sistemas
- Sistemas de comunicación de emergencia SOS
- Tableros teléfono



Figura 84. Sistemas de salida de emergencia y SOS
Fuente: ISBAK, Architect of Smart City, año 2018

Sistemas de radio:

- Este sistema provee información a los conductores vía sistemas de radio y provee una red de comunicación de emergencia con la policía, bomberos y ambulancias.

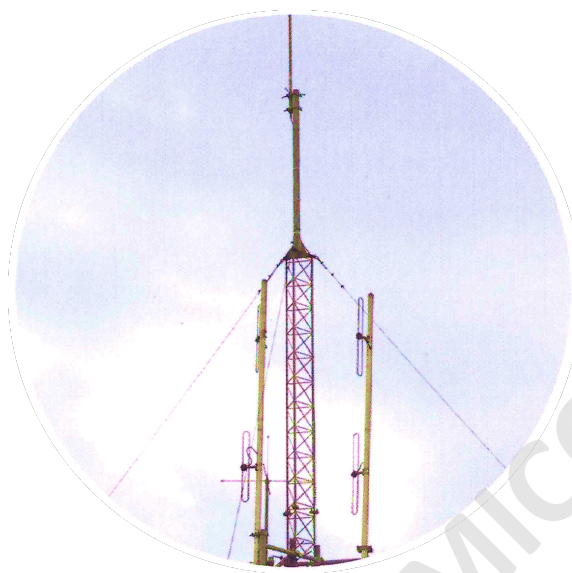


Figura 85. Sistemas de salida de radio
Fuente: ISBAK, Architect of Smart City, año 2018

Sistemas de anuncios para público:

- Parlantes tipo bocina
- Amplificadores
- Sistemas de cabina y equipamiento
- Software para operación de sistemas de control de anuncios y computadores

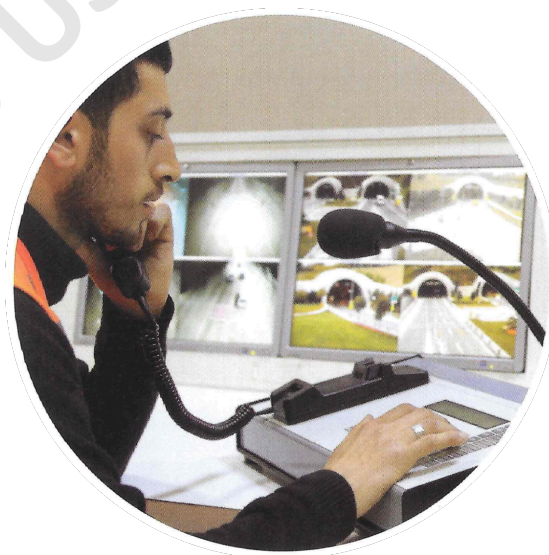


Figura 86. Sistemas de Anuncios para Público
Fuente: ISBAK, Architect of Smart City, año 2018

Sistemas de extinción de fuego:

- Sistemas de control de fuego
- Sistemas de control de agua
- Sistemas de control de gas



Figura 87. Sistemas de extinción de fuego
Fuente: ISBAK, Architect of Smart City, año 2018

Sistemas de monitoreo y vigilancia:

- Panel de sistemas de video



Figura 88. Sistemas de monitoreo y vigilancia
Fuente: ISBAK, Architect of Smart City, año 2018

Energía y red de energía:

- Voltaje medio
- Voltaje bajo
- Fuente de energía ininterrumpida
- Sistemas generadores
- Protección de iluminación



Figura 89. Sistemas de Energía y red de Energía
Fuente: ISBAK, Architect of Smart City, año 2018

Sistemas de iluminación:

- Iluminación dentro del túnel y en los puntos de acceso
- Sistemas de medición de iluminación
- Soluciones de iluminación con vapor de sodio y led
- Lámparas en salidas de emergencia



Figura 90. Sistemas de Iluminación
Fuente: ISBAK, Architect of Smart City, año 2018

Sistemas de aire acondicionado:

- Sistemas de ventilación
- Sistemas de detección de velocidad y dirección del aire
- Sistemas de detección de visibilidad y monóxido de carbono



Figura 91. Sistemas de Aire Acondicionado
Fuente: ISBAK, Architect of Smart City, año 2018

Sistemas de detección de incendios

- Sistemas de detección de incendio lineal
- Detectores de temperatura y humo
- Detectables Sistemas de detención de incendio



Figura 92. Sistemas de Detección de incendios
Fuente: ISBAK, Architect of Smart City, año 2018

Sistemas de control de tránsito

- Señalética de tránsito variable y para mensajería variable
- Transmisores de señal de tránsito
- Sistema de conteo de vehículos, reconocimiento de placas patentes automático y sistemas meteorológicos



Figura 93. Sistemas de control de tránsito
Fuente: ISBAK, Architect of Smart City, año 2018

Circuito cerrado de televisión y sistema de detención de incidentes

- Cámaras fijas y dinámicas
- Sistemas de detección de incidentes
- Subestructura de comunicación de fibra óptica
- Configuración de grabación y monitoreo



Figura 94. Sistemas de circuito cerrado de televisión y detención de incidentes
Fuente: ISBAK, Architect of Smart City, año 2018

VII. CONCLUSIONES

Los accidentes viales son causantes de muchas de las muertes a nivel mundial y, lastimosamente, la cantidad de los mismos tiende a incrementar año tras año. La razón principal de esto tiene que ver con la falta de responsabilidad en la circulación y la ausencia de conocimiento en materia de tránsito, lo que podría llegar a solventarse si se tomaran las medidas necesarias para la promoción y enseñanza de la educación vial.

En general, la velocidad de los vehículos está directamente relacionada con la ocurrencia y gravedad de un accidente de tránsito. Es por ello que una de las medidas más eficientes de Seguridad Vial que permite disminuir la cantidad y gravedad de los accidentes es orientar la velocidad a las reales condiciones de la vía. Cabe señalar que los accidentes pueden producirse tanto a velocidades excedidas como a velocidades reducidas. La creciente demanda por soluciones que permitan disminuir la velocidad excesiva con la que transitan algunos conductores, permite encontrar una gran variedad de medidas reductoras tales como señales de tránsito verticales y horizontales.

Tal como se vio durante el desarrollo de este Trabajo la seguridad vial consiste en la prevención de accidentes de tránsito o la minimización de sus efectos, especialmente para la vida y la salud de las personas, cuando tuviera lugar un hecho no deseado de tránsito. También se refiere a las tecnologías empleadas para dicho fin en cualquier medio de desplazamiento terrestre.

El presente Trabajo se enfocó en entender como proyectar e implantar las medidas necesarias para que los indicadores de accidentabilidad de cada camino o conjunto de ellos bajen a niveles adecuados o que los existentes no empeoren. Los niveles adecuados serán tanto más exigentes cuanto mayor sea la jerarquía o función de la vía, su nivel de tránsito u otros aspectos que reflejen su importancia.

Por otro lado, cabe mencionar que la gestión del riesgo es algo clave en los Proyectos Viales en Chile, esto implica que en las vías existentes o en los proyectos se analicen las particularidades que conlleven riesgo, a fin de diseñar medidas, coherentes con el nivel de peligrosidad percibido, que pueden aminorarlo y disminuir la gravedad de los accidentes. Si bien las características de las vías no son el factor principal, en un tercio de los accidentes tienen incidencia, por lo que actuando sobre ellas, es posible contribuir a disminuir las tasas de accidentabilidad.

En el presente escrito se plantearon diversas soluciones en cuanto a seguridad vial tales como señales, demarcación tradicional y multipunto, barreras de contención y elementos de seguridad, los cuales se deben tenerse presente en un Proyecto durante las diferentes fases del ciclo de vida, considerando la interacción entre vehículos, vías, conductores, ciclistas, peatones y entorno.

Por otro lado, se analizaron nuevas innovaciones en el mundo vial, como lo son los Sistemas Inteligentes de Tránsito, con el fin de comparar las actuales tecnologías en seguridad vial en Chile con las de países en el extranjero tales como España, Alemania y Turquía, los cuales están a la vanguardia en el tema.

Finalmente, la seguridad vial es un mecanismo que garantiza el buen funcionamiento de la circulación del tránsito, mediante la aplicación de leyes, normas de conducta, decretos, reglamentos y disposiciones con el fin de fomentar y garantizar el respeto y preservación de la propia vida y la de los demás en vías públicas; ya sea al conducir, caminar por las veredas o abordar un vehículo como pasajero. Como recomendación se sugiere en un Proyecto Vial cubra todas las fases del ciclo de vida del proyecto, incorporando no tan solo la Seguridad Vial, sino también un buen diseño, construcción, mantenimiento y explotación del proyecto en su totalidad.

BIBLIOGRAFÍA

Cruz Carlos, Tombolini Patricio & Dourthé Antonio (2001). Manual de Señalización de Tránsito - Demarcaciones. Gobierno de Chile. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Etcheverry Javier, Díaz Guillermo, Douthé Antonio (2002). Manual de Señalización de Tránsito – Señalización Transitoria y medidas de seguridad para trabajos en la vía. Capítulo nº5. Gobierno de Chile. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

Faplisa – Productos (2018). Obtenido de <http://www.faplisa.es/>

Isbak – Istanbul IT and Smart City Technologies Inc. (2018). Obtenido de <http://isbak.istanbul/en/>

Manual de Carreteras, Volumen nº4: Planos de Obras tipo (2017). Ministerio de Obras Públicas - Dirección de Vialidad – Chile.

Manual de Carreteras, Volumen nº6: Seguridad Vial (2017). Ministerio de Obras Públicas - Dirección de Vialidad – Chile.

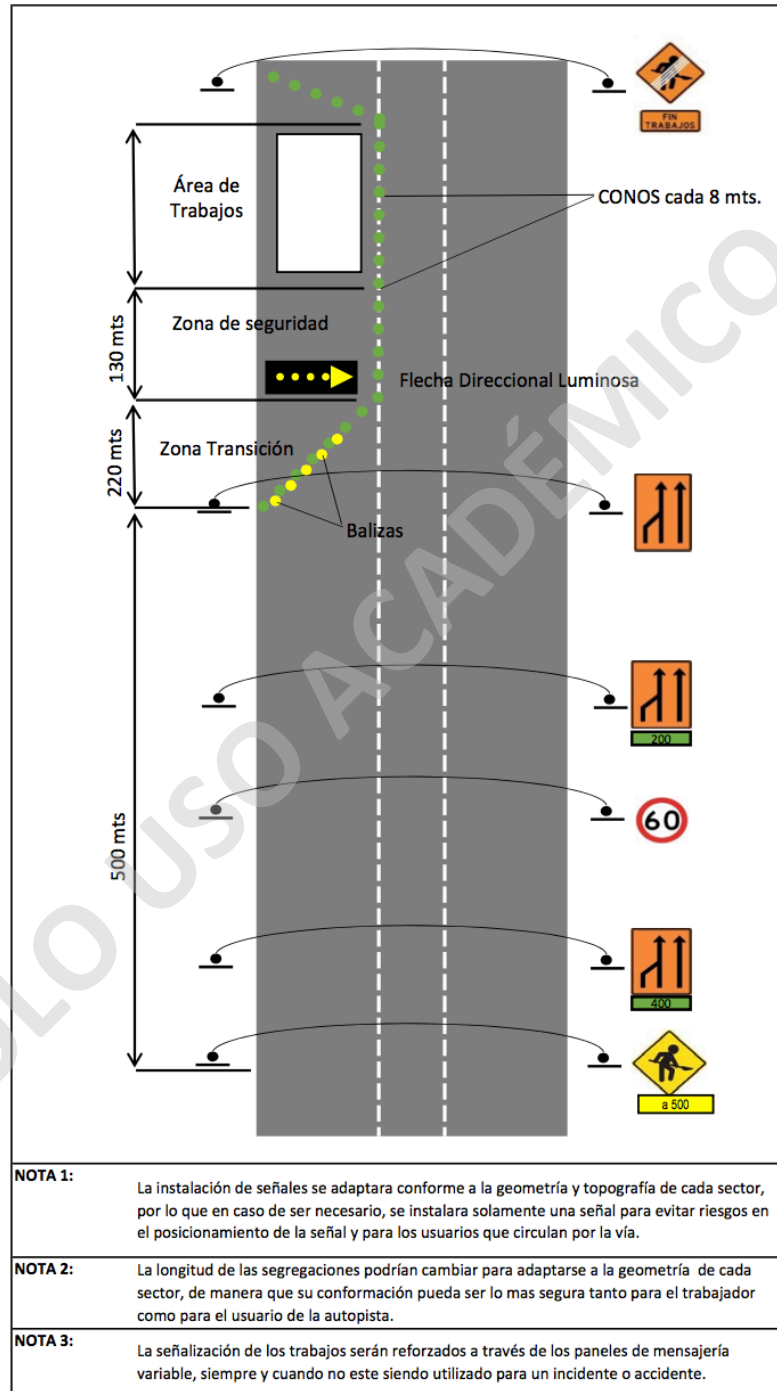
Material Termoplástico Multidot – Técnicas (2018). Obtenido de <https://www.hofmannmarking.de/es>

Sistemas Inteligentes de Tráfico – Líneas de negocio (2018). Obtenido de <http://www.sice.com>

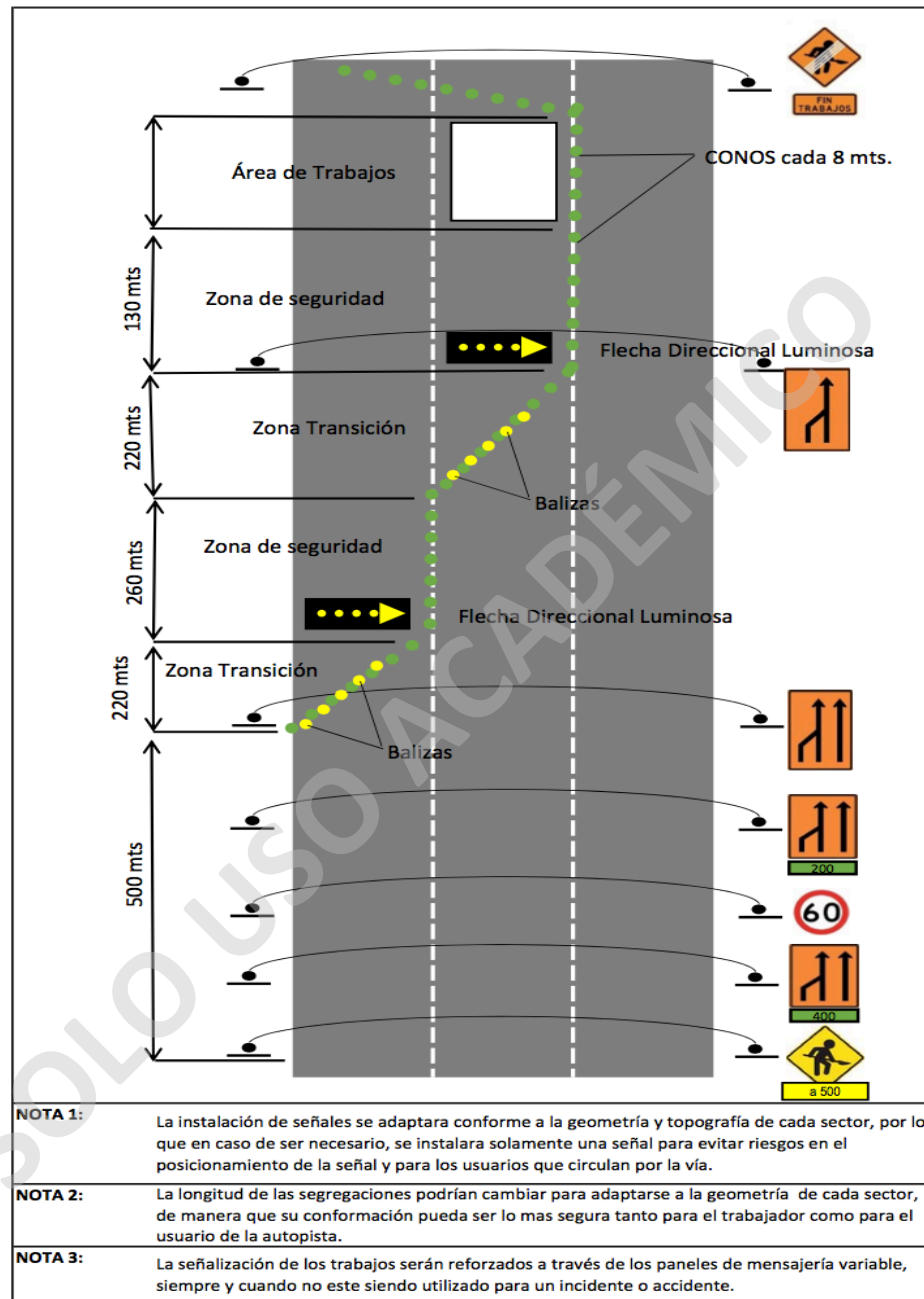
Uribe Anibal (2000). Manual de Señalización de Tránsito – Señales Verticales. Gobierno de Chile. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

ANEXOS

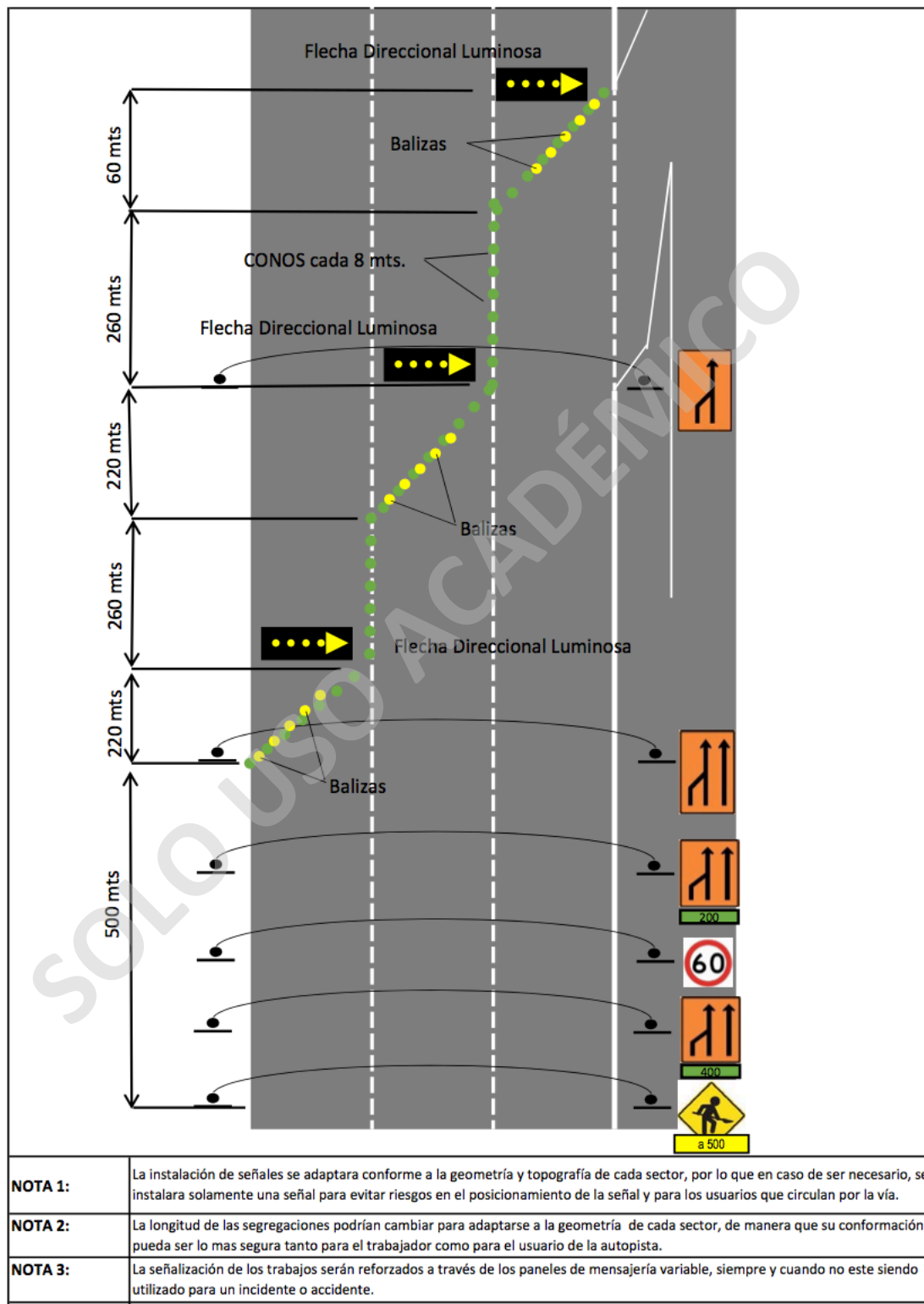
Anexo I: Segregación de una pista



Anexo II: Segregación de dos pistas



Anexo III: Cierre de calzada



SOLO USO ACADÉMICO