

REDEVU

***RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO
DEL ESPACIO VIAL URBANO***

1998

MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN Y COOPERACIÓN

COMISIÓN DE PLANIFICACIÓN DE INVERSIONES EN INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE

INDICE GENERAL

CAPÍTULO 1 FUNDAMENTOS Y DEFINICIONES	1.1/1	CAPÍTULO 2 ELEMENTOS DEL ESPACIO VIAL - URBANO	2.1.1
SECCIÓN 1.1 EL PRESENTE VOLUMEN	1.1/1	SECCIÓN 2.1 ELEMENTOS DE ARQUITECTURA	2.1/2
1.1.1 IDENTIFICACIÓN	1.1/1	2.1.1 ELEMENTOS LINEALES	2.1/2
1.1.2 TEMA Y NATURALEZA	1.1/1	2.1.1.1 BORDE DE JARDÍN	2.1/2
1.1.3 OBJETIVOS	1.1/1	2.1.1.2 BORDE DE REVESTIMIENTO	2.1/2
1.1.4 DESTINATARIOS	1.1/1	2.1.1.3 LÍMITE COMUNAL	2.1/2
1.1.5 RESPONSABILIDADES	1.1/1	2.1.1.4 LÍNEA DE CIERRE	2.1/2
1.1.6 ESTRUCTURA	1.1/1	a) Cierros de Predios No Edificados	2.1/2
1.1.7 ENTRADAS E ÍNDICES	1.1/1	b) Cierros de Predios Edificados	2.1/2
SECCIÓN 1.2. EL OBJETO DE DISEÑO	1.2/1	2.1.1.5 LÍNEA DE EDIFICACIÓN	2.1/2
1.2.1 DEFINICIONES	1.2/1	2.1.1.06 LÍNEA DE EXPROPIACIÓN	2.1/2
1.2.1.01 ESPACIO PÚBLICO Y PLATAFORMA PÚBLICA	1.2/1	2.1.1.07 LÍNEA OFICIAL	2.1/2
1.2.1.02 PLATAFORMAS Y ESPACIOS VIALES	1.2/1	2.1.1.08 REJA DE PROTECCIÓN DE ÁREAS VERDES	2.1/3
1.2.1.03 EL OBJETO DEL DISEÑO	1.2/1	2.1.1.09 SOLERILLA	2.1/3
1.2.1.04 DISEÑO VIAL-URBANO (DVU)	1.2/1	2.1.2 ELEMENTOS PUNTUALES	2.1/3
1.2.2 CONTEXTO URBANÍSTICO DEL DVU	1.2/1	2.1.2.01 ACCESO PROPIEDAD VEHÍCULO	2.1/3
1.2.3 CLASIFICACIÓN DE VÍAS	1.2/2	2.1.2.02 ACCESO PROPIEDAD PERSONA	2.1/3
1.2.3.01 FUNDAMENTOS	1.2/2	2.1/2.03 ANIMITA	2.1/3
1.2.3.02 CLASES DE VÍAS URBANAS	1.2/2	2.1.2.04 ÁRBOL	2.1/3
a) Vías Desplazadoras	1.2/3	a) Conceptos Generales	2.1/3
b) Vías Mixtas	1.2/3	i) Beneficios del Arbolado Urbano	2.1/3
c) Vías Emplazadoras	1.2/3	ii) Compromiso del Ciudadano Local	2.1/3
SECCIÓN 1.3. DISEÑO VIAL-URBANO	1.3/1	iii) Protocolo para la Descripción Mínima del Arbol Urbano	2.1/3
1.3.1 INTRODUCCIÓN	1.3/1	iv) Especies Aptas para el Ambiente Urbano	2.1/4
1.3.2 ELEMENTOS, UNIDADES Y DISPOSITIVOS	1.3/1	v) Riego	2.1/15
1.3.3 REQUISITOS Y SECUENCIA DEL DISEÑO	1.3/1	vi) Establecimiento de Plantaciones	2.1/15
1.3.4 FACTORES DETERMINANTES DEL DISEÑO	1.3/2	vii) Indicaciones para Mantenimiento de Árboles y Áreas Verdes	2.1/15
1.3.4.01 CATEGORÍA DE LA VÍA	1.3/2	viii) Bibliografía Sumaria	2.1/16
1.3.4.02 DEMANDA DE INFRAESTRUCTURA	1.3/2	2.1.2.05 ARBUSTO	2.1/16
1.3.4.03 RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN	1.3/2	2.1.2.06 ASIENTO	2.1/16
1.3.4.04 DISPONIBILIDAD DE SUPERFICIES	1.3/2	a) Asientos o Bancas de Descanso	2.1/17
1.3.4.05 VELOCIDADES DE DISEÑO Y OPERACIÓN	1.3/2	b) Lugares para la Estancia y su Relación con el Entorno	2.1/17
1.3.4.06 GRADO DE SATURACIÓN	1.3/2	c) Estancias en plazas y caminos animados, descanso y participación	2.1/17
1.3.4.07 CARACTERÍSTICAS DE LOS VEHÍCULOS	1.3/3	2.1.2.07 ASPERSOR	2.1/17
1.3.5 PERFILES TIPO - PLANTA	1.3/6	2.1.2.08 BASURERO	2.1/17
1.3.5.01 DEFINICIONES	1.3/6	2.1.2.09 BEBEDERO	2.1/17
1.3.5.02 EJEMPLOS DE DEFINICIÓN TRANSVERSAL	1.3/7	2.1.2.10 BUZÓN	2.1/17
a) Ejemplos de Perfiles Tipo de Vías Expresas	1.3/9	2.1.2.11 CÁMARA LUMINARIA	2.1/17
b) Ejemplos de Perfiles Tipo de Vías Troncales Mayores	1.3/9	2.1.2.12 CÁMARA PUBLICIDAD	2.1/17
c) Ejemplos de Perfiles Tipo de Vías Troncales Menores	1.3/10	2.1.2.13 FUENTE	2.1/17
d) Ejemplos de Perfiles Tipo de Vías Mixtas	1.3/11	2.1.2.14 JARDINERA	2.1/18
e) Ejemplos de Perfiles Tipo de Vías Vecinales	1.3/12	2.1.2.15 LÍMITE DE PROPIEDAD	2.1/18
f) Plantas Tipo de Pasajes	1.3/12	2.1.2.16 LUMINARIA	2.1/18
g) Plantas Tipo de Calle-Vereda y Calles Peatonales	1.3/12	2.1.2.17 MONUMENTO	2.1/19
1.3.6 ELEVACIÓN	1.3/13	2.1.2.18 OBRA DE ARTE URBANISMO	2.1/19
1.3.6.01 ELEMENTOS MAESTROS PARA LA ELEVACIÓN	1.3/13	2.1.2.19 POSTE ARQUITECTÓNICO	2.1/19
a) Borde de la Plataforma Proyectada (límite de obra)	1.3/13	2.1.2.20 PUBLICIDAD	2.1/19
b) Ejes (de replanteo) en Elevación	1.3/13	2.1.2.21 REFUGIO (PARADERO)	2.1/19
1.3.6.02 CONCILIACIÓN ALTIMÉTRICA	1.3/14	2.1.2.22 RELOJ	2.1/20
1.3.6.03 EJEMPLO DE DEFINICIÓN EN ELEVACIÓN	1.3/15	2.1.2.23 TAZA DE ÁRBOL	2.1/20
1.3.7 PRINCIPIOS DE COMPOSICIÓN	1.3/19	2.1.2.24 TELÉFONO PÚBLICO	2.1/20
1.3.7.01 INTEGRACIÓN EN EL LUGAR	1.3/19		
1.3.7.02 PUNTO DE FUGA	1.3/19		
1.3.7.03 ESPACIOS LIBRES Y VEHICULARES	1.3/19		
1.3.7.04 RITMO DEL PERFIL	1.3/20		
1.3.7.05 PERFIL ASIMÉTRICO	1.3/20		

SECCIÓN 2.2. ELEMENTOS DE VIALIDAD	2.2/1		
2.2.1 EJE DE REPLANTEO	2.2/1		
2.2.1.01 INTRODUCCIÓN	2.2/1		
2.2.1.02 ALINEACIONES	2.2/1		
a) Alineaciones Rectas	2.2/1		
i) Aspectos Generales	2.2/1		
ii) Longitudes Máximas	2.2/1		
iii) Longitudes Mínimas	2.2/1		
b) Curvas Circulares	2.2/2		
i) Descripción	2.2/2		
ii) El Problema Dinámico	2.2/2		
- El Coeficiente de Fricción Transversal	2.2/2		
- La Inclinación Transversal	2.2/3		
- La Relación entre las Variables	2.2/4		
iii) Radios Mínimos	2.2/4		
iv) Radios Mínimos con Contraperalte	2.2/5		
v) Radios Sobre los Mínimos	2.2/5		
vi) Desarrollos Mínimos	2.2/8		
c) Las Clotoides	2.2/8		
i) Descripción	2.2/8		
ii) Ventajas del Uso de la Clotoide	2.2/8		
iii) La Elección de la Clotoide	2.2/9		
- Condición Dinámica	2.2/9		
- Verificación por Transición de Peraltes	2.2/9		
- Condición Visual y Estética	2.2/9		
2.2.1.03 CONFIGURACIONES	2.2/9		
a) Configuraciones Recomendables	2.2/9		
i) Curva Circular con Clotoide de Enlace Simétrica (ARA)	2.2/9		
ii) Curva Circular con Clotoide de Enlace Asimétrica (ARB)	2.2/9		
iii) Curva en S	2.2/10		
iv) Ovoide	2.2/10		
v) Ovoide Doble	2.2/10		
b) Configuraciones Límite	2.2/10		
i) Curva Circular sin Clotoide	2.2/10		
ii) Reemplazo de la Clotoide por un Círculo	2.2/10		
iii) Curvas Circulares Contiguas	2.2/10		
c) Configuraciones No Recomendables	2.2/10		
i) Clotoides de Vértice	2.2/10		
ii) Falso Ovoide	2.2/10		
iii) Curva de Enlace con Clotoides Sucesivas	2.2/10		
2.2.1.04 TRANSICIONES DE PERALTE	2.2/15		
a) Descripción del Problema y Pendiente Relativa de Bordos	2.2/15		
b) Longitudes para la Transición de Peraltes	2.2/15		
c) Transición Cuando no Existen Clotoides	2.2/15		
i) Proporción del Peralte a Desarrollar en Recta	2.2/15		
ii) Ejemplos de Transición Cuando no Existen Clotoides	2.2/15		
d) Transiciones con Clotoides	2.2/16		
2.2.2 PERFIL LONGITUDINAL	2.2/20		
2.2.2.01 DESCRIPCIÓN	2.2/20		
2.2.2.02 INCLINACIÓN DE LAS RASANTES	2.2/20		
a) Pendientes Máximas Admisibles y sus Restricciones	2.2/20		
b) Pendientes Mínimas	2.2/20		
2.2.2.03 ENLACE DE RASANTES	2.2/20		
a) Descripción	2.2/20		
b) Parámetros Mínimos	2.2/20		
i) Aspectos Generales	2.2/20		
- Tiempo de Percepción y Reacción	2.2/20		
- Distancia de Visibilidad de Parada	2.2/21		
ii) Curvas Convexas	2.2/21		
iii) Curvas Cóncavas	2.2/21		
c) Longitudes Mínimas de Curvas Verticales	2.2/22		
d) Drenaje en Curvas Verticales	2.2/22		
2.2.3 PERFIL TRANSVERSAL	2.2/22		
2.2.4 SOLERAS	2.2/23		
2.2.4.01 DEFINICIÓN	2.2/23		
2.2.4.02 ASPECTOS GENERALES	2.2/23		
2.2.4.03 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES	2.2/23		
2.2.4.04 FUNCIONES	2.2/24		
a) Delimitación	2.2/24		
b) Recolección	2.2/24		
c) Contención	2.2/24		
d) Demarcación	2.2/24		
e) Seguridad	2.2/24		
2.2.4.05 TIPOS DE SOLERA	2.2/24		
a) Soleras Normales	2.2/24		
i) Tipo A	2.2/24		
ii) Tipo B	2.2/24		
iii) Tipo C	2.2/24		
b) Soleras Especiales	2.2/25		
i) Tipo Rebajada	2.2/25		
ii) Tipo Zarpa	2.2/25		
iii) Tipo Bordillo	2.2/25		
iv) Tipo Montable	2.2/25		
v) Tipo Solerilla	2.2/25		
vi) Tipo Barrera	2.2/25		
vii) Tipo A aumentada	2.2/25		
viii) Tipo Resalto	2.2/25		
ix) Otros Tipos	2.2/25		
2.2.5 BORDE DE BERMA Y S.A.C.	2.2/28		
2.2.6 BORDE DE CALZADA	2.2/28		
2.2.7 BORDE DE PAVIMENTO	2.2/28		
2.2.8 BORDE DE ZARPA	2.2/28		
2.2.9 BORDE DE VIALIDAD	2.2/28		
2.2.10 CURVA DE NIVEL	2.2/28		
2.2.11 LÍMITE DE OBRA	2.2/28		
2.2.12 LÍNEA DE FERROCARRIL	2.2/28		
2.2.13 LÍNEA DE TALUDES	2.2/28		
2.2.14 MANTENCIÓN \ REHAB. CALZADAS	2.2/28		
2.2.15 PUNTO DE COTA	2.2/28		
2.2.16 PUNTO DECAMÉTRICO DEL EJE DE REPLANTEO	2.2/28		
2.2.17 PUNTO HECTOMÉTRICO DEL EJE DE REPLANTEO	2.2/28		
2.2.18 PUNTO KILOMÉTRICO DEL EJE DE REPLANTEO	2.2/28		
2.2.19 PUNTO SINGULAR DEL EJE DE REPLANTEO	2.2/28		
2.2.20 PUNTO DE TANGENCIA EN EJE DE RIELES	2.2/28		
2.2.21 PUNTO DE TANGENCIA EN SOLERAS	2.2/28		
2.2.22 QUIEBRE DE PAVIMENTO	2.2/28		
2.2.23 VÉRTICE DE POLIGONAL	2.2/28		
2.2.24 VÉRTICES DE POLIGONAL (MALLA)	2.2/29		
2.2.25 VÉRTICE PARA REPLANTEO	2.2/29		
SECCIÓN 2.3 ELEMENTOS DE TRÁNSITO	2.3/1		
2.3.1 BARRERAS Y DEFENSAS	2.3/1		
2.3.1.01 DEFINICIONES	2.3/1		
2.3.1.02 BARRERA DE SEGURIDAD	2.3/1		
a) Antecedentes	2.3/1		
b) Problemas	2.3/1		
c) Recomendaciones	2.3/1		

2.3.1.03	BARRERA MEDIANERA	2.3/2	e)	Aberturas	2.3/8
a)	Antecedentes	2.3/2	i)	Accesos a la Propiedad	2.3/8
b)	Problemas	2.3/2	ii)	Conexiones con la Calzada	2.3/8
c)	Recomendaciones	2.3/2	f)	Figuras Informativas	2.3/8
2.3.2	BORDES ALERTADORES	2.3/3	2.3.3.05	PARA TRÁNSITO DE PEATONES	2.3/8
2.3.2.01	ASPECTOS GENERALES	2.3/3	a)	Cruce Semaforzado	2.3/8
2.3.2.02	RECOMENDACIONES DE USO	2.3/3	b)	Cruces de Prioridad	2.3/8
2.3.2.03	RECOMENDACIONES TÉCNICAS	2.3/3	i)	En Arco	2.3/8
a)	Materiales	2.3/3	ii)	En Esquina	2.3/8
b)	Drenaje	2.3/3	2.3.4	DETECTOR VEHICULAR	2.3/12
c)	Peatones y Ciclistas	2.3/3	2.3.5	ELEMENTOS SONOROS	2.3/12
2.3.3	DEMARCACIONES	2.3/3	2.3.5.01	PROPÓSITOS	2.3/12
2.3.3.01	ASPECTOS GENERALES	2.3/3	2.3.5.02	TIPOS	2.3/12
2.3.3.02	PARA TRÁNSITO COMÚN	2.3/4	2.3.5.03	RUIDO	2.3/12
a)	Separación de Pistas	2.3/4	2.3.5.04	PLANEAMIENTO	2.3/12
b)	Aparición/Desaparición de Pistas	2.3/4	a)	Ancho Total o Medio	2.3/12
c)	Línea Central	2.3/4	b)	Ciclistas y Drenaje	2.3/13
d)	No Estacionar	2.3/4	c)	Apariencia	2.3/13
e)	Cruce Semaforzado	2.3/4	d)	Localización	2.3/13
i)	Línea de Detención	2.3/4	e)	Señalización	2.3/13
ii)	Líneas Trazadoras	2.3/5	f)	Altura	2.3/13
f)	Cruces de Prioridad	2.3/5	g)	Modelo	2.3/13
i)	Pare	2.3/5	h)	Materiales	2.3/13
ii)	Ceda el Paso	2.3/5	2.3.6	LOMOS DE TORO	2.3/13
g)	Sentidos de Tránsito	2.3/5	2.3.6.01	ASPECTOS GENERALES	2.3/13
h)	Zonas de Advertencia: Achurado	2.3/5	2.3.6.02	IDENTIFICACIÓN DE DEMANDA	2.3/13
i)	Achurado en diagonal	2.3/5	a)	Ubicación	2.3/13
ii)	Achurado en "V"	2.3/5	b)	Requisitos Básicos para su Instalación	2.3/13
i)	No Bloquear Cruce	2.3/5	2.3.6.03	CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO	2.3/14
j)	Textos de Advertencia	2.3/5	a)	En Cruces de Prioridad	2.3/14
i)	Lento	2.3/5	b)	En Arco	2.3/14
ii)	No Entrar	2.3/5	c)	Cruces Peatonales	2.3/14
h)	Estacionamientos	2.3/5	d)	En Vías con Pendiente	2.3/14
i)	Comunes	2.3/5	e)	En Cruces Ferroviarios	2.3/14
ii)	Para taxis	2.3/5	2.3.6.04	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	2.3/15
2.3.3.03	PARA TRÁNSITO DE BUSES	2.3/6	a)	Construcción	2.3/15
a)	Separación de Pistas	2.3/6	b)	Visibilidad y Demarcación	2.3/15
i)	Separación pistas "solobús" de las de tránsito común	2.3/6	c)	Señalización	2.3/15
ii)	Separación de 2 o más pistas "solobús" entre sí	2.3/6	2.3.6.05	EVALUACIÓN DE LA MEDIDA	2.3/15
b)	Generación de Pistas	2.3/6	2.3.7	PARQUÍMETROS	2.3/15
c)	Paraderos	2.3/6	2.3.8	SEMAFORIZACIÓN	2.3/15
d)	Flechas	2.3/6	2.3.8.01	CÁMARA DE SEMÁFORO	2.3/15
2.3.3.04	PARA TRÁNSITO DE BICICLOS	2.3/6	2.3.8.02	CASETA DE SEMÁFORO	2.3/16
a)	Cruce Semaforzado	2.3/6	2.3.8.03	SEMÁFORO	2.3/16
i)	Línea de Detención	2.3/7	a)	Tipos de semáforos	2.3/16
ii)	Borde de Ciclovia	2.3/7	b)	Ubicación	2.3/16
b)	Cruces de Prioridad	2.3/7	c)	Mantenimiento	2.3/16
i)	En Arco	2.3/7	2.3.9	SEÑALIZACIÓN	2.3/16
-	En Vía Importante	2.3/7	a)	Tipos de Señales	2.3/16
-	En Vía Secundaria	2.3/7	b)	Ubicación	2.3/16
ii)	En Esquina	2.3/7	2.3.10	TACHAS O ESTOPEROS	2.3/18
-	A Nivel	2.3/7	2.3.11	TOPE VEHICULAR	2.3/19
-	Desnivelada	2.3/7	2.3.11.01	ASPECTOS GENERALES	2.3/19
c)	Línea Central y División de Pistas	2.3/7	2.3.11.02	UBICACIÓN	2.3/19
d)	Separación de Ciclobandas	2.3/8	2.3.11.03	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	2.3/19
i)	En Calzada	2.3/8	2.3.11.04	RECOMENDACIONES FINALES	2.3/19
ii)	En Acera	2.3/8	2.3.12	VALLAS PEATONALES	2.3/19
			2.3.12.01	ASPECTOS GENERALES	2.3/19

2.3.12.02	RECOMENDACIONES DE USO	2.3/20
2.3.12.03	PROPÓSITOS	2.3/20
2.3.12.04	DEFINICIONES	2.3/20
2.3.12.05	GEOMETRÍA DEL CONJUNTO	2.3/20
a)	Construcción	2.3/20
b)	Puertas	2.3/20
c)	Alturas	2.3/20
d)	Postes	2.3/20
e)	Barrotes	2.3/20
f)	Viga Intermedia	2.3/20
2.3.12.06	ESPECIFICACIONES DE LOS COMPONENTES	2.3/20
2.3.12.07	RESISTENCIA Y CARGA DE DISEÑO	2.3/21
a)	Clases	2.3/21
b)	Postes	2.3/21
c)	Vigas	2.3/21
d)	Barrotes	2.3/21
e)	Fundaciones	2.3/21
f)	Cargas de prueba	2.3/21
2.3.12.08	TERMINACIONES	2.3/21
a)	Tratamientos de Superficie	2.3/21
b)	Marcas	2.3/21
c)	Uniones Soldadas	2.3/21
SECCIÓN 2.4	ESTRUCTURAS	2.4/1
2.4.1	ALCANCE DE LA SECCIÓN	2.4/1
2.4.2	GÁLIBOS	2.4/1
2.4.2.01	ASPECTOS GENERALES	2.4/1
2.4.2.02	LUCES LIBRES LATERALES	2.4/1
2.4.2.03	LUCES LIBRES VERTICALES	2.4/2
2.4.3	VISIBILIDAD	2.4/2
2.4.3.01	VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES	2.4/2
2.4.3.02	VISIBILIDAD EN CURVAS VERTICALES	2.4/2
CAPÍTULO 3	UNIDADES VIAL - URBANAS	3.1/1
SECCIÓN 3.1	PISTAS	3.1/1
3.1.1	ASPECTOS GENERALES	3.1/1
3.1.2	PISTAS COMUNES	3.1/1
3.1.2.01	DEFINICIÓN	3.1/1
3.1.2.02	ANCHO DE LAS PISTAS COMUNES	3.1/1
a)	Anchos Recomendables y Mínimos	3.1/1
b)	Repartición de Excedentes	3.1/1
c)	Ancho de Pistas y Ancho de la Demarcación	3.1/2
3.1.2.03	PENDIENTE TRANSVERSAL DE LAS PISTAS COMUNES	3.1/2
3.1.3	PISTAS SEGREGADAS	3.1/2
3.1.3.01	PISTAS PARA BUSES	3.1/2
a)	De Circulación	3.1/2
i)	Definición	3.1/2
ii)	Ancho de las Pistas de Circulación	3.1/3
iii)	Pendiente Transversal de las Pistas de Circulación	3.1/3
b)	De Adelantamiento	3.1/3
i)	Definición	3.1/3
ii)	Ancho de la Zona de Adelantamiento de Buses	3.1/3
iii)	Pendiente Transversal de Pistas de Adelantamiento	3.1/3
3.1.3.02	PISTAS SEGREGADAS PARA BICICLOS (CICLOVÍAS)	3.1/3
a)	Definiciones	3.1/3
b)	Ancho de las Pistas para Biciclos	3.1/3
c)	Pendiente Transversal de las Pistas para Biciclos	3.1/4
d)	Trazado en Planta para Biciclos	3.1/4
e)	Trazado en Elevación para Biciclos	3.1/4
3.1.4	PISTAS DE GIRO	3.1/4
3.1.4.01	RAMALES	3.1/4
a)	Tipos de Ramales	3.1/5
i)	Directos	3.1/5
ii)	Semi directos	3.1/5
iii)	Lazos	3.1/5
b)	Ancho de Ramales	3.1/5
c)	Pendiente Transversal de los Ramales	3.1/6
3.1.4.02	PISTAS DE CAMBIO DE VELOCIDAD	3.1/7
a)	Tipos y Elementos	3.1/7
i)	Aspectos Generales	3.1/7
ii)	Pistas de Aceleración	3.1/8
iii)	Pistas de Deceleración	3.1/9
-	Caso I: existe curva de acuerdo de longitud \geq que LD	3.1/9
-	Caso II: la curva de acuerdo es menor que LD o no existe	3.1/11
iv)	Pistas Centrales de Deceleración y Espera	3.1/12
b)	Ancho de Pistas de Cambio de Velocidad	3.1/12
c)	Pendiente Transversal de las Pistas de Cambio de Velocidad	3.1/13
SECCIÓN 3.2	BANDAS DE ESTACIONAMIENTO	3.2/1
SECCIÓN 3.3	SEPARADORES	3.3/1
3.3.1	ASPECTOS GENERALES	3.3/1
3.3.2	BANDEJONES Y MEDIANAS	3.3/1
3.3.2.01	DEFINICIONES	3.3/1
3.3.2.02	ANCHO DE BANDEJONES Y MEDIANAS	3.3/1
3.3.2.03	PENDIENTE TRANSVERSAL DE BANDEJONES Y MEDIANAS	3.3/3
3.3.2.04	GENERACIÓN DE MEDIANAS	3.3/3
3.3.2.05	BANDEJONES COMO ÁREAS MIXTAS	3.3/5
3.3.3	ISLAS	3.3/6
3.3.3.01	FUNCIÓN PEATONAL	3.3/6
3.3.3.02	FUNCIÓN VEHICULAR	3.3/6
3.3.4	SOLERONES Y BARRERAS	3.3/7
3.3.4.01	ASPECTOS GENERALES	3.3/7
3.3.4.02	USOS	3.3/7
3.3.4.03	DIMENSIONES DE SOLERONES	3.3/7
3.3.5	BERMAS Y S.A.C	3.3/7
3.3.5.01	DEFINICIONES	3.3/7
3.3.5.02	ANCHOS DE BERMAS Y S.A.C.	3.3/8
3.3.5.03	PENDIENTES TRANSVERSALES DE LAS BERMAS Y S.A.C.	3.3/8
SECCIÓN 3.4	UNIONES	3.4/1
3.4.1	ASPECTOS GENERALES	3.4/1
3.4.2	ENTRE CALZADAS	3.4/1
3.4.2.01	FLUJOS DE IGUAL SENTIDO	3.4/1
a)	Terminales Simples	3.4/1
b)	Puntas de Empalme	3.4/2
i)	Definiciones	3.4/2
ii)	Puntas de Empalmes de Salida	3.4/2
iii)	Puntas de Empalmes de Entrada	3.4/3
3.4.2.02	FLUJOS ENCONTRADOS	3.4/5
a)	Aberturas de Mediana: Aspectos Generales	3.4/5
b)	Abertura Mínima de la Mediana en Zona de Cruce	3.4/5
c)	Trazados Alternativos para Rematar la Mediana Interrumpida	3.4/5
d)	Trazados Mínimos para Giros a Izquierda	3.4/6
e)	Trazados por Sobre los Mínimos en Giros a la Izquierda	3.4/6
f)	Mediana Ensanchada: Cruce por Etapas	3.4/7
g)	Giros en "U" en Torno a la Mediana	3.4/7
h)	Ancho de la Mediana y Tipo de Maniobra Asociada al Giro en "U"	3.4/7
i)	Aplicación de los Trazados para Medianas Abiertas a las Islas Divisorias en Intersecciones	3.4/9

3.4.2.03	RETRANQUEOS	3.4/8
3.4.2.04	CUÑAS	3.4/8
3.4.3	ACCESOS AL ENTORNO	3.4/10
3.4.3.01	ACCESOS VEHICULARES	3.4/10
a)	Aspectos Generales	3.4/10
b)	Acceso Típico (Estación de Servicio)	3.4/11
c)	Cálculo de la Distancia d_q y d_2	3.4/11
3.4.3.02	ACCESOS PEATONALES	3.4/12
SECCIÓN 3.5	ENSANCHES	3.5/1
3.5.1	ASPECTOS GENERALES	3.5/1
3.5.2	VARIACIÓN DEL NÚMERO DE PISTAS	3.5/1
3.5.3	APARICIÓN Y DESAPARICIÓN DE BANDAS DE ESTACIONAMIENTO	3.5/1
3.5.4	APARICIÓN Y DESAPARICIÓN DE CICLOBANDAS	3.5/1
3.5.5	VARIACIÓN DEL ANCHO DE PISTAS EN RECTA	3.5/1
3.5.6	GENERACIÓN DE ZONAS DE PARADA DE BUSES	3.5/2
3.5.7	SOBREANCHOS EN CURVAS	3.5/2
SECCIÓN 3.6	BANDAS PEATONALES	3.6/1
3.6.1	ASPECTOS GENERALES	3.6/1
3.6.1.01	DEFINICIONES	3.6/1
3.6.1.02	CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DEL PEATÓN	3.6/1
a)	Velocidad y Densidad de Flujos Peatonales	3.6/1
b)	Espacios Ocupados por los Peatones	3.6/1
3.6.1.03	CAPACIDAD DE BANDAS PEATONALES	3.6/1
3.6.2	BANDAS PEATONALES NORMALES	3.6/3
3.6.2.01	ARCOS	3.6/3
a)	Planta	3.6/3
i)	Alineación	3.6/3
ii)	Ancho	3.6/3
b)	Sección Transversal	3.6/3
c)	Elevación	3.6/3
3.6.2.02	ESQUINAS	3.6/3
3.6.3	CRUCES DE CALZADA	3.6/4
3.6.3.01	ASPECTOS GENERALES	3.6/4
3.6.3.02	CRUCES DE PEATONES EN ARCO	3.6/4
3.6.3.03	CRUCES DE PEATONES EN LAS ESQUINAS	3.6/5
3.6.3.04	CONSIDERACIONES EN TORNO A LA DEMARCACIÓN PEATONAL	3.6/5
3.6.4	ENSANCHES (VEREDAS)	3.6/5
3.6.4.01	PARADEROS	3.6/5
3.6.4.02	COMERCIO	3.6/5
3.6.4.03	ESCUELAS	3.6/5
3.6.4.04	ESQUINAS Y CRUCES PEATONALES	3.6/6
3.6.4.05	LUGARES DE ESPECTÁCULOS	3.6/6
3.6.5	DESNIVELACIONES	3.6/6
3.6.5.01	PASOS A DISTINTO NIVEL	3.6/6
a)	Inferiores	3.6/6
b)	Superiores	3.6/6
3.6.5.02	ACCESOS	3.6/6
a)	Rampas	3.6/6
b)	Rampas Escalonadas	3.6/7
c)	Escaleras	3.6/7
d)	Escaleras Mecánicas	3.6/7
e)	Cintas Transportadoras	3.6/7
3.6.5.03	REBAJES	3.6/7
a)	En Cruces de Calzada	3.6/7
b)	En Separadores	3.6/8
c)	Rodados	3.6/8

SECCIÓN 3.7	RESERVAS EN ACERAS Y SEPARADORES	3.7/1
3.7.1	ASPECTOS GENERALES	3.7/1
3.7.2	FRANJAS VERDES	3.7/1
3.7.3	FRANJAS DE SERVICIO	3.7/2
3.7.3.01	ILUMINACIÓN	3.7/2
a)	Parámetros de Diseño	3.7/2
b)	Tipos y Dimensiones	3.7/2
c)	Disposición e Iluminancia	3.7/2
3.7.3.02	MOBILIARIO Y SERVICIOS	3.7/3
3.7.3.03	SEÑALIZACIÓN	3.7/3
3.7.3.04	PARQUÍMETROS	3.7/3
3.7.4	FRANJAS PARA PROTECCIONES	3.7/3
CAPÍTULO 4	DISPOSITIVOS VIAL - URBANOS	4.1/1
SECCIÓN 4.1	ARCOS VIALES	4.1/1
4.1.1	ASPECTOS GENERALES	4.1/1
4.1.1.01	DEFINICIONES	4.1/1
4.1.1.02	PROPÓSITOS DE LA PRESENTE SECCIÓN	4.1/1
4.1.2	VÍAS SIMPLES	4.1/1
4.1.2.01	TRÁNSITO COMÚN	4.1/1
4.1.2.02	CON PISTAS PARA BUSES (SOLOBÚS)	4.1/1
4.1.3	VÍAS COMPUESTAS	4.1/1
4.1.3.01	CON CALZADA LATERAL	4.1/1
4.1.3.02	CON VÍAS EXCLUSIVAS PARA BUSES	4.1/1
4.1.3.03	CON CICLOVÍAS	4.1/4
a)	Definiciones y Generalidades	4.1/4
b)	Ciclopistas Unidireccionales	4.1/4
c)	Ciclopistas Bidireccionales	4.1/4
d)	Ciclobandas Unidireccionales	4.1/4
e)	Ciclobandas Bidireccionales	4.1/4
4.1.4	VÍAS ESPECIALES	4.1/7
4.1.4.01	CALLES-VEREDA	4.1/7
a)	Aspectos Generales	4.1/7
b)	Recomendaciones para el Diseño	4.1/7
c)	Vehículos a Considerar en el Diseño de Calles-Vereda	4.1/7
d)	Maniobras del Vehículo Tipo Máximo para Calles-Vereda	4.1/7
e)	Planta de las Bandas Continuas	4.1/12
f)	Perfil Longitudinal	4.1/12
g)	Secciones Transversales	4.1/12
4.1.4.02	CALLES PEATONALES	4.1/16
4.1.4.03	PASAJES Y CALLES SIN SALIDA	4.1/16
SECCIÓN 4.2	COMPLEJOS PEATONALES Y PAISAJÍSTICOS	4.2/1
4.2.1	ASPECTOS GENERALES	4.2/1
4.2.2	ACERAS COMUNES	4.2/1
4.2.3	VEREDONES	4.2/1
4.2.4	PASEOS	4.2/1
4.2.5	PLAZAS Y PLAZOLETAS	4.2/2
4.2.6	FERIAS	4.2/2
4.2.7	TERRAZAS	4.2/3
SECCIÓN 4.3	INTERSECCIONES	4.3/1
4.3.1	ASPECTOS GENERALES	4.3/1
4.3.1.01	DEFINICIONES	4.3/1
4.3.1.02	ANTECEDENTES PARA EL DISEÑO	4.3/1
4.3.1.03	PRINCIPIOS BÁSICOS DEL DISEÑO	4.3/1
a)	Preferencia de los Movimientos Principales	4.3/1
b)	Reducción de las Áreas de Conflicto	4.3/1
c)	Perpendicularidad de las Trayectorias cuando se Cortan	4.3/1

d)	Paralelismo de las Trayectorias cuando Convergen o Divergen	4.3/2
e)	Separación de los Puntos de Conflicto	4.3/2
f)	Separación de los Movimientos	4.3/2
g)	Control de la Velocidad	4.3/2
h)	Control de los Puntos de Giro	4.3/2
i)	Creación de Zonas Protegidas	4.3/2
j)	Visibilidad	4.3/2
k)	Previsión	4.3/2
l)	Sencillez y Claridad	4.3/2
4.3.1.04	TIPOS DE INTERSECCIONES	4.3/2
a)	Empalmes (3 Ramas)	4.3/2
b)	Cruces (4 Ramas)	4.3/2
c)	Encuentros (Más de 4 Ramas)	4.3/2
d)	Giratorias	4.3/4
i)	Rotondas	4.3/4
ii)	Mini-Rotondas	4.3/4
4.3.1.05	INFLUENCIA DE LA FORMA Y SUPERFICIE DE LOS CRUCES SOBRE LA CAPACIDAD	4.3/4
a)	Relación entre Superficie y Capacidad	4.3/4
b)	Relación entre Forma y Capacidad	4.3/4
4.3.1.06	CAPACIDAD EN TRAMOS DE TRENZADO	4.3/7
a)	Definición	4.3/7
b)	Diseño y Capacidad	4.3/7
c)	Niveles de Servicio	4.3/7
4.3.2	ELEMENTOS DE DISEÑO DE INTERSECCIONES	4.3/9
4.3.2.01	DEFINICIÓN EN PLANTA	4.3/9
a)	Ejes de Replanteo	4.3/9
b)	Radios Mínimos	4.3/10
i)	Radios Mínimos para Velocidades muy Bajas	4.3/11
ii)	Radios Mínimos en Intersecciones sin Canalizar y $V \leq 20$ km/h	4.3/11
iii)	Radios Mínimos en Intersecciones Canalizadas y $V > 20$ km/h	4.3/11
c)	Curvas de Transición	4.3/13
i)	Clotoides	4.3/13
ii)	Curvas Circulares Compuestas	4.3/13
4.3.2.02	ALTIMETRÍA DE LAS INTERSECCIONES	4.3/14
a)	Aspectos Generales	4.3/14
b)	Desarrollo de Peraltes en Terminales de Giro	4.3/14
i)	Aspectos Generales	4.3/14
ii)	Aristas entre Calzadas y Superficies Anexas	4.3/15
iii)	Transición de Peraltes	4.3/15
c)	Principios Básicos para Definir la Elevación de Intersecciones en Plataforma Única	4.3/15
4.3.3	INTERSECCIONES DE VÍAS COMPUESTAS	4.3/16
4.3.3.01	CON CALZADA LATERAL	4.3/16
4.3.3.02	CON VÍAS EXCLUSIVAS PARA BUSES	4.3/17
4.3.3.03	CON CICLOVÍAS	4.3/20
a)	Intersecciones Desniveladas	4.3/20
b)	Intersecciones a Nivel	4.3/20
c)	Inserciones en la Calzada	4.3/20

SECCIÓN 4.4	PARADEROS	4.4/1
4.4.1	PARADEROS NORMALES	4.4/1
4.4.2	PARADEROS EN VÍAS EXCLUSIVAS	4.4/1
4.4.3	NÚMERO Y DISTANCIAMIENTO DE SITIOS	4.4/1
SECCIÓN 4.5	ESTACIONAMIENTOS SEGREGADOS	4.5/1
4.5.1	DEFINICIONES	4.5/1
4.5.2	ANÁLISIS	4.5/1
4.5.2.01	ANÁLISIS URBANO	4.5/1
4.5.2.02	PERCEPCIÓN DEL LUGAR	4.5/1
4.5.2.03	ZONAS ESPACIALMENTE DIFERENTES	4.5/1
4.5.2.04	PROBLEMAS	4.5/1
4.5.3	ESTACIONAMIENTOS POR ZONAS	4.5/1
4.5.3.01	ESTACIONAMIENTOS EN ZONA RESIDENCIAL	4.5/2
4.5.3.02	ESTACIONAMIENTOS EN ZONA CÍVICO-COMERCIAL	4.5/2
4.5.4	ESTACIONAMIENTOS EN EDIFICIOS	4.5/5

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS Y DEFINICIONES

SECCIÓN 1.1 EL PRESENTE VOLUMEN

1.1.1 IDENTIFICACIÓN

El presente **Volumen 3 del Manual de Vialidad Urbana: "Recomendaciones para el Diseño del Espacio Vial-Urbano (REDEVU)"**, es una nueva versión del publicado en el año 1984 por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, llamado entonces "Recomendaciones para el Diseño de Elementos de Infraestructura Vial Urbana (REDEVU)".

1.1.2 TEMA Y NATURALEZA

El tema central de este Volumen, como lo fue en su antecedente, es el diseño de los elementos constitutivos de la vialidad urbana, entendida ésta como parte inseparable de un contexto espacial urbano (Sección 1.2.).

Los contenidos del Volumen -criterios, formas y valores- mantienen la naturaleza de recomendaciones que la versión original reconocía, especialmente en lo relativo a los aspectos inmateriales de dicho espacio urbano (Sección 1.2.).

No obstante lo anterior, como la experiencia acumulada en el país permite una mayor rigurosidad en ciertos aspectos del Diseño Vial-Urbano (DVU, Sección 1.3.), y como los crecientes problemas de operación de la red vial urbana lo recomiendan, esta nueva versión muestra en algunos casos un carácter normativo.

Cuando este carácter se manifiesta aparece expresado en un tono mandatorio. Sin embargo, los mandatos no pueden ser entendidos como inflexibles, ya que, frecuentemente, la rigidez del objeto de diseño (Sección 1.2) no lo permite. Los destinatarios de este Volumen (Tópico 1.1.4) deberán siempre conciliar sus términos con las restricciones impuestas por la realidad (Tópico 1.1.5).

Para explicar la bivalencia de este Volumen 3, que por su naturaleza sólo recomienda, pero que pretende normar en la medida de lo posible, conviene recordar el criterio que dice que una norma se debe respetar o trasgredir buenamente, pero nunca ignorar.

1.1.3 OBJETIVOS

El objetivo general y primero de este Volumen es el mismo de su antecedente: contribuir al mejoramiento del sistema de transporte de nuestras ciudades y a la defensa de los valores urbanísticos (1.2.2) que sobreviven en ellas, interpretando el objeto EVU como una interioridad social. Esta generalidad orienta las siguientes mejoras de la versión original:

- Se enfatizaron las relaciones entre el objeto específico del DVU (1.2) y su contexto urbanístico.
- Se actualizó el Volumen: eliminando, agregando, profundizando, simplificando, corrigiendo materias.

- Se reestructuró el contenido, en parte como consecuencia de lo anterior pero también para favorecer el acceso a dichas materias y facilitar su consulta.

1.1.4 DESTINATARIOS

Este manual está dirigido a todos los agentes modificadores del espacio vial-urbano: planificadores de inversiones, autores y revisores de proyectos, constructores e inspectores de obras; sean ellos profesionales o expertos acreditados; actuando individual o conjuntamente, como personas naturales o jurídicas, privadamente o en representación del Estado.

1.1.5 RESPONSABILIDADES

Se llama a los destinatarios de este manual (Tópico 1.1.4) a interiorizarse con las materias y formas del mismo. Ellos son responsables de que las modificaciones del Espacio Público -proyectadas, supervisadas o construidas- se ajusten a estas recomendaciones.

Cuando no sea posible ceñirse a éstas (Tópico 1.1.2) o cuando se identifiquen vacíos o defectos en el Manual, los agentes podrán proponer y usar otras soluciones. Estas soluciones deberán ser eficientes para el caso especial o compromiso aceptable frente a las circunstancias del diseño, y todas deberán contar con la aprobación de las autoridades pertinentes.

El contenido de este Manual no es alternativa al conocimiento y juicio del diseñador. Éste debe conciliar lo aquí redactado con las peculiaridades del problema a resolver. Esto significa que no podrá aducirse, como justificación de soluciones de diseño inadecuadas, la aplicación literal de partes de dicho contenido.

1.1.6 ESTRUCTURA

La presentación de los contenidos del presente volumen se apoya principalmente en tres órdenes lógicos.

El primero -complejidad (cuadro 1.2.1)- ordena el resto del volumen en **elementos** (Capítulo 2.), **unidades** (Capítulo 3) y **dispositivos** (Capítulo 4) vial-urbanos. A su vez, los elementos se subdividen en puntuales y lineales, quedando el concepto de superficie asociado a las unidades y dispositivos.

El segundo ordena cada cosa representable del objeto EVU según su afinidad con una de cinco áreas temáticas: **arquitectura, vialidad, tránsito, servicios y estructuras**.

El último es el orden secuencial. A pesar de ser connatural al proceso de diseño, se recurre a la diacronía sólo donde es útil y posible: en la Sección 1.3, y parcialmente en el Capítulo 3.

1.1.7 ENTRADAS E ÍNDICES

Al inicio del presente Volumen contienen un Índice General -temático o convencional- de su contenido, un Índice de Cuadros y un Índice de Láminas. Los títulos y niveles de desglose se identifican y jerarquizan mediante el siguiente formato y tipografía:

Las páginas se numeran con el formato "n-m", donde "n" es el número del capítulo y "m" el de la página al interior del mismo.

CAPÍTULO 2	ELEMENTOS DEL EVU
SECCIÓN 2.1	ELEMENTOS DE VIALIDAD
2.1.1	ELEMENTOS LINEALES Tópico
2.1.1.1	EJES DE REPLANTEO Párrafo
b)	Alineaciones Literal
i)	Alineaciones Rectas Acápite

Los apartados principalmente alfanuméricos de este Manual son "cuadros" y los predominantemente gráficos se denominan "láminas". Unos y otras se individualizan con un número "n.m-i", donde "n.m" identifica a la sección a la que pertenecen, e "i" los (las) sitúa correlativamente al interior de esta sección. Por ejemplo, el "Cuadro 1.1-1" es la primera tabla o recuadro de la "Sección 1.1.", y la "Lámina 3.2-7" es la séptima figura de la "Sección 3.2."; cualquiera sea el tópico, párrafo, literal o acápite en que se generen.

Al final del volumen, las materias se listan en un índice alfabético, también llamado analítico, que permite la búsqueda directa de los textos, cuadros y láminas afines a la materia nominada.

También al final, en página desplegable, una lámina refiere los principales dispositivos vial-urbanos a la parte del volumen que los tiene como objeto principal (índice gráfico). Esta lámina sugiere una superficie urbana con la mayoría de los tipos de dispositivos y de unidades viales.

SECCIÓN 1.2 EL OBJETO DE DISEÑO

1.2.1 DEFINICIONES

1.2.1.01 ESPACIO PÚBLICO Y PLATAFORMA PÚBLICA

Una ciudad puede ser entendida como un conjunto de espacios privados, comunicados entre sí y con el resto del mundo a través de otro complementario y continuo: el **Espacio Público**.

El **Espacio Público** está constituido por el subsuelo y la atmósfera, entre profundidades y alturas variables. El plano común que los separa, la **Plataforma Pública**, es la superficie basal de la parte visible de dicho espacio.

1.2.1.02 PLATAFORMAS Y ESPACIOS VIALES

Si se excluyen de la plataforma pública plazas, parques, recintos fiscales, cauces y otras áreas de magnitud significativa cuyas funciones primordiales no son el transporte, lo que queda es la **Plataforma Vial**, que es el conjunto de las llamadas vías urbanas definidas en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (Decreto Supremo N° 47; MINVU; Diario Oficial 05.06.92).

La **Plataforma Vial-Urbana** es la misma plataforma pública, extendida hacia la superficie privada -principalmente entre las líneas oficiales y las líneas de fachada (antepatio)- y hacia la parte no vial de la Plataforma Pública (plazas, cauces, etc.), en la medida que los espacios basados sobre unas y otras sean visibles e influyan en la imagen que los habitantes tienen de la ciudad.

El **Espacio Vial-Urbano** (EVU) es aquél cuya base es la Plataforma Vial-Urbana así definida.

1.2.1.03 EL OBJETO DEL DISEÑO

El objeto del DVU es la plataforma vial en el área de diseño, incluyendo los elementos, unidades y dispositivos que, combinados entre sí y conjugados con los espacios urbanos adyacentes y visibles, constituyen el EVU (1.3.5.01).

Cuando el diseño requiere expropiaciones, el objeto se extiende hacia las superficies privadas que se incorporan a la plataforma vial, pudiendo o no modificarse significativamente dichos espacios privados adyacentes que son complemento visual del EVU.

Cabe hacer notar que la mayor parte de la plataforma pública de las ciudades chilenas es coincidente con la plataforma vial, y que el objeto EVU, tal como se ha definido aquí, es prácticamente la totalidad del espacio urbano visible desde el espacio público. Por lo tanto, el efecto del diseño vial sobre la ciudad es de primera magnitud en lo que a imagen, identidad, calidad ambiental y nivel de vida se refiere.

1.2.1.04 DISEÑO VIAL-URBANO (DVU)

En este Volumen se usa el concepto Diseño Vial-Urbano (DVU) para referirse a la composición y dimensionamiento de los distintos elementos, unidades y dispositivos que forman parte o se basan en la plataforma vial-urbana (cuadro 1.2-1 y tópico 1.3.2). Para ello considera a los ciudadanos, las cosas y los vehículos (1.2.2), y tiene en cuenta el espacio, las funciones y los valores urbanos inseparablemente asociados a dicha plataforma (1.2.2).

La especificación de materiales, asunto complementario del concepto de DVU aquí precisado, es tema del futuro Volumen 5 del Manual de Vialidad Urbana, por lo que en éste se le aborda desde un punto de vista general y meramente cualitativo: localización, durabilidad o resistencia, mantención y reposición, seguridad y confortabilidad de los elementos susceptibles de tal tratamiento.

1.2.2 CONTEXTO URBANÍSTICO DEL DVU

El EVU, en la perspectiva del DVU, es el escenario donde numerosas entidades y acciones son consideradas una a una y coordinadamente para su composición y dimensionamiento.

Las entidades son: las personas, como habitantes y como transeúntes; las cosas inanimadas, que son los elementos, unidades y dispositivos vial-urbanos, y los vehículos, motorizados o no. Las acciones consideradas son desplazamientos -caminatas, rodaduras, carga y descarga-, y estadías -permanencias, estacionamientos y detenciones- (ver cuadro 1.2-1).

En el DVU, composición, dimensionamiento y especificación de materiales están condicionados por sus efectos sobre la ciudad. Para el diseñador vial-urbano "la calle" no es sinónimo de espacio público y exterior, como lo es para el común de la gente. Para él, la calle es el EVU; o sea, incluye aquellas partes del espacio privado -fachadas, antepatios y otras- que vinculan su objeto de trabajo con la historia, el quehacer y la idiosincracia de la ciudad. Para él, "la calle" es una interioridad social, donde se extrovierten las actividades, rasgos y valores de sus conciudadanos, y donde se puede leer el grado de compromiso de éstos con lo colectivo.

Consecuentemente, quien defina o redefina el EVU, o en particular la plataforma vial-urbana, deberá asegurar la coherencia de su proyecto con los planes de desarrollo de la ciudad y de sus sistemas de transporte. Tácita o explícitamente, estos planes son resultado del esfuerzo de la comunidad por entender y resolver los problemas urbanísticos al nivel que éstos son abarcables, por lo que deben ser respetados.

Resuelto esto, se deben asumir demandas por infraestructura vial que sean socialmente convenientes de satisfacer, considerando

Cuadro 1.2-1
Escenario, del Diseño Vial Urbano (DVU)

ENTIDADES	PERSONAS	Habitantes	Morador
			Trabajador
			Estudiante
			Visitante
	Transeúntes	Peatón	
		Conductor	
		Pasajero	
	COSAS	Elementos	Arq. y Urbanismo
			Vialidad
			Tránsito
			Servicios
		Unidades	Estructuras
			Veredas
Pistas			
Bandas			
Separadores			
Uniones			
Dispositivos	Ensanches		
	Arcos		
	Aceras		
	Nodos		
	Estructuras		
	Intercambios		
VEHÍCULOS	No motorizados (tracción animal excluida)	Sillas, coches y carros	
		Biciclos y triciclos	
	Motorizados	Automóviles	
		Taxis	
		Taxis Colectivos	
		Taxibuses	
		Buses	
		Camiones de 2 ejes	
		Camiones + de 2 ejes	
		Motocicletas	
ACCIONES	DESPLAZAMIENTO	Caminata	
		Rodadura	
		Carga-Descarga	
	ESTADÍA	Cambio de Modos	
		Detención	
		Estacionamiento	
	Permanencia		

Nota: el área enmarcada resalta las materias que son centrales en el presente volumen.

cuantía y distribución de los viajes, el modo en que éstos han de realizarse y las velocidades que conviene considerar para dichos desplazamientos. Los desplazamientos ciudadanos también incluyen las operaciones de carga, descarga y cambio de modos, y las detenciones, esperas y aglomeraciones derivadas de dichas acciones. El conjunto de estas consideraciones determinará las características y composición de los dispositivos vial-urbanos y las dimensiones y características de sus unidades y elementos.

Todo esto implica retroalimentar en el diseño los aspectos de transporte con los de producción, intercambio, uso y mantenimiento de bienes y servicios que entrelazan funcionalmente a los espacios públicos y privados.

El diseñador del Espacio Vial-Urbano enfrenta el desafío de proyectar la vialidad buscando satisfacer demandas de infraestructura que suelen involucrar áreas urbanas con peculiaridades locales incompatibles con los roles viales surgidos de la planificación de los sistemas de transporte, y, simultáneamente, resolver la fisonomía de las calles en función de esas peculiaridades, que se expresan en demandas específicas de espacios de diversos tipos para peatones y estacionamiento, así como en restricciones a dichos roles viales, derivados de las características del uso de los suelos a lo largo de las vías a proyectar.

Es conveniente, entonces, contar con una clasificación de las vías urbanas que responda a la función que las mismas cumplen en la ciudad. Tal clasificación debe ser un punto de partida para el diseño del Espacio Vial-Urbano, ya que sitúa el problema en el contexto urbano y lo vincula con la planificación urbana y los instrumentos reguladores respectivos. Sin embargo, en una ciudad existente, tal clasificación no resuelve por sí sola dicho problema, y el diseño definitivo será bueno en la medida que sus características sean un compromiso eficaz entre los conflictos que habitualmente surgen entre los objetivos del transporte y las demás conveniencias urbanísticas de los entornos locales.

1.2.3 CLASIFICACIÓN DE VÍAS

1.2.3.01 FUNDAMENTOS

Diseñar vialidad urbana, cumpliendo sólo los objetivos estrictamente relacionados con el desplazamiento de vehículos y peatones en una ciudad, requiere anticipar la demanda por infraestructura vial que unos y otros ejercerían en cada momento y punto de ella, y manejar el contexto físico y económico en el que la oferta proyectada debe satisfacer (equilibrar) dicha demanda.

Una tipificación de las vías, hecha desde el punto de vista del transporte, debe atender primero a los dos fines básicos que en esta función se contraponen: paso y acceso, que en lenguaje más afín al urbanismo pueden ser aludidos como desplazamiento y emplazamiento.

Esta contraposición sirve para distinguir dos instancias en los viajes; una común a los eventos de salida y llegada, y otra de desplazamiento o viaje propiamente tal. Las características de la operación en ambas instancias, así como sus efectos sobre el espacio urbano, son parecidos en el caso de los viajes a pie, pero difieren sustancialmente en el caso del transporte motorizado.

Atendiendo a las dualidades básicas del transporte, todas las vías urbanas existentes podrían situarse en algún punto del espectro cuyo primer extremo es la vía que une puntos de origen y destino distantes sin accesos intermedios a las zonas adyacentes a sus márgenes: la “desplazadora” pura, y cuyo otro extremo es la que privilegia el acceso a esas zonas al punto de ser inútil para el paso de un punto a otro de la ciudad: la “emplazadora” por excelencia. En el centro del espectro se ubicarían un mayoritario grupo de vías donde sólo hay preeminencia de alguna de esas funciones, en grados cuya inconstancia aumenta cuando los itinerarios son largos.

En los proyectos de ciudades es posible prever para sus vías un alto grado de especialización, y por lo tanto definir una vialidad coherente con los espacios urbanos planificados o establecidos: una primera red de vías desplazadoras -baja fricción con el entorno, y volúmenes, velocidades y recorridos mayores- situada aproximadamente en las fronteras de las unidades territoriales; irrigación completa de estas unidades mediante una segunda red de vías emplazadoras -buena accesibilidad para volúmenes, velocidades y recorridos menores-, y una tercera red, con características mixtas, distribuidora de grandes volúmenes de personas a lo largo de vías vertebradoras de dichas unidades territoriales y por lo tanto centrales desde el punto de vista urbanístico.

Son valores sociales básicos, y por lo tanto comunes a toda clase de vía, la seguridad y la higiene ambiental. En ellos se resumen o reflejan un conjunto de otros valores de la vida urbana, entre los cuales destaca la fluidez de los movimientos de vehículos, personas y carga. Esta fluidez es directamente asociable a la habitabilidad y a la movilidad, y su maximización es el objetivo operacional principal con que el transporte concurre al urbanismo: máximo aprovechamiento de la energía y mínima contaminación para niveles de actividad dados.

Así simplificado el asunto, una clasificación de las vías urbanas que dé cuenta de la función predominante que cumple cada una de ellas, según la demanda que acoge y el grado de accesibilidad al entorno, es perfectamente posible: basta con reconocer vías Desplazadoras y Emplazadoras, y en una posición intermedia, las vías Mixtas, que merecen ser distinguidas de las anteriores en la medida que la modalidad mayoritaria de los viajes de la ciudad que ella acoja sea la locomoción colectiva.

Pero más allá de la factibilidad de clasificar las vías urbanas, e incluso más allá de la utilidad de una clasificación que nunca podrá

dar cuenta precisa de la realidad, es conveniente que el diseño vial-urbano comparta con la planificación urbana una perspectiva conceptual y un lenguaje que permitan, por una parte, conciliar los objetivos específicos del primero con los valores generales de la segunda, y por otra, vincular el objeto particular del diseño vial-urbano, el espacio público, con el objeto general del urbanismo, que es la ciudad.

Una clasificación como la que se propone cumple este propósito: vincula al diseñador vial con los órdenes básicos del urbanismo, al proyectar las funciones primordiales del transporte -paso y acceso- sobre esos valores principales de la vida urbana -habitabilidad y movilidad-; le permite asociar dichas funciones a la topología territorial, que distingue en los tejidos urbanos unidades con núcleos y bordes, y lo acerca a las especificidades relacionadas con el uso de los suelos constitutivos de tales unidades.

Por otra parte, aunque es casi imposible clasificar con precisión todas las vías urbanas existentes, una tipología que permite agruparlas según el rol que éstas cumplen como infraestructura de transporte y en términos afines a sus macrofunciones urbanísticas, facilita la acción planificadora y administrativa de la ciudad. En efecto, si la clasificación está decidida en concordancia con el ordenamiento del territorio, las autoridades pueden influir nítidamente para que el desarrollo y el funcionamiento de la urbe se ajuste a los planes correspondientes.

Se abandona la pretensión de clasificar las vías haciendo consideración explícita y detallada de los usos del suelo, puesto que ello se ha demostrado difícil y de escasa utilidad. Esto no significa que el diseño vial-urbano no deba tener en cuenta las peculiaridades del entorno de las vías; por el contrario, la elección y la composición de los distintos elementos que habrán de constituir la vía diseñada dependerán de esas peculiaridades y perseguirán satisfacer las necesidades de dicho entorno en la medida de lo posible.

También se abandona la idea de jerarquía cuando aplicada a vías de distinta clase o naturaleza, ya que no es posible valorar comparativamente sus funciones. Al interior de cada clase o tipo de vía sí se puede hablar de mayor o menor jerarquía de unas con respecto a otras, en función de factores bien precisos de la oferta y de la demanda.

Estos factores son la longitud de los viajes que por ella se realizan; el número, tipo y tamaño de pistas o bandas de circulación que la constituyen; la cuantía y la distribución modal de los viajes que ella acoge; su velocidad de diseño, e incluso el tipo y nivel de actividad en los suelos adyacentes.

1.2.3.02 CLASES DE VÍAS URBANAS

Consecuentemente con lo fundamentado, en este Manual se reconocen tres clases de vías urbanas: Desplazadoras, Emplazadoras y Mixtas. Estos nombres aluden a las relaciones entre la vialidad y el territorio urbano, relaciones que definen un marco para la concepción de los diseños correspondientes. En el Cuadro 1.2-2 se resumen las características de las vías según ese marco, y se hace una descripción cualitativa de las diferentes categorías al interior de las clases.

En dicho cuadro las tres clases se dividen en categorías y éstas en tipos; excepto la clase mixta, por las razones antedichas. Para cada tipo de vía se definen los siguientes rasgos enmarcadores: velocidad de diseño, perfil tipo, continuidad funcional, características de flujo, tratamiento de la locomoción colectiva, estacionamientos, actividades predominantes, movimientos peatonales, presencia de carga pesada, acceso a la propiedad adyacente, movimientos vehiculares, travesías largas y grados de segregación.

A la forma en que se cumplen las funciones propias de cada tipo están asociados un conjunto de parámetros de diseño y de medidas de gestión tales como la composición de los perfiles tipo y el dimensionamiento de sus elementos; la velocidad y los volúmenes de diseño; los valores máximos de las curvaturas en planta y elevación y de las pendientes longitudinales; los controles de acceso y las distancias entre intersecciones y paraderos; la presencia y el tipo de dispositivos peatonales; etcétera.

a) Vías Desplazadoras

Son, como su nombre sugiere, vías que privilegian los desplazamientos a distancia. Esto implica favorecer velocidades de operación relativamente altas, para volúmenes vehiculares elevados, y mantener controlada en cierta medida la fricción con el entorno, lo que representa algún grado de restricción a la accesibilidad.

En suma, la habitabilidad se transa en favor de la movilidad, y tanto el urbanista al planificar la ciudad, como el diseñador vial-urbano al hacer lo propio con el EVU, deben adecuar sus decisiones y diseños a los objetivos implícitamente jerarquizados en dicha transacción, sin olvidar los resguardos mínimos a los valores estéticos que orientan sus respectivas acciones.

Dentro de esta clase existen dos subclases: vías Expresas y vías Troncales. En las expresas se distinguen Autopistas y Autovías, y las Troncales se subdividen en Mayores y Menores. A estos cuatro tipos corresponden niveles decrecientes de velocidad de diseño y de controles de la fricción con el entorno, y por lo tanto de volúmenes y niveles de servicio.

b) Vías Mixtas

Son vías que cumplen funciones desplazadoras y emplazadoras a la vez, generalmente inclasificables en alguna de dichas categorías si se consideran en toda su extensión. Su vocación es atender flujos cuantiosos de locomoción colectiva y, por lo tanto, grandes volúmenes de pasajeros.

Los itinerarios son extensos y por lo general cruzan centralmente- ora territorios que presentan actividades comercial y de servicio intensas en sus bordes viales, ora vecindarios sin esas características donde la vía se asemeja más a las desplazadoras.

Los viajes pueden ser largos, entre hogares y lugares de trabajo, y entonces la función desplazadora está enfatizada; o tener como origen o destino las zonas activas antes mencionadas, y en tal caso la función emplazadora es la que destaca.

Esta categoría incluye las vías más complejas desde el punto de vista del DVU, que son aquéllas especialmente diseñadas para favorecer dicha vocación, principalmente mediante pistas segregadas para uso exclusivo de la locomoción colectiva.

c) Vías Emplazadoras

Son vías de alcance restringido en los cuales, como su nombre sugiere, se privilegia la irrigación de un sector de la ciudad, favoreciendo explícitamente el estacionamiento y el acceso a la propiedad adyacente. Es la clase de vía con la más amplia gama de fisonomías y diseños: por una parte están aquellas con rasgos cercanos a los de la vía troncal menor, en las que es necesario afirmar su condición de local mediante diseños específicos, y por el otro extremo se tienen las calles-vereda y las calles peatonales, en las que la función emplazadora encuentra su máxima expresión.

Las vías emplazadoras se subdividen en vías locales y vías peatonales. Entre las primeras se distinguen las calles vecinales y los pasajes, y entre las segundas, las calles exclusivamente peatonales y las calles-vereda.

Cuadro 1.2-2
Clasificación, Características y Restricciones de las Vías Urbanas

ATRIBUTOS Y RESTRICCIONES	VÍAS DESPLAZADAS				VÍAS MIXTAS	VÍAS EMPLAZADORAS			
	VÍAS EXPRESAS		VÍAS TRONCALES			VÍAS LOCALES		VÍAS PEATONALES	
	AUTOPISTAS	AUTOVÍAS	MAYORES	MENORES		VECINALES	PASAJES	EXCLUSIVAS	CALLES-VEREDA
Velocidad de Diseño	Entre 70 y 120 Km/h.	Entre 70 y 90 Km/h.	Entre 50 y 80 Km/h.	Entre 40 y 60 Km/h.	Entre 40 y 60 Km/h.	30 y 40 Km/h	De orden peatonal, < 30 Km/h.	....	....
Sección Tipo ⁽¹⁾	3+3	3+3	3-3+3	2-2+2	Compuesta	1*-2-1+1	1*-1+1	....	1*
Continuidad Funcional	En Distancia del orden de 10 Km o superiores.	En distancias del orden de 8 Km o superiores.	En distancia del orden de 6 Km o superiores.	En distancia del orden de 3 Km o superiores.	En distancia del orden de 6 Km o superiores.	Ausencia de continuidad funcional.	Ausencia de continuidad funcional.	Ausencia de continuidad funcional.	Ausencia de continuidad funcional.
Características del Flujo	Elevado, con predominancia de automóviles.	Flujo predominante de automóviles.	Flujo predominante de automóviles.	Flujo predominante de automóviles.	Flujo predominante de locomoción colectiva en recorridos largos. Presencia de automóviles en movimiento de tipo local.	Flujo predominante de automóviles.	Predominancia de flujos y actividad peatonal.	Sólo flujos peatonales y vehículos de mudanzas o emergencias.	Restricción geométrica a flujos vehiculares. Predominio de actividad peatonal.
Tracción no Motorizada	Prohibida.	Prohibida.	Tracción no motorizada prohibida. Biciclos en vías exclusivas.	Tracción no motorizada restringida en calzadas. Apta para ciclovías.	Tracción no motorizada restringida en calzadas normales. Apta para ciclovías.	Biciclos permitidos.	Biciclos permitidos.	Biciclos en franjas especiales.	Biciclos permitidos.
Transporte Colectivo	Expresos, sin paradas Intermedias en la vía.	Expresos, con paraderos segregados y accesos especiales.	Preferentemente servicios expresos.	Cualquiera.	Dispositivos especiales o exclusividad.	Restricción al volumen. Sin continuidad funcional.	Restricción al volumen.	....	....
Paraderos	Exterior.	Exterior.	Exterior o en Bahías.	En Bahías o libres.	En sus vías exclusivas. Diferidos.	Libre.	Libre.	....	....
Volúmen (v/día) ⁽²⁾	25.000-35.000	20.000-35.000	20.000-40.000	10.000-20.000	....	....	....	....	....
Estacionamiento y Detenciones	Estacionamientos y detenciones prohibidos, salvo emergencias.	Estacionamientos prohibidos, salvo en los casos de total segregación con accesos especiales en la vía. Detenciones posibles sólo en intersecciones a nivel excepcionales.	Estacionamientos prohibidos, salvo los segregados.	Estacionamientos permitidos en bandas normalizadas.	Estacionamientos favorecidos.	Estacionamientos permitidos en la calzada.	Estacionamiento libre.	....	Permitido en la calzada. Plazas de estacionamientos integradas al paisaje.
Segregación del Entorno y Accesibilidad a los Márgenes	Total segregación funcional y física del entorno. Máxima discontinuidad urbanística.	Segregación del entorno selectiva en lo funcional y casi total físicamente. Discontinuidad urbanística.	Segregación funcional parcial del entorno. Accesibilidad a través de vías troncales menores y locales.	Sin segregación funcional ni física con el entorno. Accesibilidad a través de vías locales.	Sin segregación funcional ni física con el entorno. Accesibilidad privilegiada.	Plena accesibilidad al entorno.	Plena accesibilidad al entorno.	Plena accesibilidad al entorno.	Plena accesibilidad al entorno.
Control de Accesos, Relaciones con Otras Vías y Sistemas de Control	Control total de accesos. Los cruces, tanto pedestres como vehiculares, se realizan a desnivel, y las entradas y salidas de vehículos, justificados sólo desde otras vías mayores (expresas troncales mayores), se producen en puntos distantes y mediante enlaces.	Entradas y salidas de vehículos desniveladas y en puntos distantes, salvo excepcionales. Cruces peatonales y vehiculares a desnivel, salvo en intersecciones a nivel excepcionales.	Relación con vías expresas mediante enlaces, y mediante semáforos con otras troncales o distribuidoras. Relación mínima con vías locales. Estrategia de control de acuerdo a lo establecido en el Manual de Señalización de Tránsito (MINTRATEL; Santiago, 1982).	Relación con vías expresas excepcionales, y sus intersecciones desniveladas. Semáforos dependientes sincronizados en intersecciones con otras troncales. Relación con vías locales mediante intersecciones de prioridad con preferencia para troncal.	Relación con vías expresas excepcionales, y sus intersecciones desniveladas. Semáforos sincronizados en intersecciones con vías troncales y con preferencia para locomoción colectiva. Relación con vías locales mediante intersecciones semaforizadas o de prioridad con preferencia para vía mixta.	Sin control de accesos. Sin conexiones directas con vías expresas.	Sin control de accesos. Sin conexiones directas con vías expresas.	Sin control de accesos. Sin conexiones directas con vías expresas.	Sin control de accesos. Sin conexiones directas con vías expresas.
Actividad Peatonal	Actividad peatonal nula.	Actividad peatonal nula, salvo en intersecciones excepcionales.	Actividad peatonal escasa.	Actividad peatonal escasa.	Actividad peatonal intensa y consustancial a la clasificación.	Actividad peatonal privilegiada.	Actividad peatonal privilegiada.	Actividad peatonal exclusiva.	Actividad peatonal exclusiva.
Características Perfil Tipo y Elementos Urbanísticos	Con calzadas independientes y vías locales laterales para tráfico local.	Con calzadas independientes y vías locales laterales para tráfico local.	De preferencia con calzadas independientes, con un sentido de tránsito o reversibles. Excepcionalmente con calzada única bidireccional.	Con calzadas independientes o únicas, unidireccionales o bidireccionales.	Con calzadas independientes o únicas, de preferencia con vías exclusivas para buses. Veredas amplias y arboladas. Sentidos de circulación preferentemente dobles, al menos para la locomoción colectiva.	Calzada generalmente única, de preferencia bidireccional, más baja que las aceras (soleras). Trazados y dispositivos desincentivadores de la velocidad y favorables a la circulación peatonal, continuidad altimétrica para bandas peatonales en esquinas.	Calzada única, bidireccional, sin distinción altimétrica con aceras. Posibilidad de proyección de los espacios privados hacia la vía. Trazados inhibidores de velocidades incompatibles con actividades peatonales, escasa longitud.	Inexistencia de calzada propiamente tal. Profusión de elementos de mobiliario urbano. Posibilidad de proyección de los espacios privados hacia la vía. Fuerte actividad comercial en los bordes.	Sendas para vehículos sinuosas, demarcadas por elementos de paisaje y mobiliario.
Servicios Anexos	Prohibidos sin acceso especiales.	Prohibidos sin acceso especiales.	Sólo con accesos especiales.	Sólo con accesos especiales.	Sólo con accesos especiales.	....	....	....	....

(1) Cifras n+n indican calzadas separadas; n-m+m indican que pueden ser calzadas inidireccionales de "n" pistas o bidireccionales de "m" pistas por sentido; 1* indica que es de una pista pero con previsión para cruces y/o adelantamientos.

(2) Valores en ambos sentidos.

SECCIÓN 1.3 DISEÑO VIAL-URBANO

1.3.1 INTRODUCCIÓN

El Diseño Vial-Urbano (DVU) es acción y efecto de componer, dimensionar y especificar materialmente los distintos elementos, unidades y dispositivos que forman parte de la plataforma vial-urbana o que se basan en ella. En este proceso deben conciliarse proposiciones y resultados con las múltiples restricciones y requerimientos propios del objeto EVU.

Las restricciones objetivas del diseño son principalmente físicas, y surgen de la creciente y dispar demanda que ejercen sobre el EVU algunos de sus protagonistas, combinada conflictivamente con las conveniencias y exigencias de otros (Cuadro 1.2-1). Las restricciones y pautas subjetivas también son múltiples, y provienen generalmente de los valores urbanos asociados a dicho espacio. Estos valores, aunque no sean siempre entendidos ni asumidos por los propios ciudadanos, deben ser respetados por los agentes modificadores del EVU y en particular por los diseñadores.

Tales composición, dimensionamiento y especificación son partes interdependientes de un proceso retroalimentario que es el objeto de esta sección, aquí descrito diacrónicamente.

1.3.2 ELEMENTOS, UNIDADES Y DISPOSITIVOS

Lo que en la práctica se diseña es un conjunto de dispositivos viales que hay que emplazar en la plataforma vial-urbana. Estos deben ser bien acogidos por el tejido urbano y deben operar coherentemente entre sí. Los dispositivos principales son los arcos, los nodos y los dispositivos de intercambio, según el análisis del objeto EVU del Cuadro 1.2-1. En el Cuadro 1.3-1 se detalla esta desagregación.

Cuadro 1.3-1
Dispositivos Viales y Unidades Constitutivas

ARCOS	CALZADAS	Conjunto de pistas (comunes, solo bús, segregadas para buses y para bicicletas); bandas (estacionamiento, ciclobandas y bermas) uniones entre calzadas, y accesos vehiculares a la misma cota de la pista generatriz.
	ACERAS	Conjunto de bandas (peatonales, verdes y de servicio), paraderos y uniones (acceso a calzada de vehículos y peatones desde la acera).
NODOS	A NIVEL	Intersecciones: cruces, empalmes, rotondas ...
	A DESNIVEL	Enlaces: tréboles trompetas, diamantes, etc. Pasos sin conexiones.
INTER-CAMBIOS	MOTOR-CAMINATA	Playas y edificios de estacionamiento.
	BICICLO-CAMINATA	Estacionamientos y almacenamientos.
	COMPUESTOS	Terminales

1.3.3 REQUISITOS Y SECUENCIA DEL DISEÑO

Se transa aquí en que el DVU propiamente tal se inicia cuando se tienen la representación gráfica y los datos catastrales del área objeto de estudio, y cuando se conocen las características de la demanda por infraestructura de transporte.

Tal definición deja fuera del alcance del DVU la clasificación de las vías. Esto es válido cuando existe una instancia de planificación urbana comprensiva de los sistemas de transporte de la ciudad. Si no es así, el DVU incluye la tipificación de la vía, como compromiso entre la realidad urbanística del caso y la demanda vial presente y futura.

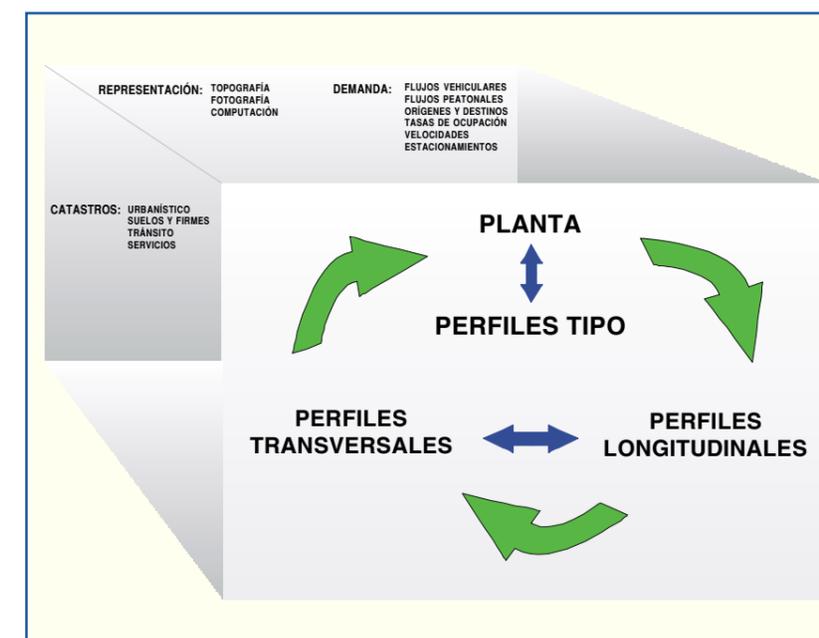
La obtención de la información que describe el mundo real -datos físicos, operativos y socio-económicos- es simultánea con el análisis crítico de la situación que se describe. Este proceso converge al punto inicial del diseño, con tres asuntos resueltos:

Diagnóstico, que debe cubrir las áreas temáticas que inciden en las tareas de diseño: topografía y urbanismo, suelos y firmes, tránsito, servicios, estructuras y otros, cuando corresponda.

Clasificación de la(s) vía(s) involucrada(s), que es punto de convergencia de las políticas de desarrollo urbano y de transporte que regulan y dirigen las inversiones del sector, con las demandas de infraestructura y el uso del suelo presentes.

Asignación de velocidades de diseño, adecuadas a la clasificación y conciliadoras de la importancia de la(s) vía(s), las disponibilidades de espacio para las obras y las posibilidades de efectuar expropiaciones.

Cuadro 1.3-2
Requisitos y Secuencias del Diseño Geométrico



Una vez establecidas estas bases, el diseño geométrico se desarrolla en la secuencia típica representada en el Cuadro 1.3-2. Se parte generalmente definiendo **los arcos** en planta: iteración entre planta y perfil tipo; se continúa de manera parecida con la definición en planta de los **nodos**, y completando la planta con el diseño correspondiente de los **dispositivos de intercambio**. Todo esto inmerso en una concepción del EVU donde la geometría juega un rol articulador de planos y volúmenes que son materia del diseño.

El diseño es iterativo ya en este inicio: al diseñar un nodo o un dispositivo de intercambio (si lo hay) pueden surgir restricciones que obliguen a modificar el número, el ancho, las inclinaciones y/o la combinación de las unidades constitutivas de los arcos.

Una vez asumido un conjunto coherente de dispositivos en planta, la secuencia del diseño continúa con la definición en alzado de dicho conjunto. Esta definición también es un proceso iterativo: un conjunto de perfiles longitudinales, asociados a sendos ejes de replanteo, se componen, se compatibilizan entre sí y se empalman con el terreno actual, generándose un nuevo conjunto de ejes, esta vez espaciales (3D), y luego, para lograr la continuidad funcional del o de los planos que se articulan en torno estos ejes (tránsito peatonal y vehicular y evacuación de aguas), se define transversalmente la plataforma a partir de puntos altiméricamente definidos a lo largo de cada uno de dichos ejes. Cualquier incoherencia funcional que se detecte al resolver los perfiles transversales puede implicar una rectificación de perfiles longitudinales, e incluso de los ejes en planta.

1.3.4 FACTORES DETERMINANTES DEL DISEÑO

La composición, el dimensionamiento y la especificación material de las unidades viales depende de muchos factores. Los más gravitantes de éstos se clasifican a continuación.

1.3.4.01 CATEGORÍA DE LA VÍA

De lo expresado en 1.2.3. se desprende que una definición de categoría urbanísticamente consistente en este sentido revela o requiere -según sean las circunstancias administrativas- de una planificación urbana que establezca los roles de la vialidad a diseñar.

Dependiendo de las funciones que debe cumplir la vía, como desplazadora, emplazadora o mixta, los perfiles tipo y el diseño en planta privilegiarán las distintas maniobras de paso y acceso.

1.3.4.02 DEMANDA DE INFRAESTRUCTURA

En un primer orden de cosas, el tipo y número de las principales unidades transversalmente tipificadas (pistas y bandas), dependerán de la demanda a ejercerse sobre la infraestructura vial, entendida ésta como red que forma parte del sistema de transporte de la ciudad. La consideración de este factor en esta primera instancia va inseparablemente unida a criterios de planificación urbanística, ambiental y económica.

Estos mismos criterios juegan localmente, en un segundo orden de cosas, cuando se tiene que decidir cuánta de esa demanda se debe satisfacer en un eje o en una red secundaria, y con qué nivel de servicio. A este nivel corresponde el dimensionamiento de todas las unidades presentes en ellos (pistas, bandas y separadores), lo cual está más directamente relacionado con factores que siguen.

1.3.4.03 RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN

Como la factibilidad económica de la inversión que se planea dependerá de los beneficios sociales que ella genere, y éstos a su vez dependen de la relación entre la demanda por distintos tipos de infraestructura de transporte y la capacidad de ésta, se desprende que si existe o se espera suficiente demanda por algún tipo de infraestructura, la inversión para proveerla estará justificada socialmente, y que mientras mayor sea dicha demanda mayor será el número de pistas y bandas contempladas en los perfiles tipo y mayor la capacidad de las unidades y los dispositivos que se oferten.

1.3.4.04 DISPONIBILIDAD DE SUPERFICIES

En términos prácticos, y también en inseparable relación con los factores económicos mencionados en el literal anterior, los perfiles tipo de un dispositivo vial estarán condicionados a la factibilidad económica y urbanística de ejecutarlos, y tales factibilidades dependerán de la disponibilidad de terrenos públicos, del costo de las eventuales expropiaciones, de la posibilidad legal de ejecutar los traspasos de propiedad necesarios y de la conveniencia urbanística de modificar el espacio vial-urbano.

1.3.4.05 VELOCIDADES DE DISEÑO Y OPERACIÓN

La velocidad máxima (señalada) de proyecto no puede ser superior a la velocidad de diseño (VD), ya que por definición ésta es la máxima velocidad a la que un vehículo puede circular, en condiciones de operación que lo permitan (flujo libre), con seguridad teóricamente total desde el punto de vista dinámico (2.2.1.01.). Ni inferior, porque contravendría la lógica económica de la inversión proyectada o la lógica urbanística del proyecto.

Es frecuente -aunque indeseable- que la velocidad de operación -la velocidad promedio a la que efectivamente circulan los vehículos en las condiciones de operación dadas por las circunstancias de la oferta y la demanda- supere a la máxima señalada (de diseño), en parte porque la geometría de la vía no impone a los conductores ninguna restricción en planta o en elevación para cometer la falta.

Las dimensiones de las unidades constitutivas de los perfiles tipo, particularmente de los anchos de pistas, bermas y separadores, dependerá de la VD: si ésta es mayor, más grandes deberán ser sus dimensiones transversales, y si disminuye, dichas dimensiones deben reducirse. En el caso de las vías emplazadoras (locales, vecinales...) y mixtas conviene recurrir a secciones tipo restrictivas -y a trazados en planta sinuosos- que privilegien la seguridad y agrado ambientales al impedir físicamente sobrepasar la velocidad máxima (de diseño).

La VD, concepto básico en el caso del tronco de un camino, se desdibuja en el de las vías urbanas. En estos casos, y sobre todo en el caso de vías emplazadoras y mixtas, el tronco es un conjunto de arcos con variadas y numerosas singularidades en los que la operación vehicular muestra una alta dispersión de velocidades, lo que hace que el concepto VD no pueda aplicarse nítidamente. Por otra parte, en la medida que el aumento de la demanda va congestionando una vía, la fijación de una VD pierde su validez como parámetro global de diseño.

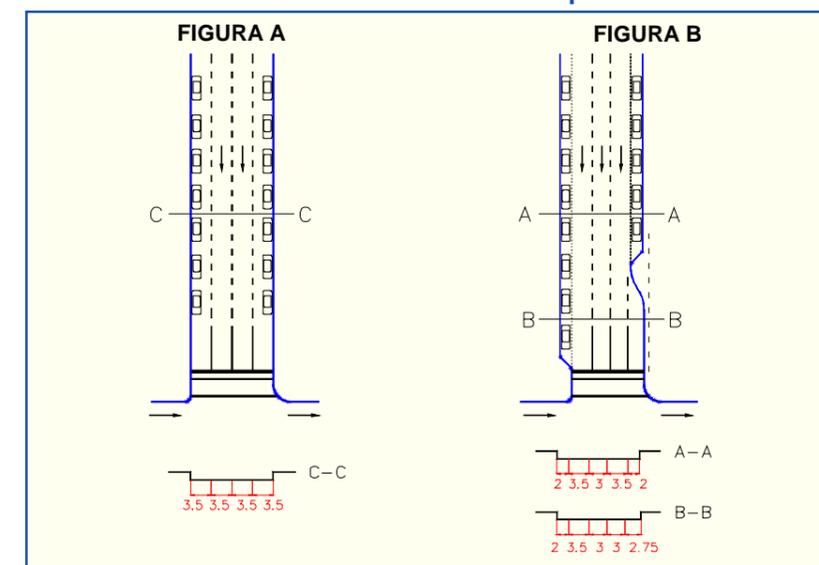
En efecto, a medida que esto último ocurre, la velocidad de operación disminuirá progresivamente, extendiéndose la disminución a lapsos cada vez mayores del día. Así, asignar valores elevados de VD constituye una incoherencia si desde la inauguración de la vía -o poco después- ya se tienen demandas que impiden a la gran mayoría de los vehículos que por ella circulan acercarse siquiera a esas velocidades.

Estas consideraciones se tendrán presentes en este Manual, para permitir resolver ciertos problemas prácticos de diseño sin la rigidez que supone la aplicación del concepto VD de la manera heredada de la práctica caminera.

Es tan importante y a veces desestimado este asunto, que conviene dar algún ejemplo que relativice la aplicación de la velocidad de diseño como factor determinante de los perfiles tipo.

En la Lámina 1.3-1, figura a se muestra una vía troncal menor con una calzada que tiene un perfil de 14 metros de ancho,

Lámina 1.3-1
Discusión de Perfiles Tipo



distribuidos en cuatro calzadas de 3,5 metros. ¿Qué significa que la velocidad de diseño para esta vía sea 50 kilómetros por hora?

Que la ley de tránsito y una determinación municipal fijan para tal vía esa velocidad como máximo; o sea, que si las condiciones de operación de la vía lo permiten, los conductores deberán abstenerse de superarla. También significa que varios parámetros de diseño, y entre éstos las dimensiones de las unidades consideradas en el perfil tipo, son función de dicha VD.

Quizás el perfil tipo del ejemplo -para 50 km/h- se justificaba cuando fue adoptado, pero cabe preguntarse si tal perfil, hoy, con bandas de estacionamiento a ambos lados de la calzada y con flujos diariamente mayoritarios circulando a un promedio muy inferior ¿es el perfil tipo que mejor responde a las necesidades de la comunidad?.

1.3.4.06 GRADO DE SATURACIÓN

De lo anterior se deduce que la evolución esperada del nivel de servicio para la vía a diseñar es relevante para la determinación de los perfiles tipo. Esto hace variar los criterios de la versión anterior del REDEVU, en el sentido de flexibilizar el uso de mínimos absolutos para las dimensiones transversales de las unidades constitutivas de dichos perfiles (3.1.2.02 a.), y también para los de algunas otras unidades, como la longitud mínima de ciertas transiciones.

En la Lámina 1.3-1 figura b se muestra una alternativa a la composición de la figura a, en la cual la disposición de las pistas dentro de la misma calzada se adecúa a una pronta saturación.

1.3.4.07 CARACTERÍSTICAS DE LOS VEHÍCULOS

Las dimensiones de los vehículos y su movilidad son factores de incidencia relevante en el diseño.

Largo, ancho y alto de los vehículos condicionan en gran medida diversos elementos de la sección transversal, los radios de giro, los ensanches de calzada en curvas y los gálibos verticales bajo estructura. Su peso es uno de los factores determinantes del cálculo estructural de pavimentos y estructuras.

El Manual de Carreteras, en su Volumen 3, Sección 3.005 VEHÍCULOS TIPO, describe y tabula oficialmente los valores que se debe asignar a estas variables, según una clasificación que distingue cuatro tipos de vehículos: automóvil, camiones de dos ejes, buses interurbanos y camiones semi-remolque.

Las dimensiones tipo de automóviles y camiones de dos ejes se presentan en la Lámina 1.3-2, figuras I y II, respectivamente, junto con una representación a escala (1:500) de los radios de giro mínimos para estos vehículos y sus trayectorias para cambios de dirección progresivos.

En la Lámina 1.3-3, figuras III y IV se entrega la misma información gráfica relativa a los buses interurbanos y los camiones semi-remolque, respectivamente.

En el Cuadro 1.3-3 se reflejan las dimensiones de los vehículos pesados, según una proposición de la Dirección de Vialidad para la nueva Ordenanza del Tránsito.

Cuadro 1.3-3
Dimensiones Máximas de los Vehículos Pesados

TIPO	ANCHO (m)	ALTO (m)	LARGO TOTAL (m)
CAMIÓN SIMPLE 2 EJES	2,5	4,0	10,0
CAMIÓN SIMPLE 3 EJES O MÁS	2,5	4,0	11,0
CAMIÓN SEMI REMOLQUE	2,5	4,0	17,0
CAMIÓN MÁS REMOLQUE	2,5	4,0	20,0
BUS	2,5	4,0	12,0

Los pesos máximos admisibles por eje y el peso bruto total, que aparecen en la citada Sección 3.005 del Volumen 3 del Manual de Carreteras, son los establecidos en el Decreto N° 158 de enero de 1980 y se tabulan a continuación.

Cuadro 1.3-4
Pesos Máximos por Eje y sus Combinaciones

EJE POSTERIOR	TIPO DE RODADO	TONELADAS
SIMPLE	SIMPLE	7
SIMPLE	DOBLE	11
DOBLE	SIMPLE	14
DOBLE	UNO DOBLE +UNO SIMPLE	16
DOBLE	DOBLE	18
TRIPLE	SIMPLE	19
TRIPLE	DOS DOBLES +UNO SIMPLE	23
TRIPLE	DOBLE	25

Eje doble es un conjunto de dos ejes cuya distancia entre centros de ruedas es superior a 1,2 m e inferior a 2,4 m.

Eje Triple es un conjunto de tres ejes cuya distancia entre centros de ruedas extremas es superior a 2,4 m e inferior a 3,6 m.

Rodado simple es aquel que consta de dos ruedas por eje, y rodado doble aquel que consta de cuatro ruedas por eje.

No obstante los límites señalados para cada conjunto de ejes, cualquiera subcombinación de ejes del conjunto deberá respetar los límites máximos asignados a ella en forma individual.

El Peso Bruto Total, según el tipo de vehículo, queda limitado a los valores del Cuadro 1.3-5 que sigue.

Cuadro 1.3-5
Peso Bruto Total Máximo para Vehículos Pesados

	EJE POSTERIOR	DISTANCIA ENTRE RUEDAS EXTERNAS (m)	PESO BRUTO TOTAL (tons)
SEMI REMOLQUE	SIMPLE O DOBLE	L > 13	39
		13 < L < 15	42
		L < 15	45
	TRIPLE	INDEPENDIENTE DE L	45
MÁS REMOLQUE	CUALQUIERA	INDEPENDIENTE DE L	45

Además de estos vehículos oficiales, en este manual se agregan las características de otros cuatro vehículos que circulan con distinta frecuencia por las vías del país.

Las combinaciones semirremolque-remolque, en sus dos tipos, se presentan en la Lámina 1.3-4, figuras V y VI, con sus respectivas representaciones de radios de giro mínimo y trayectorias. La casa rodante no articulada y el bus articulado, también con la geometría de trayectorias y radios mínimos de giro aparecen en la Lámina 1.3-5, figuras VII y VIII.

Para determinar las distancias de visibilidad que se utilizan en la definición de una serie de parámetros rectores del diseño, es preciso fijar algunas alturas. Estas alturas son las que aparecen en el referido Manual de Carreteras, Tópico 3.005.2.

h = Altura focos delanteros: 0,60 m

h_1 = Altura ojos del conductor de un automóvil: 1,15 m

h_2 = Altura obstáculo fijo en la carretera: 0,15 m

h_3 = Altura ojos del conductor de camión o bus: 2,50 m

h_4 = Altura luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0,45 m

h_5 = Altura del techo de un automóvil: 1,30 m

Lámina 1.3-2
Vehículos Tipo: Automóvil y Camión de Dos Ejes

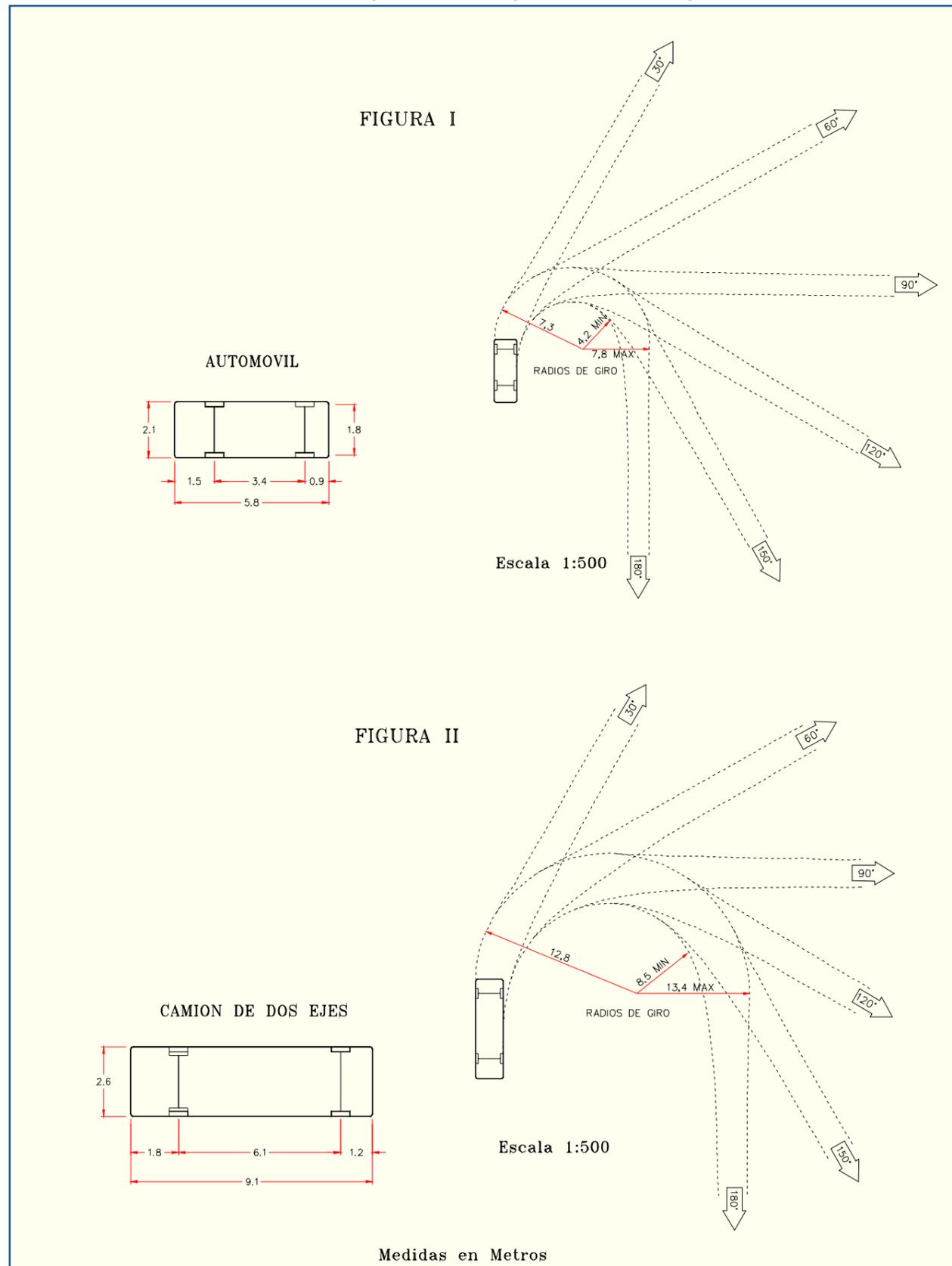


Lámina 1.3-3
Vehículos Tipo: Bus y Camión Semirremolque

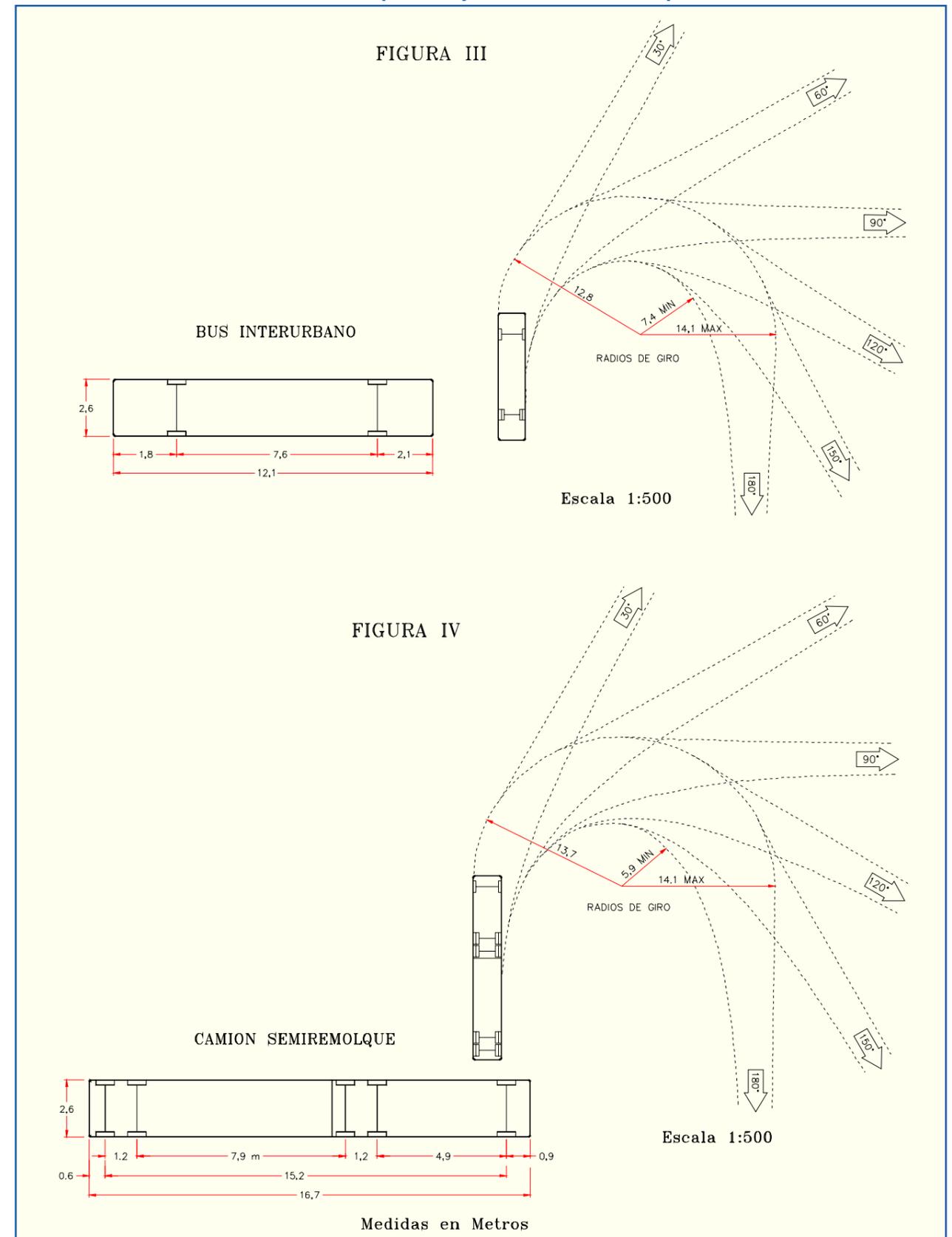


Lámina 1.3-4
Vehículos Tipo: Combinaciones Semirremolque-Remolque

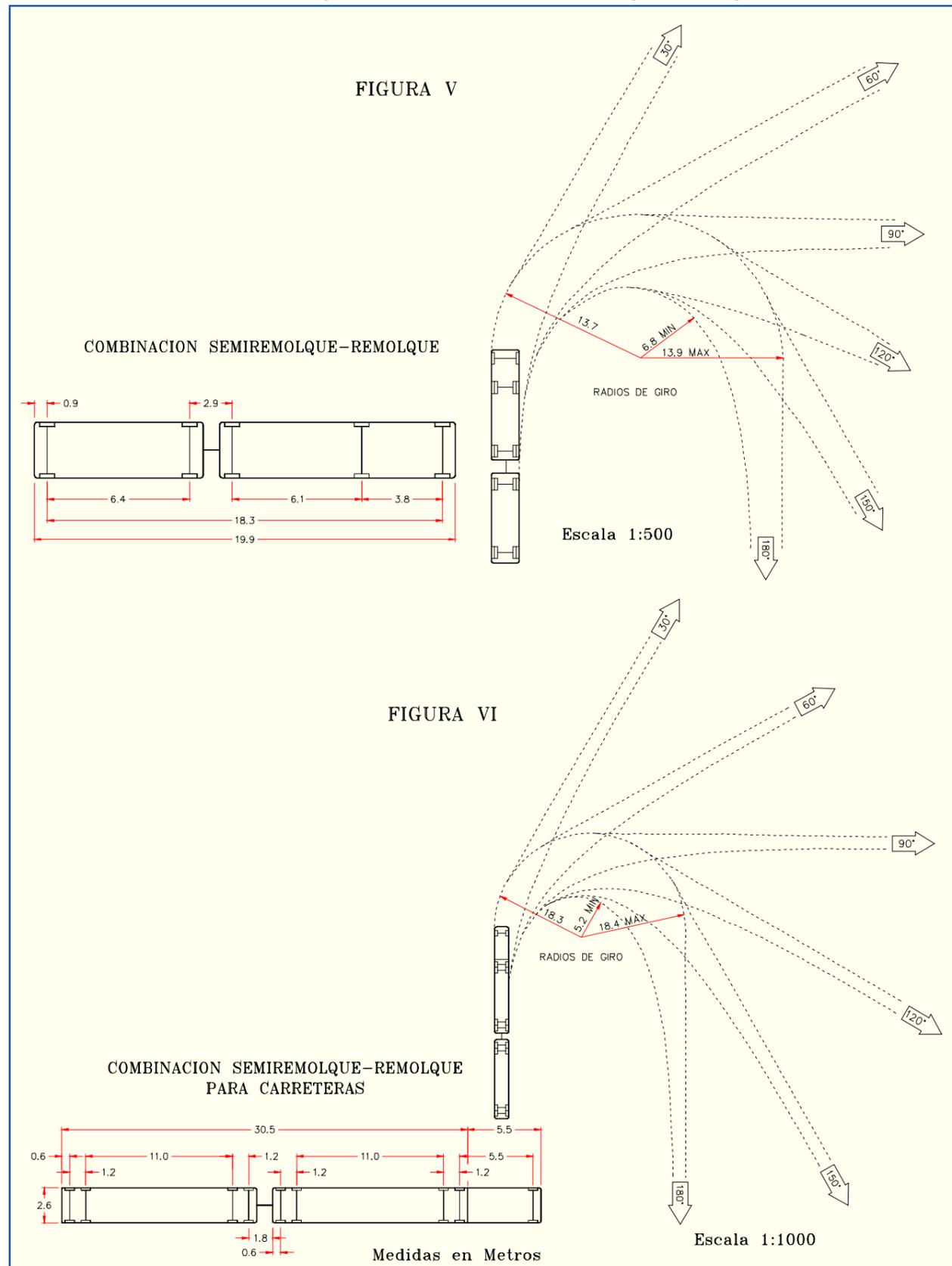
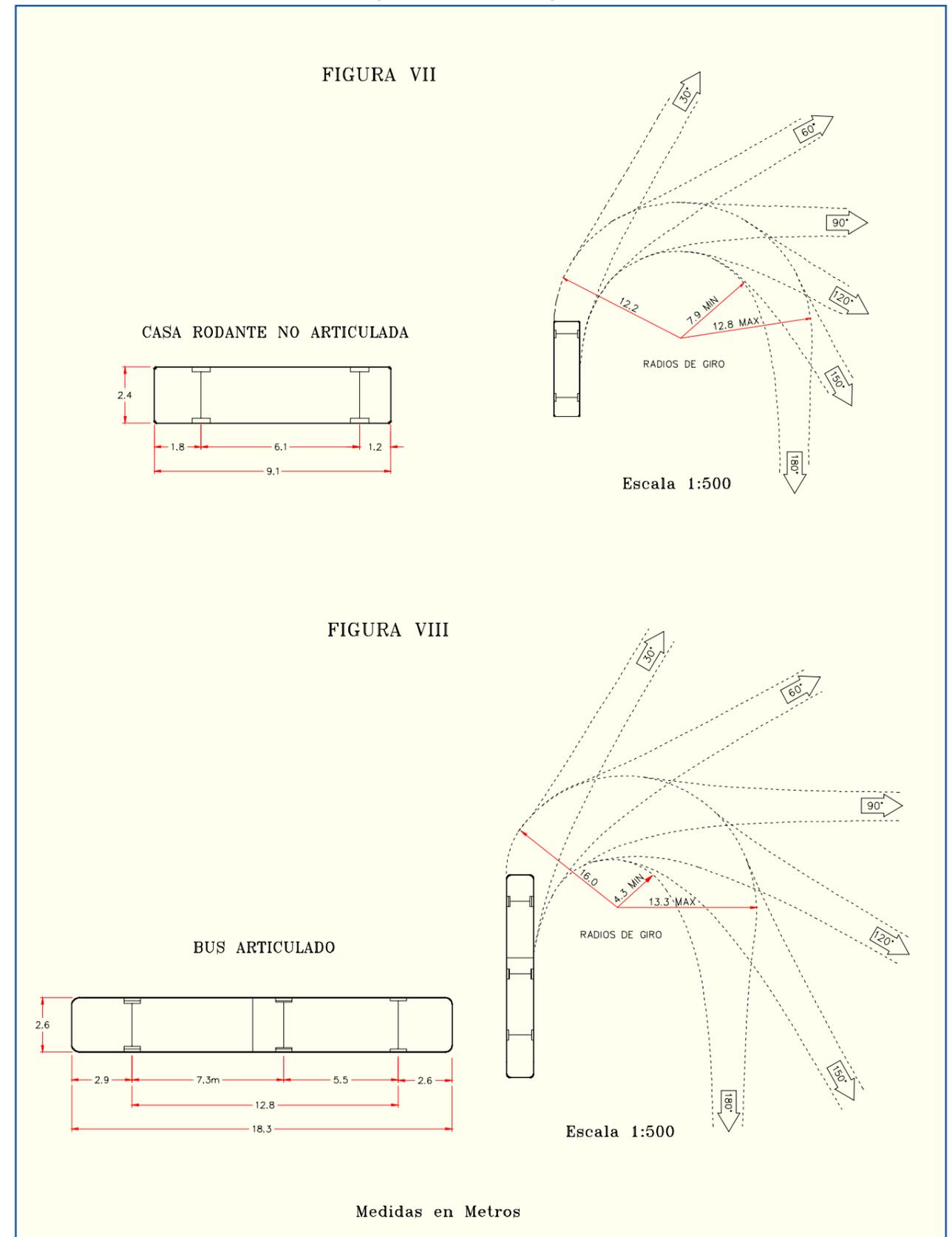


Lámina 1.3-5
Vehículos Tipo: Casa Rodante y Bus Articulado



1.3.5 PERFILES TIPO - PLANTA

1.3.5.01 DEFINICIONES

Un perfil tipo es una figura que muestra una particular composición de unidades viales (pistas, bandas y separadores), que se mantiene constante a lo largo de un arco o un ramal. Tal representación, transversal con respecto al desarrollo de dichas unidades -y por ende reflejo de la ordenación en planta de dicho tramo-, caracteriza geométrica, operacional y paisajísticamente al tramo tipificado.

Los perfiles tipo pueden incluir cualquier elemento o unidad susceptible de tipificación, pero lo más frecuente es que incluyan las cosas visibles, especialmente viales, que concurren a configurar espacialmente el EVU.

El perfil tipo permite visualizar -en un marco vertical- los principales elementos viales y paisajísticos del diseño, y como tal configuración de elementos determina las características espaciales del EVU, resulta un complemento necesario para juzgar los efectos del diseño en términos urbanísticos.

Definir perfiles tipo de plataforma vial implica precisar las dimensiones transversales de pistas vehiculares, aceras, separadores y bandas, y las posiciones relativas tanto de estas unidades como las de los elementos de paisajismo y servicios previstos dentro del ancho de faja disponible para la ejecución de obras.

Se indican también en el perfil tipo las pendientes transversales tipificadas para las calzadas (bombeo cuando se aplica a rectas), y para otras bandas constitutivas del perfil, como ciclobandas y estacionamientos. Cuando es posible fijarlas, se señalan también las inclinaciones de los separadores, y también los criterios empleados para las pendientes transversales de las aceras, en términos de máximos y mínimos.

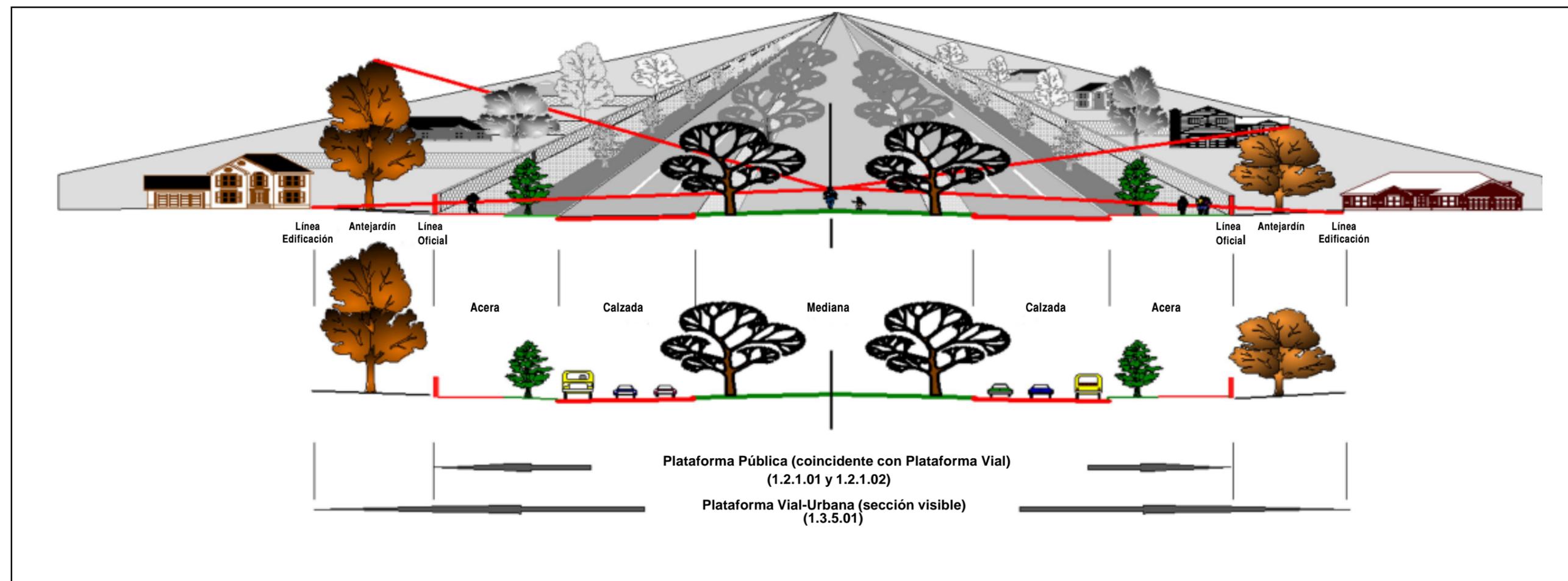
En la Lámina 1.3-6 se muestra un perfil tipo, en este caso sin dimensionar las unidades viales representadas. Aunque tampoco se indica la inclinación transversal de estas unidades, gráficamente se puede apreciar que las aceras, constituidas en este caso por veredas y bandas verdes, vierten aguas hacia las calzadas, y éstas hacia las aceras; todo ello de acuerdo a los métodos tradicionales para drenar ambas superficies.

Las líneas en rojo representan la visión de un espectador situado en el eje de la vía y mirando en sentidos perpendiculares a éste. Sus extremos son dos pares de puntos pertenecientes al límite del espacio que él alcanza a ver en tales circunstancias. Los límites del EVU pueden racionalizarse como la superficie envolvente de todos esos puntos, en relación a un espectador omnipresente que mira en todas las direcciones.

Partiendo de esto, la Plataforma Vial Urbana es una superficie cuyo límite es la envolvente de las líneas de borde formadas por la proyección a tierra de todos los puntos más remotos que dicho espectador ve desde todos los puntos de vista posibles para él.

Esta última definición no tiene gran valor para efectos prácticos, pero sirve para extender el concepto de interioridad social aludido en 1.1.3. y 1.2.2. a un espacio visualmente público, sobrepuesto en parte al espacio privado y que podría abarcar el país entero. Sobre este patrimonio visual la comunidad reconoce derechos distintos del de propiedad, que son jurídicamente más difusos que éste, pero que deben ser ejercidos defensivamente y constructivamente.

Lámina 1.3-6
Perfil Tipo de un Arco Vial



1.3.5.02 EJEMPLOS DE DEFINICIÓN TRANSVERSAL

En las láminas siguientes se muestra el proceso de composición de las unidades constitutivas de un dispositivo vial. Tal proceso involucra, como se ha dicho, simultánea y retroalimentariamente la definición en planta y perfiles de dichas unidades.

En la Lámina 1.3-7 se representa, mediante planta topográfica, un dispositivo vial en su situación actual. En los recuadros superiores de la lámina aparecen los flujos vehiculares que lo demandan, medidos en tres períodos de la semana, y en los inferiores los perfiles de plataforma pública que corresponden a los cortes transversales situados sobre cada rama de acceso al cruce ejemplificado. Se destacan en dichos perfiles tipo los límites de la plataforma pública.

Un análisis primero y grueso de esta realidad revela, en lo vial, discontinuidad geométrica en planta (ramas 1 y 2) y secciones tipo heterogéneas. Esto lleva la capacidad del cruce a niveles muy por debajo de lo que, con la misma disponibilidad de espacio, se debería aceptar.

Un primer mejoramiento sería alinear las ramas discordantes y optimizar señales y controles, afectando poco o nada la propiedad privada adyacente. En tal caso, la rentabilidad social mínima que se le exige a la inversión estará prácticamente asegurada si se consiguen aumentos significativos de la capacidad (15-25%). Por su parte, los beneficios ambientales generados por una circulación más fluida en la zona podrían por sí solos justificar tal inversión.

Un nivel de mejoramiento del cruce todavía reducido, pero imaginado en la perspectiva de un aumento mayor de capacidad (30-50%), y afectando en este caso la propiedad adyacente, requerirá una evaluación social más detallada de la inversión necesaria para conseguir dicho incremento, y también justificará algún grado de análisis del entorno urbano del cruce, para asegurar un buen compromiso entre el perfil tipo deseado para los arcos involucrados y los efectos sobre dichos entorno y propiedad. El ejemplo de las Láminas 1.3-8 y 1.3-9 siguientes corresponden a una solución así enfocada.

Si se previeran cambios mayores de la vialidad -extensión de las obras más allá de las ramas de acceso, perfiles tipo más amplios, desnivelaciones en los cruces...-, produciéndose así una mutación de la oferta vial hacia categorías superiores, entonces la demanda de infraestructura de transporte y los beneficios derivados de la ampliación vial pueden llegar a ceder el predominio que tienen, como factores de decisión en los análisis de inversión, a un conjunto de otros factores del diseño que constituyen complejos argumentos urbanísticos. La gravitación de estos argumentos sobre las decisiones de inversión varía en función de valores y circunstancias que se revelan y expresan histórica y políticamente.

El proceso de composición en planta, simplificado y sintetizado en las láminas anteriores, conlleva decisiones fundamentales

Lámina 1.3-7
Situación Actual: Planta Topográfica, Demanda y Perfiles de Plataforma Pública

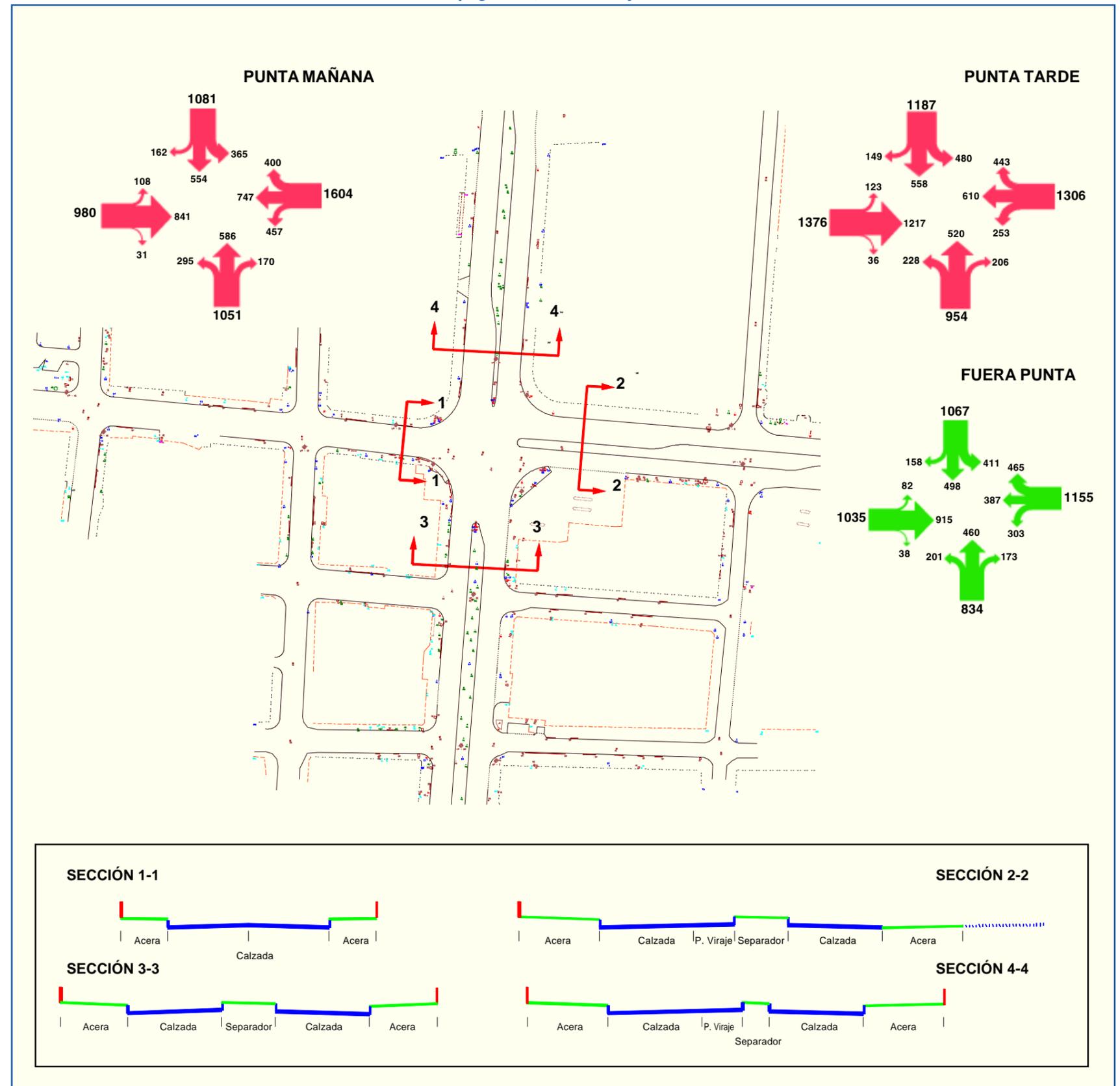
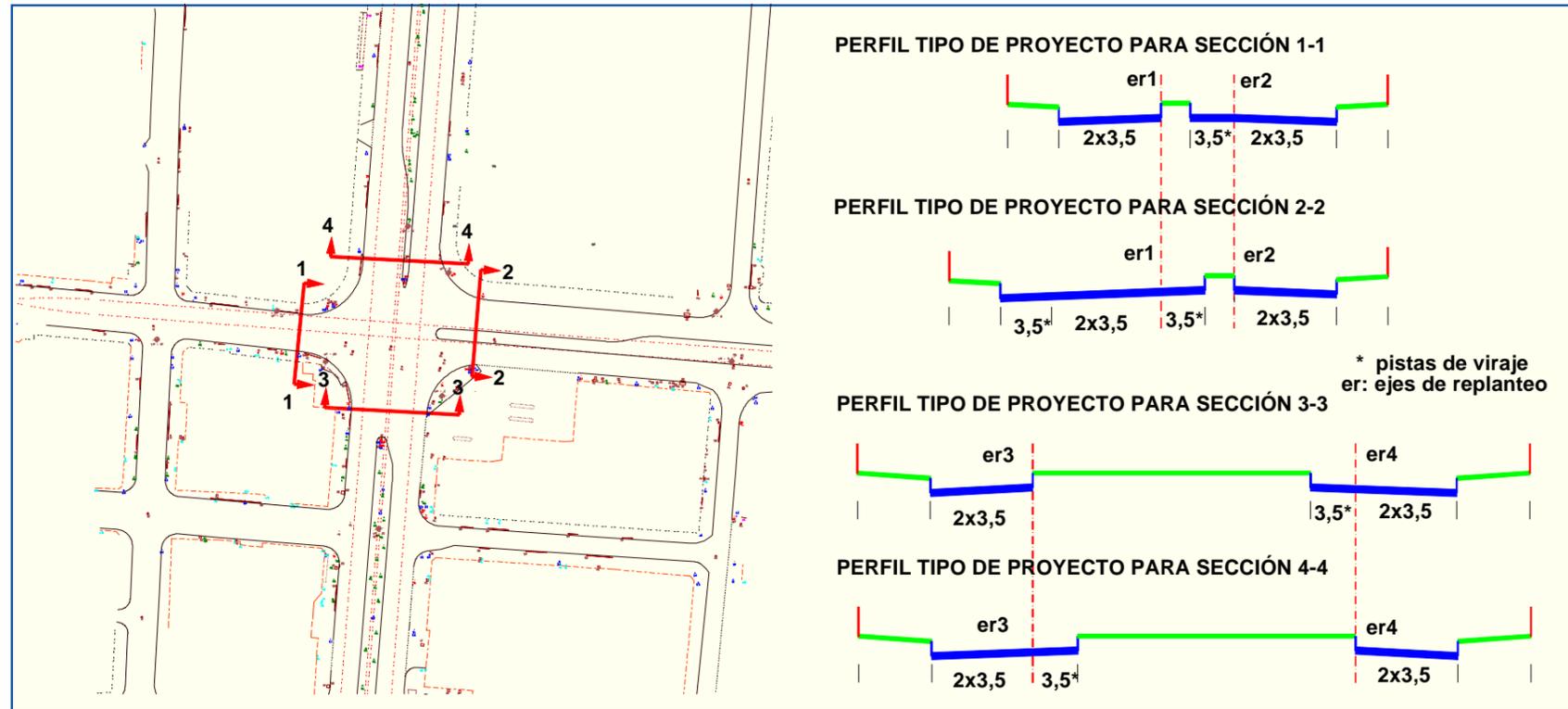


Lámina 1.3-8
Planta de la Situación Actual. Perfiles Tipo en las Ramas de Acceso. Ejes de Replanteo



para el EVU. Estas decisiones son dependientes, por una parte, del uso y de las actividades y características de la edificación en los bordes, y por otra, de las demandas de infraestructura de transporte para emplazamiento -en el lugar- y para desplazamiento -en la ciudad-.

En efecto, los usos y las dimensiones transversales de las unidades constitutivas de los arcos (calzadas, aceras y separadores) definen las superficies de la plataforma vial dedicadas a cada una de las funciones urbanas presentes y/o proyectadas (cuadro 1.2-1), y determina en gran medida el futuro espacial del EVU en la zona de proyecto.

El trazado geométrico -o sea, la definición de las secuencias de alineaciones que constituyen los ejes de replanteo y los bordes de arcos y ramales (2.2.1.-) y las decisiones con respecto a mobiliario y vegetación (2.1.1. y 2.1.2.), prácticamente completan la definición del EVU, en términos viales y ambientales.

En la lámina 1.3-10 se muestran ejemplos de perfiles tipo para vías desplazadoras expresas; en las láminas 1.3-11 y 1.3-12, para vías troncales; en la lámina 1.3-13, para vías mixtas, y en las láminas 1.3-14, 1.3-15 y 1.3-16, para vías locales.

No existen restricciones a la creatividad del diseñador en esta materia, salvo las provenientes de la disponibilidad de espacio y de los mínimos correspondientes para las unidades viales comprometidas.

Lámina 1.3-9
Planta del Proyecto. Perfiles Transversales de Proyecto

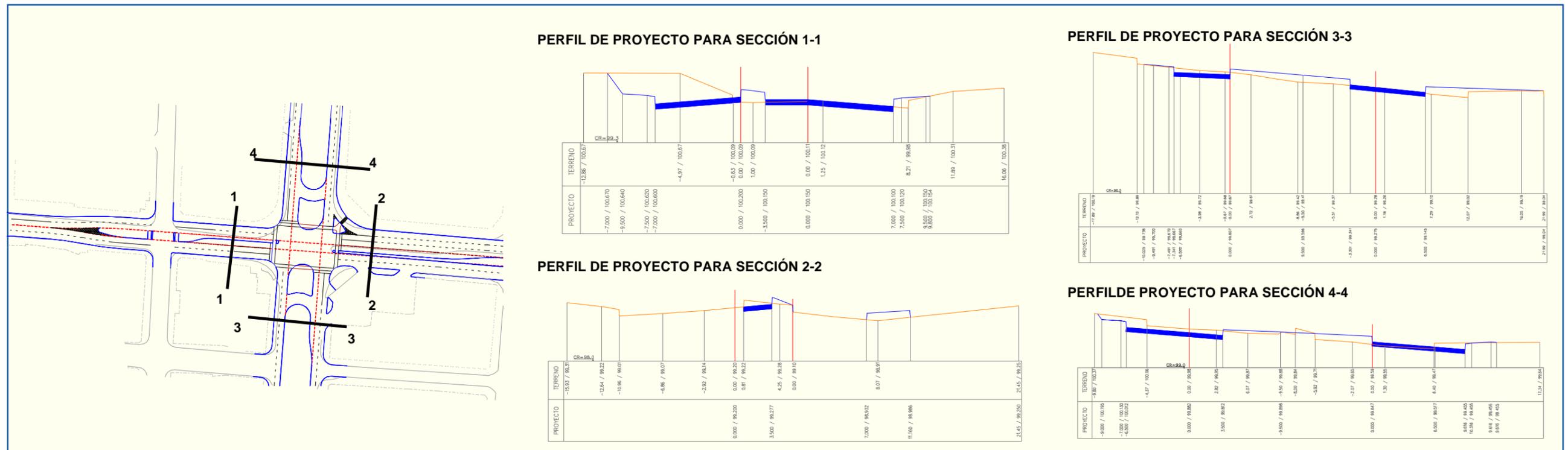
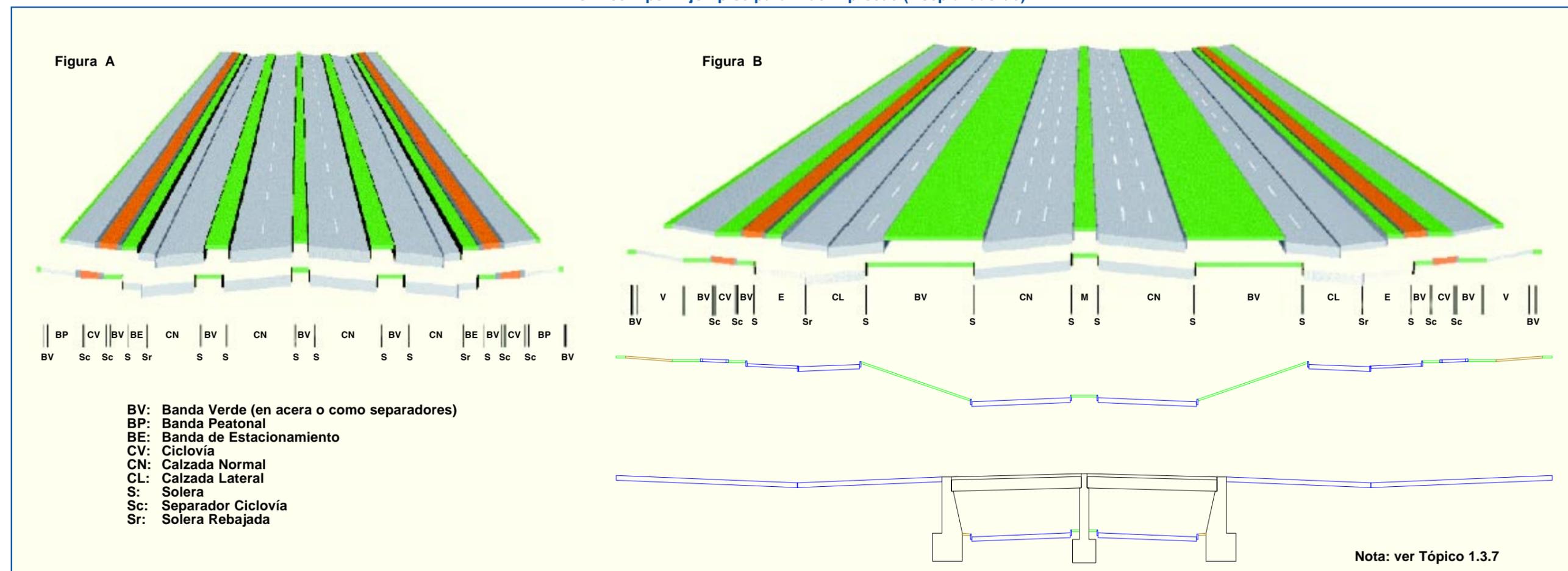


Lámina 1.3-10 Perfiles Tipo - Ejemplos para Vías Expresas (Desplazadoras)



a) Ejemplos de Perfiles Tipo de Vías Expresas

En la Lámina 1.3-10 superior se muestran dos perfiles tipo para arcos de vías expresas, ambos constituidos por calzadas centrales para el tránsito de paso que esta vía favorece, calzadas laterales para la operación del tránsito local, bandas de estacionamiento, ciclopistas, aceras y separadores.

En el perfil de la Figura A las calzadas centrales son de dos pistas cada una. Las calzadas laterales están constituidas por una pista ancha, que combinada con la banda de estacionamiento adyacente a ella permite esta maniobra sin impedir el paso de otro vehículo.

En este perfil todos los separadores son estrechos, lo que no permite ampliaciones del número de pistas, y la banda de estacionamiento está dimensionada para vehículos paralelos a la solera.

En el perfil de la Figura B las calzadas centrales tienen tres pistas cada una y los separadores entre ambas calzadas para vehículos motorizados son amplios para permitir ampliaciones futuras o para poder resolver las eventuales desnivelaciones con estructuras simples, sin muros de contención en el sentido longitudinal de la vía.

En las ilustraciones de la parte inferior de esta figura se bosqueja un corte transversal en la rampa de acceso a un paso bajo nivel de tal vía, previo a la estructura correspondiente, y otro por el eje de la estructura o perfil longitudinal de ésta.

Se aprecia que el separador amplio obvia muros de contención. En el caso de preverse pistas adicionales a futuro, este separador permitiría reducir la longitud de los muros.

En el caso de las autovías, donde pueden existir intersecciones semaforizadas, los separadores amplios como los de este último ejemplo son prácticamente imprescindibles cuando se quiere manejar adecuadamente virajes a la izquierda desde las calles laterales.

El ejemplo de la Figura A, representa un mínimo aplicable más bien a autopistas -sin virajes a nivel- en las cuales el separador alojará los muros de contención de las desnivelaciones.

Fajas de 80 metros, que son las más amplias que se han previsto en nuestro país para vías de este tipo, se han probado estrechas para proveer grandes capacidades sin desnivelaciones, sobre todo cuando se ha intentado dotarlas de calzadas exclusivas (buses y bicicletas).

b) Ejemplos de Perfiles Tipo de Vías Troncales Mayores

En la lámina 1.3-11 de la página siguiente aparecen tres ejemplos de vías troncales mayores en las que se ven las mismas unidades utilizadas en la composición de las vías expresas, salvo por la inexistencia de calles laterales, que son más propias de estas últimas.

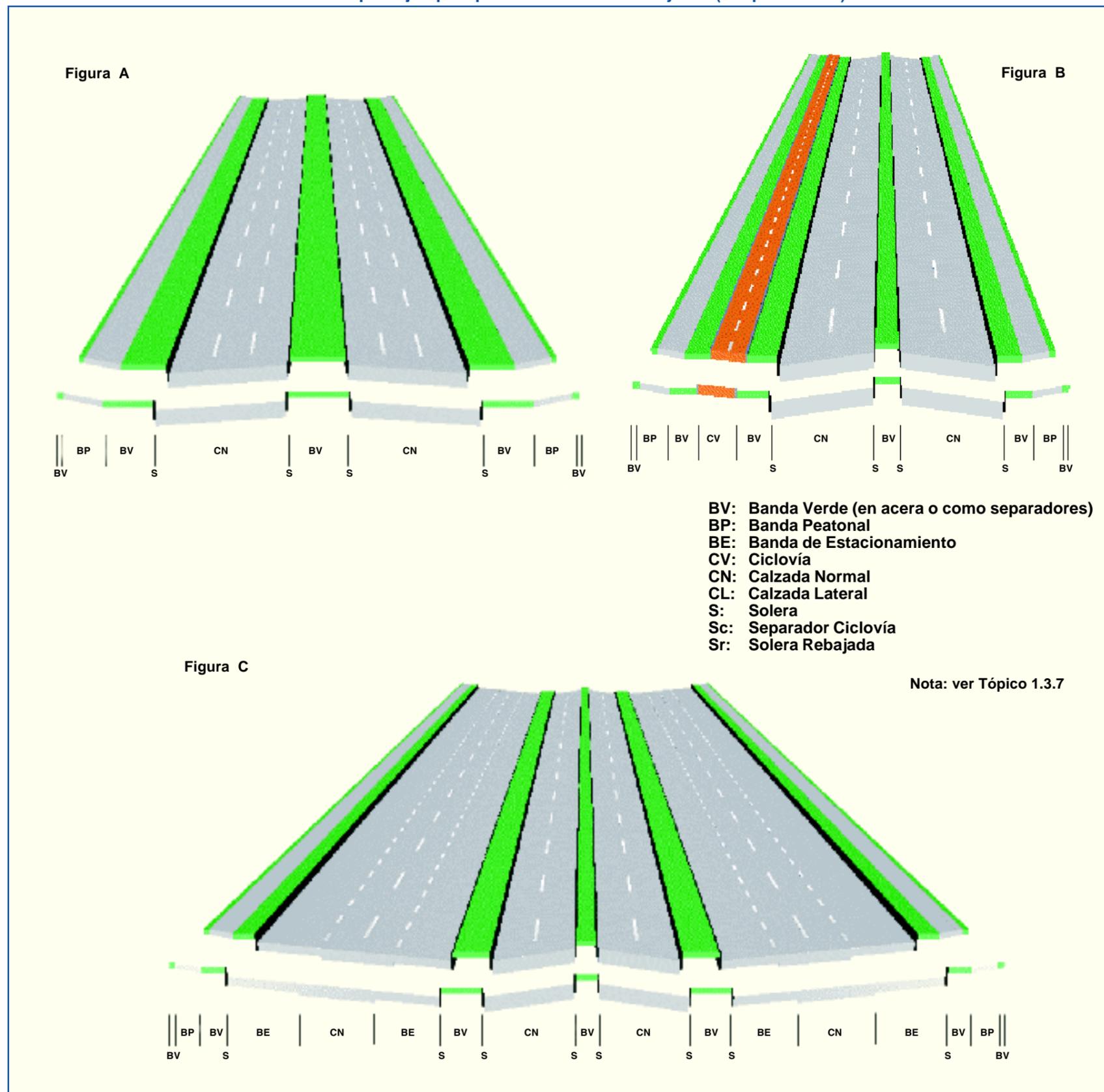
Las vías troncales mayores deberían estar compuestas por calzadas unidireccionales, separadas por una mediana o bien ser pares (sentidos de tránsito complementarios en vías paralelas distintas).

En la Figura A se muestra un perfil tipo muy común para una vía troncal, cual es el que dispone de dos calzadas de tres pistas -una para cada sentido de tránsito- separadas por una mediana, y aceras compuestas por una vereda y dos bandas verdes, una a cada lado de dicha banda peatonal.

El ancho de la mediana incidirá en la buena gestión de los virajes a la izquierda, ya sea como área de almacenamiento o como huésped de pistas de viraje.

En la Figura B se tiene un perfil asimétrico, en el cual dos calzadas unidireccionales de dos pistas cada una se combinan con

Lámina 1.3-11
Perfiles Tipo - Ejemplos para Vías Troncales Mayores (Desplazadoras)



sendas aceras y con una ciclista bidireccional inserta en una banda verde situada entre una de las veredas y la calzada correspondiente.

En la Figura C se tiene una disposición muy especial, con estacionamientos segregados de la calzada de paso. Esta es la única manera en que la demanda por estacionamientos puede ser resuelta de manera coherente con las características de la demanda que se debe privilegiar en una vía troncal, si las conexiones entre calzadas son posibles en términos geométricos y operacionales.

c) Ejemplos de Perfiles Tipo de Vías Troncales Menores

Las Vías Troncales Menores pueden tener perfiles tipo muy variados; desde aquellos en los que sólo la existencia de bandas de estacionamiento los diferencia de las mayores, hasta aquellos cuyas calzadas presentan dos pistas sin bandas de estacionamiento, que pueden diferenciarse de las vías vecinales sólo si en las primeras no se permite dicha maniobra. En la figura A de la lámina 1.3-12 se muestra un ejemplo de lo primero, con un perfil de calzadas separadas con bandas de estacionamiento, y en la Figura B se tiene un ejemplo de lo segundo.

Es importante resaltar que es preferible, en términos económicos y de diseño, materializar las bandas de estacionamiento mediante pavimentos distintos y de menor costo; que éstas desaparezcan en las esquinas, para inducir posiciones correctas de los vehículos detenidos y disminuir la distancia de cruce de los peatones, y que se use el ancho de dicha banda para el diseño de las pistas de viraje (o para ciclobandas), las cuales quedan así explícitas y menos susceptibles a la invasión por parte de los vehículos que se estacionan.

Las figuras C y D de la misma lámina muestran variantes del perfil de la Figura B de acuerdo a la existencia y disposición de las demás bandas constitutivas del perfil: peatonales, cicloviales y verdes.

Lámina 1.3-12
Perfiles Tipo - Ejemplos para Vías Troncales Menores (Desplazadoras)

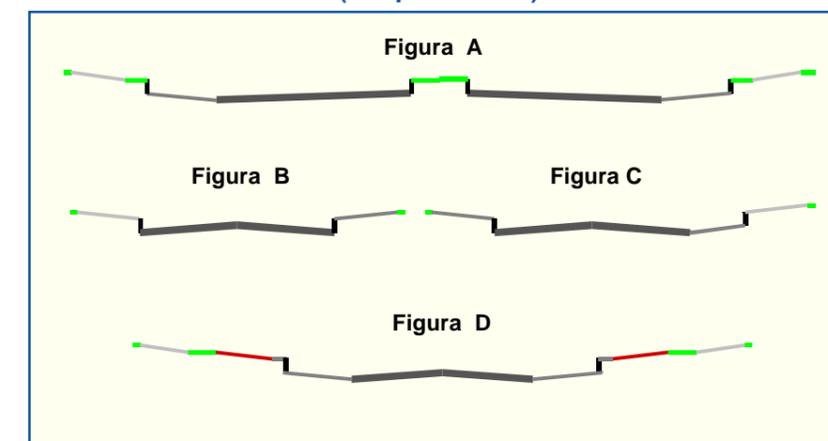
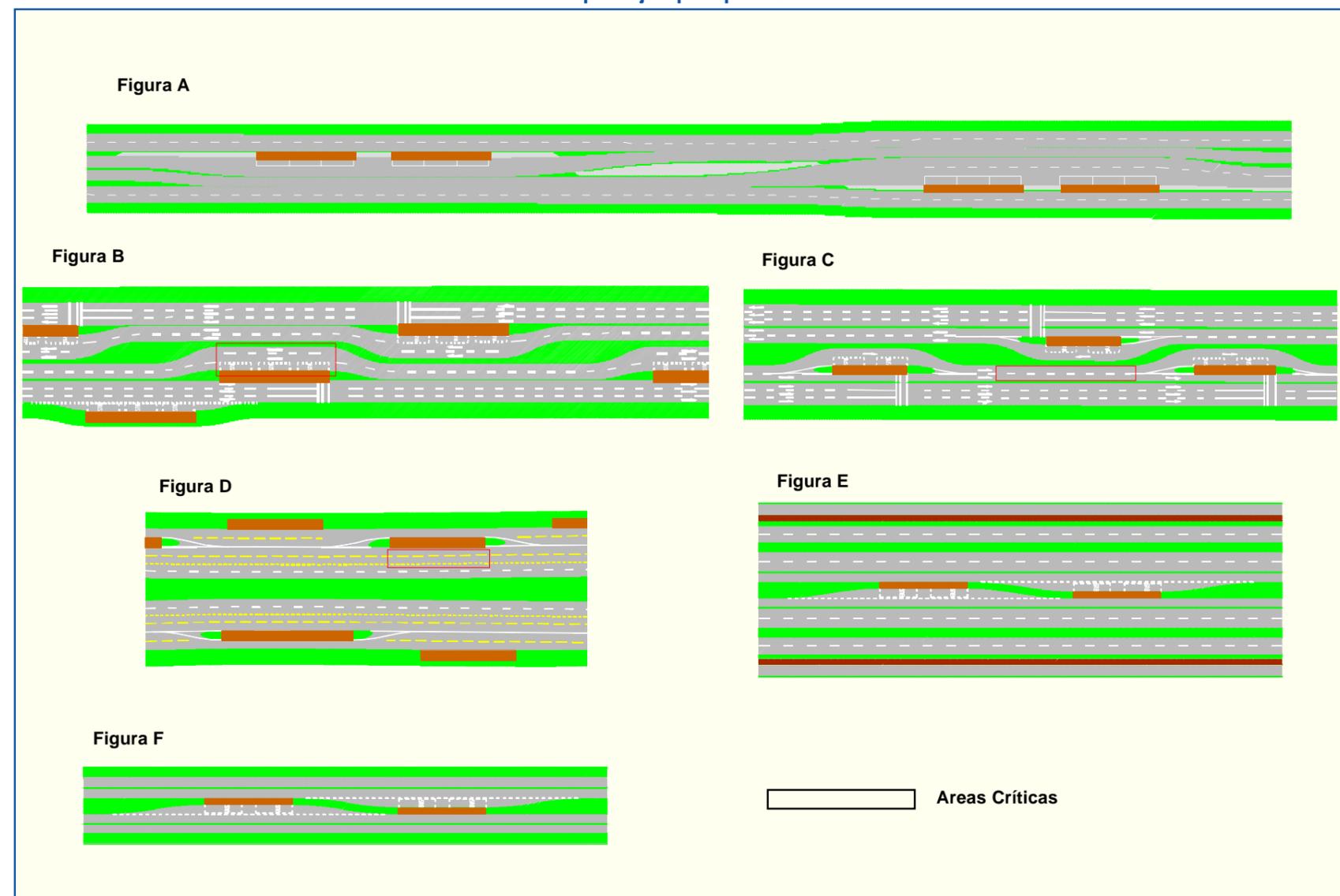


Lámina 1.3-13 Perfiles Tipo - Ejemplos para Vías Mixtas



d) Ejemplos de Perfiles Tipo de Vías Mixtas

Las Vías Mixtas se diferencian de las troncales menores y de las vecinales principalmente en la medida que ellas incluyan pistas segregadas para buses. En tal caso no se puede hablar de un perfil tipo, ya que éste variará de acuerdo a las peculiaridades transversales de los varios tipos de planta posible. Por esto se prefiere hablar de "plantas tipo", como las bosquejadas en la lámina 1.3-13.

En la Figura A de dicha lámina se muestra una composición de las más típicas, en la que existen dos pistas exclusivas -una para cada sentido de tránsito- alojadas en una zona central de la plataforma vial, cuyo ancho es suficiente para que se vayan generando áreas de parada alternadas para un sentido y otro.

Estas áreas consisten en una isla-paradero, una pista de circulación que frente a esta isla presenta andenes y una pista de adelantamiento que aparece y desaparece junto con el paradero.

En esta figura se aprecian dos paraderos alternos, para buses circulando en distinto sentido, en los que se distinguen dos zonas de parada -para grupos distintos de buses- con tres sitios cada una.

La transición entre una y otra área de paradero genera una isla que puede o no permitir la comunicación peatonal entre islas paradero próximas. En el caso de estar suficientemente distanciados dos paraderos, esta isla se convierte en una mediana, que puede ser reducida si existen motivos para ello.

En la Figura B se tiene un esquema en planta similar al anterior pero con dos pistas exclusivas en cada sentido, lo cual determina un perfil con tres pistas frente a las islas paradero.

Este esquema, para una demanda mayor, tiene el inconveniente de una operación más conflictiva en la zona del paradero, ya que los buses que no se detienen en él deben negociar su paso con los que sí lo hacen y efectúan maniobras de adelantamiento frente a la isla.

Este problema se resuelve en el esquema de la Figura C, donde una de las dos pistas segregadas no pasa frente a la zona de paradero, permitiendo a los buses pertenecientes al grupo que no debe detenerse allí -y forzándolos en alguna medida- a pasar sin fricción hacia aquel que sí les corresponde.

El punto crítico de tal esquema se tiene en las zonas entre paraderos, donde se produce un trenzado entre los buses provenientes del paradero y los que deben cambiarse de pista para acceder al siguiente.

Otro diseño de gran capacidad es el que se presenta en la Figura D, donde se tienen dos vías segregadas independientes para distintos grupos de buses, los cuales pueden a su vez subdividirse en otros grupos para la operación en cada una de dichas vías independientes.

En este caso las vías segregadas están en las márgenes de las calzadas, por lo que los paraderos de la pista exterior están situados en la acera, y para la vía interior se generan islas-paradero en los tramos donde la vía exterior ya mencionada no tiene paradas previstas.

La maniobra de adelantamiento en la vía exterior se realiza en los tramos donde no existen dichas islas-paradero, y para los adelantamientos en la vía interna se usa una pista híbrida (buses y otros vehículos) en la que se señala la preferencia de los buses y debe ser dimensionada como pista de adelantamiento. Esta mezcla es la debilidad de este esquema.

La Figura E muestra un diseño mínimo para pistas centrales. Se recurre aquí a un esquema de operación a contraflujo o con buses con la puerta al lado izquierdo, con lo cual se aprovecha una banda central para los paraderos en ambos sentidos. Tiene la ventaja adicional de pistas de circulación sin andenes, ya que éstos se sitúan en el ensanche de la calzada.

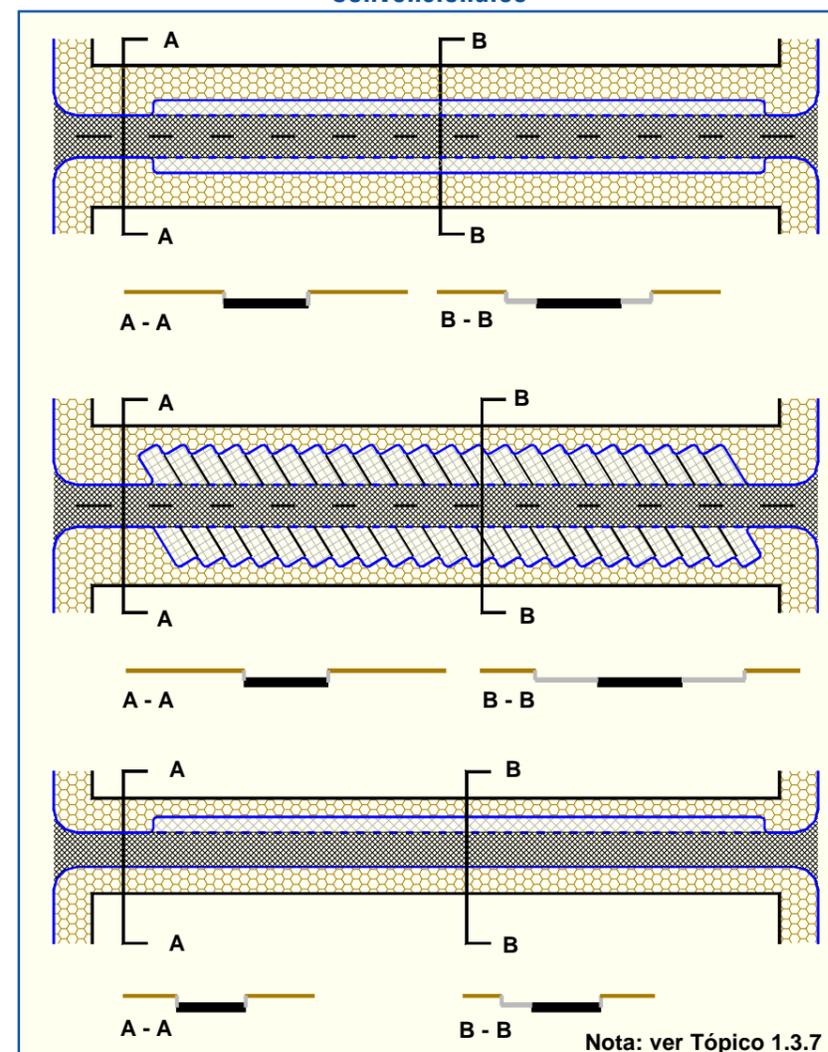
En la Figura F se tiene otro diseño mínimo para una vía segregada central en dos sentidos, en la que se ha restringido la circulación de los demás vehículos que transitan en sentido opuesto a una pista que sólo sirve para acceso a la propiedad. Las paradas se alternan de acuerdo a la disponibilidad de espacio, pero el ancho del área de paradero es igual en ambos sentidos.

e) Ejemplos de Perfiles Tipo de Vías Vecinales

Las vías locales, y en particular las vecinales, son las vías que presentan una mayor variedad dentro del ya amplio espectro de tipos de vías que constituyen la plataforma vial-urbana. En efecto, una calle vecinal puede tener un perfil tipo prácticamente igual a una vía troncal menor, como los de las figuras C y D de la lámina 1.3-12, pero también puede ser diseñada de muchas otras maneras, puesto que sus funciones principales, que son las de brindar acceso a la propiedad privada adyacente a la plataforma pública y estacionamiento en ésta a sus habitantes, puede y debe cumplirse a baja velocidad. Además, en su diseño deben privilegiarse aspectos estéticos que contribuyan al agrado ambiental del espacio público.

Cuando las calzadas son convencionales, es decir, con un firme confinado entre soleras paralelas, es válida la recomendación expresada en el literal anterior con respecto a las bandas de

Lámina 1.3-14
Ejemplos de Perfiles y Plantas Tipo de Vías Vecinales Convencionales



estacionamiento, que deben quedar explícitas, diferenciadas y delimitadas en las esquinas, como se ilustra en la lámina 1.3-14, para los casos de bandas dedicadas a estacionamiento paralelo y oblicuo en calzadas bidireccionales, y para el caso paralelo en calzada unidireccional.

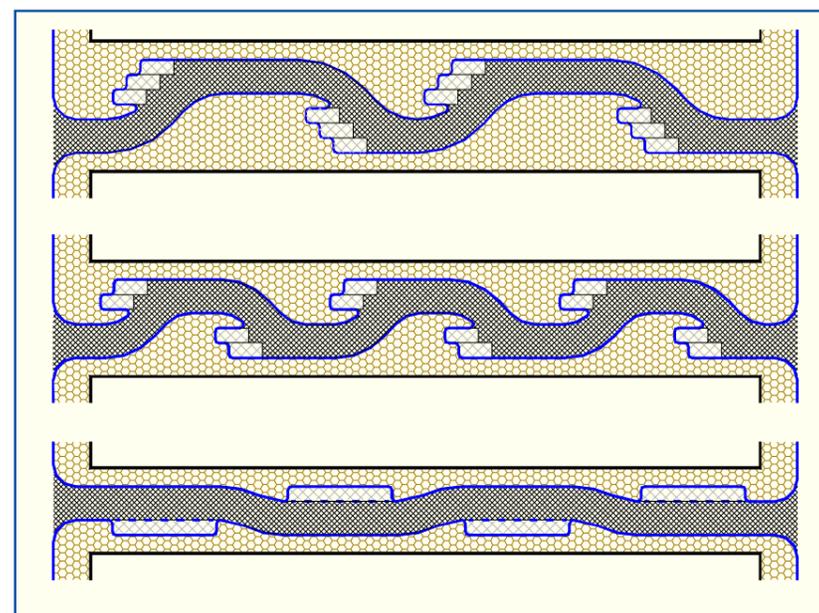
Cuando no lo son, esta recomendación debe ser interpretada de acuerdo a cada caso para que los objetivos que la justifican -menor costo de ejecución y protección de peatones- se cumplan.

Pero las vías vecinales son susceptibles de una infinidad de diseños distintos, que pueden privilegiar las actividades de los bordes. Tres ejemplos entre muchos posibles se muestran en la lámina 1.3-15.

En los dos primeros casos se aplica un tipo de composición a franjas de anchos distintos, sacrificándose algunos de los estacionamientos que la plataforma vial-urbana podría tener, a cambio de conseguir espacios en las aceras susceptibles de acoger actividades de esparcimiento.

En el tercer caso se presenta una planta tipo también con sinuosidades, que al igual que en los otros dos casos, impiden la circulación a velocidades indeseables.

Lámina 1.3-15
Ejemplos de Plantas Tipo de Vías Vecinales Especiales



f) Plantas Tipo de Pasajes

La principal diferencia entre los pasajes y las calles vecinales, además de ser los primeros por lo general más estrechos, es que en los pasajes las calzadas y aceras son coplanarias, por lo que los bordes del pavimento para vehículos se puede materializar con elementos de menor costo que las soleras normales.

Esto significa que las calzadas convencionales se relacionan con los pavimentos de los pasajes mediante uniones que elevan el nivel hasta el de estos últimos. Las aceras mantienen entonces su continuidad altimétrica.

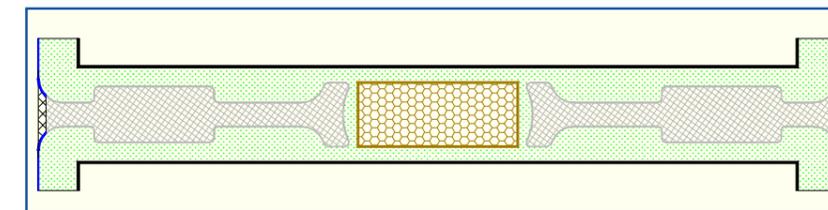
Los perfiles tipo de pasajes en recta son muy simples, pues sólo definen un espacio transversal para aceras y una franja intermedia para circulación vehicular.

Interesa en estos casos fomentar diseños similares a los expuestos en la lámina 1.3-15, por las ventajas que ellos tienen desde puntos de vista de seguridad y calidad ambiental.

Por las características socioeconómicas de las urbanizaciones en las que se definen pasajes, resulta particularmente deseable que el espacio público sea tratado considerando que éste, más que en otros casos, es prolongación natural del espacio privado.

La provisión de ensanches en la plataforma vial, sumada a una menor demanda por espacios de estacionamiento, permite dedicar superficies a usos recreativos infantiles, como se ejemplifica en la lámina 1.3-16.

Lámina 1.3-16
Ejemplos de Plantas Tipo de Vías Vecinales Especiales



En el diseño del ejemplo contempla acceso vehicular por ambos extremos de la cuadra, sin posibilidad de paso a través de un área cercada de dimensiones suficientes para juegos y deportes. Los vehículos acceden a la calle tras subir las rampas señaladas en los extremos de la figura y pueden estacionar en los ensanches provistos en los extremos de la calle. La maniobra de retorno se hace en las superficies diseñada para tal propósito al final de cada tramo vehicular de la cuadra ("cul de sac").

g) Plantas Tipo de Calle-Vereda y Calles Peatonales

Las calles-vereda son dispositivos cuya principal diferencia con los pasajes es que en aquellas las superficies vehiculares no se distinguen de las superficies peatonales, aunque el diseño define bandas libres de obstáculos que permiten la circulación de un vehículo de tamaño medio (camión de mudanzas, carro-bomba y ambulancia) a través de sinuosidades no explicitadas.

Este tipo de diseño es materia del párrafo 4.1.4.01, en el cual se dan las directrices para el trazado de las mencionadas bandas libres para circulación de vehículos motorizados.

1.3.6 ELEVACIÓN

1.3.6.01 ELEMENTOS MAESTROS PARA LA ELEVACIÓN

Los elementos maestros que determinan la geometría vertical de la plataforma vial-urbana proyectada son el borde de ésta (límite de obra) y los ejes definidos en planta y alzado (ejes en planta y perfiles longitudinales).

La lámina 1.3-17 muestra un tramo de calle objeto de rediseño. La superficie del terreno actual se destaca mediante una malla gris; los ejes y el límite de obra aparecen en color rojo, salvo las excepciones para dicho límite que se aclaran en el literal siguiente, y las soleras de proyecto en celeste. Las superficies de proyecto (calzadas, aceras, etc.) no se muestran.

El borde presente de la plataforma vial-urbana es condicionante inicial fijo y directo para la definición en alzado de las obras proyectadas, cuando éstas involucran la totalidad de dicha plataforma, y condicionante fijo pero indirecto si ellas afectan sólo partes de la misma (ver letra a).

Los perfiles longitudinales, en cambio, son intrínsecamente variables y deben ser definidos geoméricamente con criterios lo más acordes que sea posible con estas recomendaciones (2.2.2), cuidando que las unidades articuladas en torno a ellos (1.3.2) sean altiméricamente compatibles entre sí; que sus inclinaciones permitan las acciones que se realizan sobre ellas (cuadro 1.2-1) de manera segura y confortable, y que la configuración vertical del conjunto de las superficies resultantes permita el escurrimiento de las aguas por gravedad hacia puntos de evacuación.

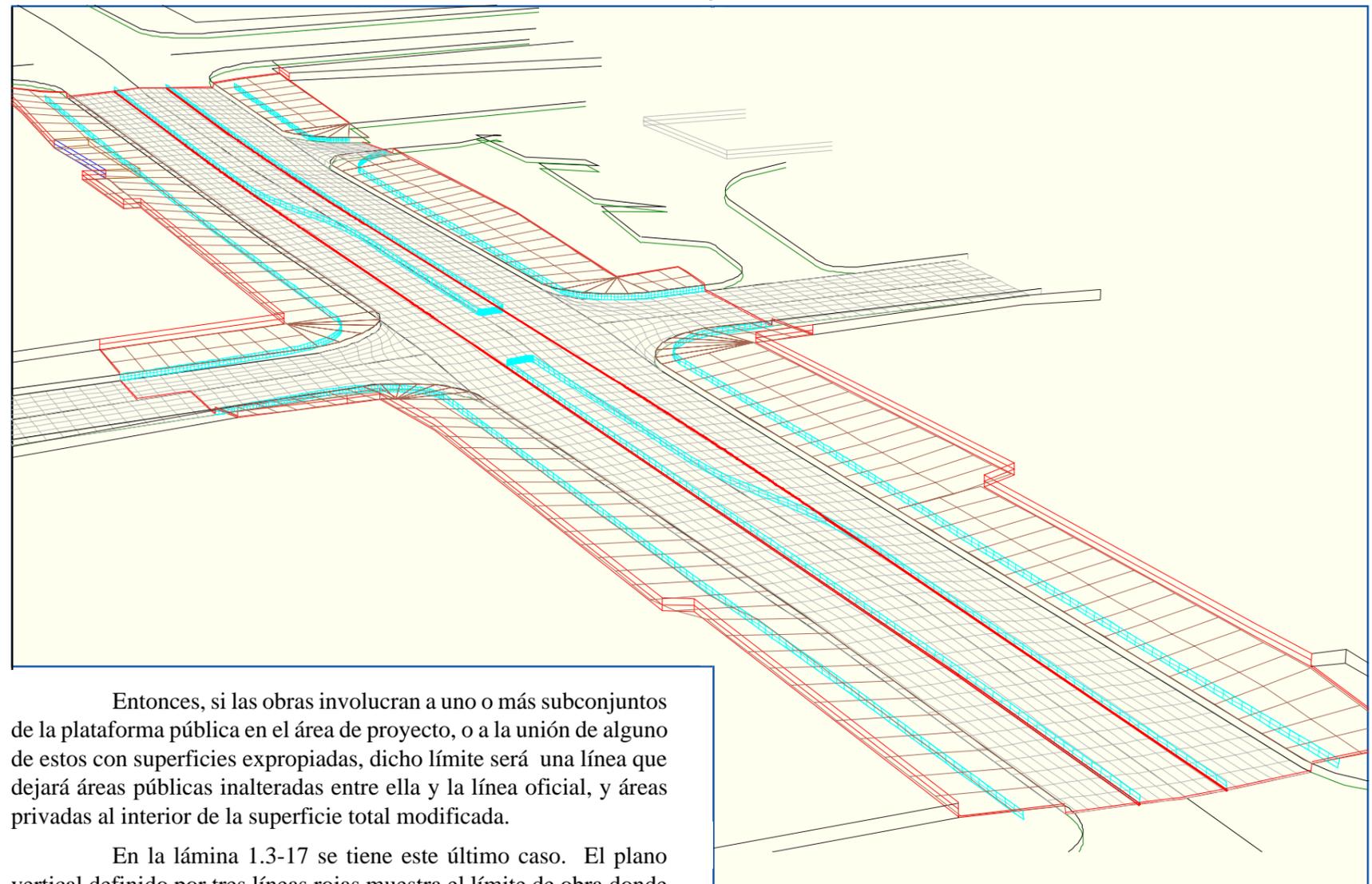
Los elementos que median en el proceso retroalimentario que define dichos perfiles longitudinales, en función de los bordes fijos y de los requisitos expuestos, son los perfiles transversales (1.3.6.03 y 2.2.3)).

a) Borde de la Plataforma Proyectada (límite de obra)

El borde de la plataforma vial-urbana proyectada es el límite de la superficie afectada por el conjunto de las obras proyectadas (líneas rojas, y azules en lámina 1.3-17). Salvo obras aisladas (por ejemplo, modificaciones de servicios distantes) esta superficie es única y sus bordes se cierran. Se incluyen en esta superficie de obra todas las áreas requeridas para desplazamientos de personas y maquinarias durante la construcción, aunque a la postre la geometría de estas áreas no sea afectada.

El límite de obra, en la dirección de los espacios privados adyacentes, coincidirá con las líneas oficiales existentes si las modificaciones afectan la plataforma pública en todo su ancho; con líneas interiores a ésta si en tal dirección la superficie de obra no llega a la línea oficial, o con las nuevas líneas oficiales si se prevén expropiaciones.

Lámina 1.3-17
Elementos Maestros para la Elevación



Entonces, si las obras involucran a uno o más subconjuntos de la plataforma pública en el área de proyecto, o a la unión de alguno de estos con superficies expropiadas, dicho límite será una línea que dejará áreas públicas inalteradas entre ella y la línea oficial, y áreas privadas al interior de la superficie total modificada.

En la lámina 1.3-17 se tiene este último caso. El plano vertical definido por tres líneas rojas muestra el límite de obra donde éste coincide con la línea oficial presente; una línea roja simple corresponde al límite de obra en un área en la cual el proyecto no involucra la totalidad de la plataforma pública, y con líneas azules se señala el límite de obra que penetra la propiedad privada, definiendo una superficie a expropiar.

El borde de la plataforma proyectada (límite de obra) es, en alzado, generalmente irregular; salvo donde ella empalma con la vialidad existente, cruzando calzadas cuya sección transversal responde a patrones fijos. En la lámina 1.3-17 este límite se representa con una línea roja que corresponde a la sección transversal donde proyecto y terreno coinciden.

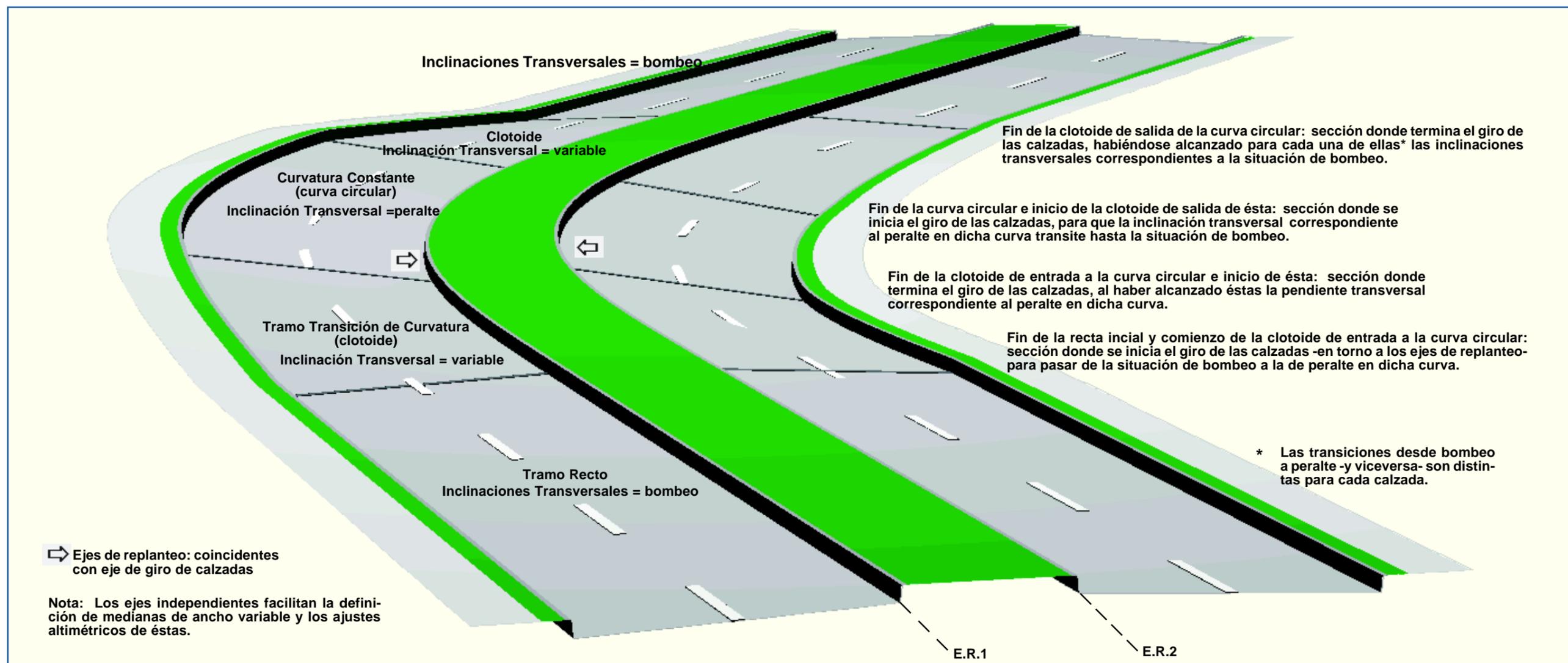
b) Ejes (de replanteo) en Elevación

El segundo elemento básico de la definición en alzado es el conjunto de ejes de replanteo -dos y en rojo en la lámina 1.3-17-,

definidos mediante procedimiento matemático dentro de los planos verticales que tienen a dichos ejes como sendas líneas generatrices (2.2.1.02). Este procedimiento consiste en asociar, a todos los puntos $[x_i; y_i]$ de cada uno de los ejes en planta, cotas z_i . Se generan así, en dichos planos verticales, alineaciones (de preferencia rectas y parábolas alternadas) que constituyen los perfiles en elevación (o alzado o longitudinal; 2.2.2). Cada perfil longitudinal es complemento de la definición espacial del eje de replanteo.

Por lo general, a cada uno de estos ejes espaciales está vinculada directamente una calzada, ya que los ejes de replanteo coinciden con alguna de sus líneas características (eje de simetría o borde), y ocasionalmente dos o más, si un perfil longitudinal fuera la referencia en alzado para más de una calzada.

Lámina 1.3-18
Alabeo de Calzadas entre Tramos de Distinta Inclinación Transversal



1.3.6.02 CONCILIACIÓN ALTIMÉTRICA

Las calzadas se articulan en torno a los ejes de replanteo, inclinándose transversalmente según los requerimientos dinámicos y de drenaje. El resultado es una sucesión continua de planos inclinados cuyas pendientes longitudinales quedan definidas por los perfiles longitudinales y cuyas pendientes transversales son constantes por tramos. Entre dos tramos de calzada con distinta inclinación transversal median superficies alabeadas que permiten mantener la continuidad altimétrica (lámina 1.3-18).

La tasa de variación de las inclinaciones transversales entre dos planos regulares así conciliados no debe exceder ciertos máximos (2.2.1.04).

En la lámina 1.3-18 se representa la transición de peraltes en un tramo de calzada doble, con sendos ejes de replanteo en los bordes contiguos a la mediana, que son a la vez los ejes en torno a los cuales

cada calzada gira transversalmente para variar en forma gradual su pendiente.

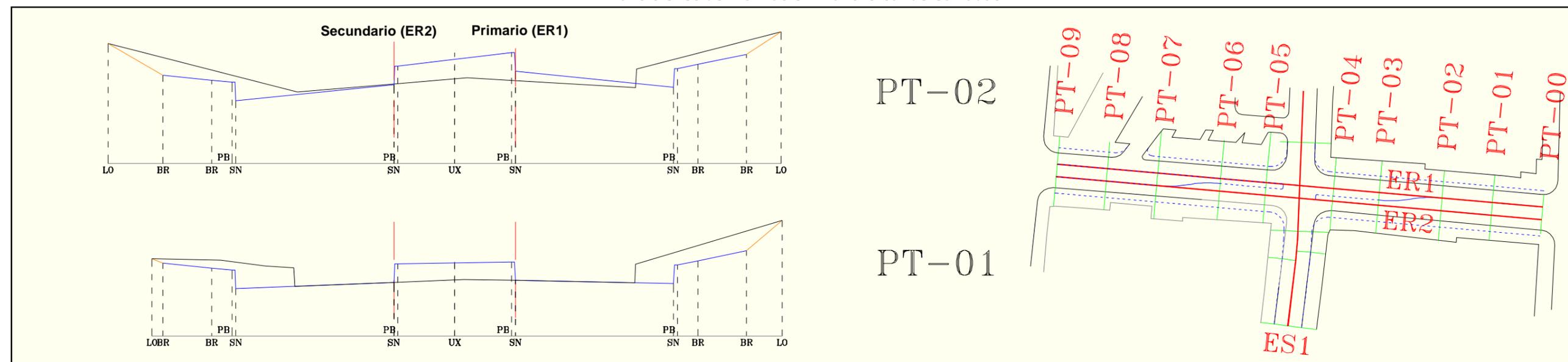
Cada calzada está compuesta por dos tramos rectos -iniciales y finales- que se inclinan transversalmente, vertiendo aguas hacia afuera (bombeo), y tres tramos intermedios que en planta y sucesivamente corresponden a una clotoide de entrada, una curva circular y una clotoide de salida. La curva circular -sin sobreancho- tiene un peralte constante, superior a la inclinación del bombeo, y las transiciones se realizan linealmente a lo largo de las clotoides.

En la figura aparecen líneas perpendiculares a los ejes de replanteo en los puntos de tangencia entre alineaciones en planta sucesivas (puntos singulares del eje en planta); allí es donde dichas variaciones de inclinación transversal se inician o terminan, de preferencia.

La elevación de las superficies vehiculares de proyecto queda determinada sólo por los perfiles longitudinales, por las inclinaciones transversales de los tramos donde éstas son constantes y por las leyes de transición aplicadas en los tramos donde se realizan las variaciones de inclinación transversal. O sea, que en la definición de dicha elevación no intervienen directamente las irregularidades del límite de obra: existen bandas verdes laterales que constituyen áreas de conciliación altimétrica entre dicho límite y el borde de las calzadas. Cuando no existen estas bandas verdes, o cuando éstas son de ancho insuficiente para conciliar los desniveles entre bordes externos de calzadas y límites de obra, las veredas también sirven -aunque en grado menor- para el mismo propósito.

Los separadores -bandejones y medianas-, que de preferencia deben tener pendientes transversales constantes, pueden ser usadas como bandas de conciliación. Esto puede presentar inconvenientes:

Lámina 1.3-19
Transiciones de Inclinación Transversal de Calzadas



que los alabeos resultantes en dichas superficies dificulten la definición altimétrica de las pistas de viraje alojadas en ellas, o que inclinaciones transversales excesivas en dichos separadores den una apariencia indeseable a la plataforma proyectada.

En la lámina 1.3-19 se detalla la geometría transversal del tramo comprendido entre los dos primeros perfiles transversales de la vía del caso representado en lámina 1.3-17. Se puede apreciar que el separador central varía su inclinación.

Esta particular solución es producto de la definición de dos perfiles longitudinales, que en elevación no son paralelos, a partir de los cuales se resuelve la geometría transversal de los lados derecho e izquierdo de la plataforma proyectada, por separado.

Tal procedimiento (ver 1.3.6.03), que puede facilitar el posicionamiento vertical de las veredas en desmedro de la deseada regularidad de la mediana, no es único.

En efecto, en muchas otras vías con perfiles tipo que contemplan mediana y cuyas aceras contienen una o dos bandas verdes -las cuales, al no acoger peatones, son más flexibles para conciliar desniveles transversales que las aceras-, suele ser preferible definir, de acuerdo a normas, sólo uno de los dos perfiles longitudinales (primario) y derivar de éste las cotas del secundario, por la vía de fijar un criterio para la pendiente transversal entre ambos.

En tal caso, primero se ajusta el perfil primario (el de la calzada derecha en la lámina), apuntando a que todas las unidades viales que en este caso median entre el eje y el borde derecho de la plataforma proyectada -en particular calzadas- tengan las inclinaciones transversales deseadas.

Este paso es una primera iteración longitudinal-transversal en la que juegan las inclinaciones de las bandas verdes, y las de las

veredas si fuese necesario, hasta conseguir la compatibilidad transversal buscada.

De este proceso surge un perfil longitudinal que resuelve la altimetría de la plataforma entre este eje y el límite de obra correspondiente (lado derecho), y un conjunto de perfiles transversales de la plataforma que describen la geometría transversal del lado derecho de la plataforma.

Como la altimetría del eje secundario se deriva de la distancia y de la inclinación transversal entre este eje y el primario -ya definido- se puede componer cada uno de los perfiles transversales del otro lado, partiendo de la cota del perfil secundario, dando las inclinaciones transversales recomendables a las calzadas y adecuando la altimetría de las bandas verdes y de las veredas si es necesario para conseguir el empalme a terreno.

Si esto no fuera posible, se debe hacer una segunda iteración, que esta vez puede partir de una modificación adecuada del criterio de inclinaciones para la mediana, con lo que se obtiene un nuevo perfil longitudinal secundario y sus correspondientes transversales, o bien modificar el perfil longitudinal primario y volver así a la primera iteración. En casos excepcionales se deberá recurrir a elementos de contención de tierras.

A diferencia de lo que ocurre entre los bordes de las calzadas proyectadas y los límites de obra coincidentes con una línea oficial, donde se tienen áreas intermedias que flexibilizan la conciliación altimétrica y que independizan de dicho límite de obra la definición altimétrica de las nuevas calzadas, el empalme de las calzadas proyectadas con la vialidad existente obliga a adecuar el perfil tipo de éstas a las características geométricas de la sección vial en el empalme, que permanece inalterada.

En efecto, como la geometría vertical de las secciones primera y última no siempre coincide con el perfil tipo de proyecto, la conciliación necesaria entre los límites de obra y un primer perfil regular del proyecto se debe realizar entre pares de perfiles iniciales y finales (PT-00 y PT-01, PT-07 y PT-08 en la lámina 1.3-19).

La condición de superficie vehicular de esta área obliga a respetar criterios de continuidad vertical entre el o los planos que la conforman y la vialidad existente, y también tasas máximas para los cambios de inclinación transversal, similares a las aplicadas al caso de transición de peraltes (2.2.1.04), que son más estrictos que los aplicados para las zonas de ajuste entre bordes de calzada y límites de obra no viales.

1.3.6.03 EJEMPLO DE DEFINICIÓN EN ELEVACIÓN

A continuación se detalla el procedimiento descrito a grandes rasgos en el literal anterior:

Primero: definición de los perfiles longitudinales de los ejes de replanteo destacados con rojo en lámina 13-17, correspondientes a los bordes interiores de calzada.

Segundo: posicionamiento de los perfiles transversales de proyecto, constituido por calzadas, veredas y bandas verdes de anchos ya establecidos (planta), aplicando inclinaciones transversales normativas a calzadas y veredas, y variando las inclinaciones de las bandas verdes para permitir el empalme de los extremos de los perfiles transversales con el terreno (límite de obra sin considerar espacios adicionales con fines constructivos).

Tercero: retoque de uno de los perfiles longitudinales para resolver incompatibilidades altimétricas detectadas en el paso anterior.

Cuarto: nuevo posicionamiento de los perfiles transversales.

Lámina 1.3.20 Perspectivas de los Elementos Maestros de la Definición en Alzado

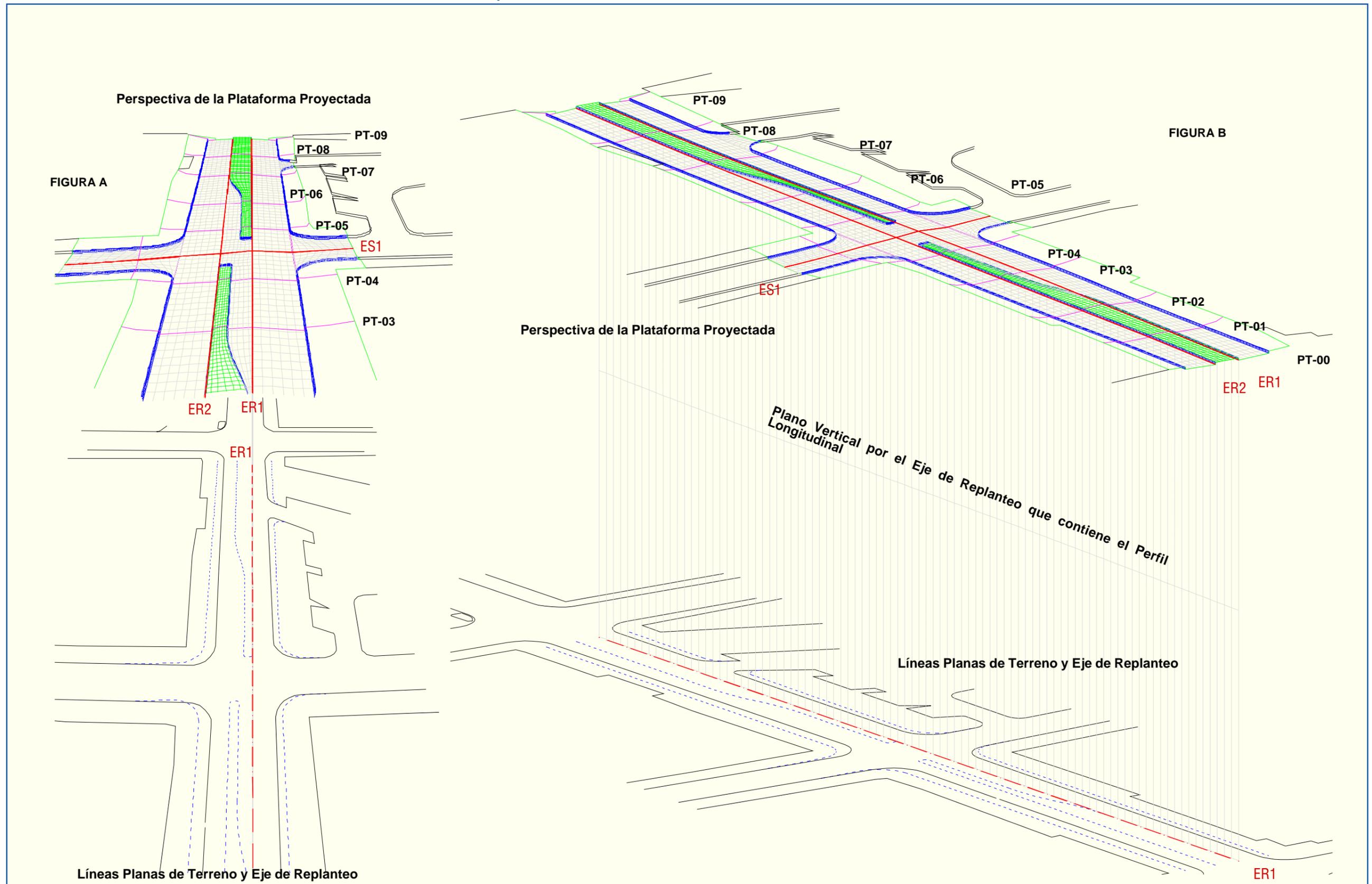
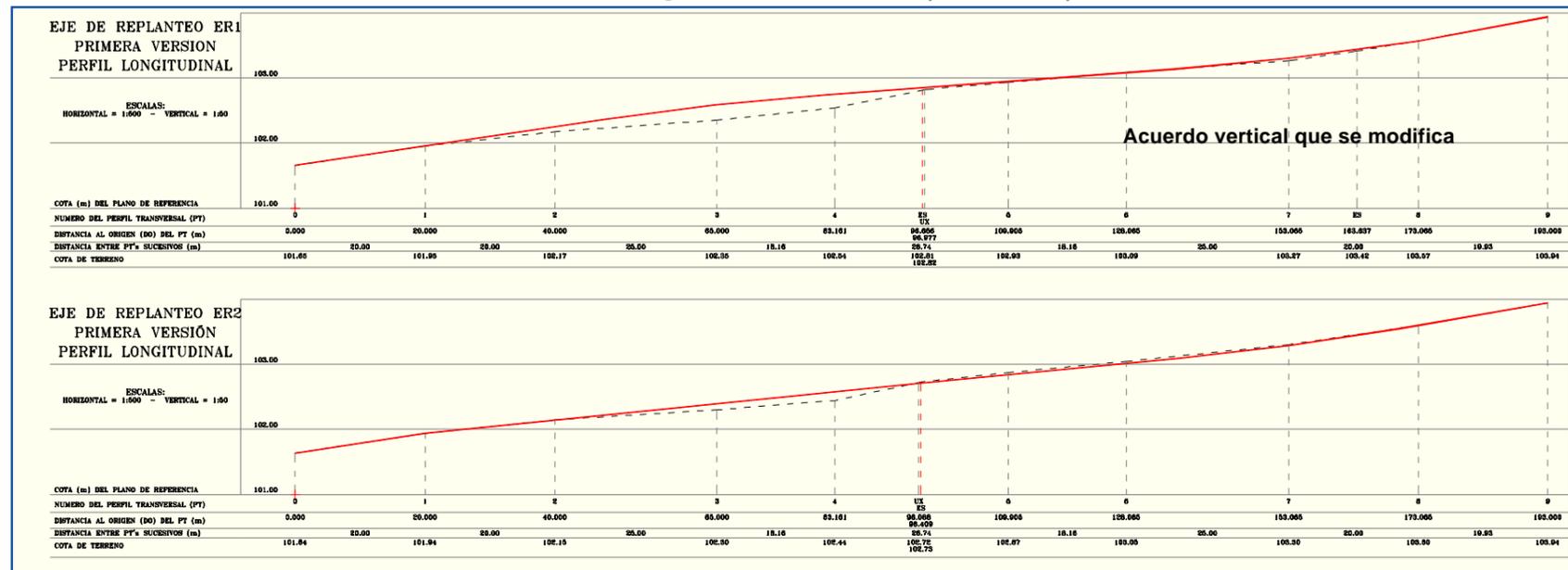


Lámina 1.3-21
Perfiles Longitudinales Tentativos (1ª Iteración)



En la lámina 1.3-20 se muestra parte de un proyecto que modifica cierta plataforma pública existente, y una proyección en planta del eje del terreno original, donde se puntean las líneas de solera diseñadas.

En la lámina 1.3-21 se tiene una primera versión de los perfiles longitudinales de proyecto. Estos han sido definidos tras un análisis de la altimetría del terreno que apunta a aproximarlos lo más posible a lo deseado.

En la lámina 1.3-22 se aprecia los perfiles transversales de terreno y proyecto. Estos últimos se generan a partir de los ejes, que coinciden con los bordes interiores de las calzadas (y con sus

prolongaciones donde hay pistas centrales de viraje). O sea: se sitúan los bordes interiores de las calzadas de proyecto (bordes superiores del pavimento en la línea de solera interior) en las cotas dadas por los perfiles longitudinales; se da a cada calzada la inclinación transversal pertinente -en este caso bombeo-; se aplica una pendiente transversal conveniente (ojalá constante) a las aceras, vertiendo aguas hacia las calzadas respectivas, y por último se une el extremo de dichas aceras al terreno (superficie de conciliación).

En la lámina 1.3-23 se muestra el perfil longitudinal de la calle secundaria (que cruza entre perfiles transversales PT-04 y PT-05), cuya geometría está supeditada a la de la vía primaria y a los requerimientos de su empalme con el terreno actual.

Lámina 1.3-23
Perfil Longitudinal Calle Secundaria (1ª Iteración)

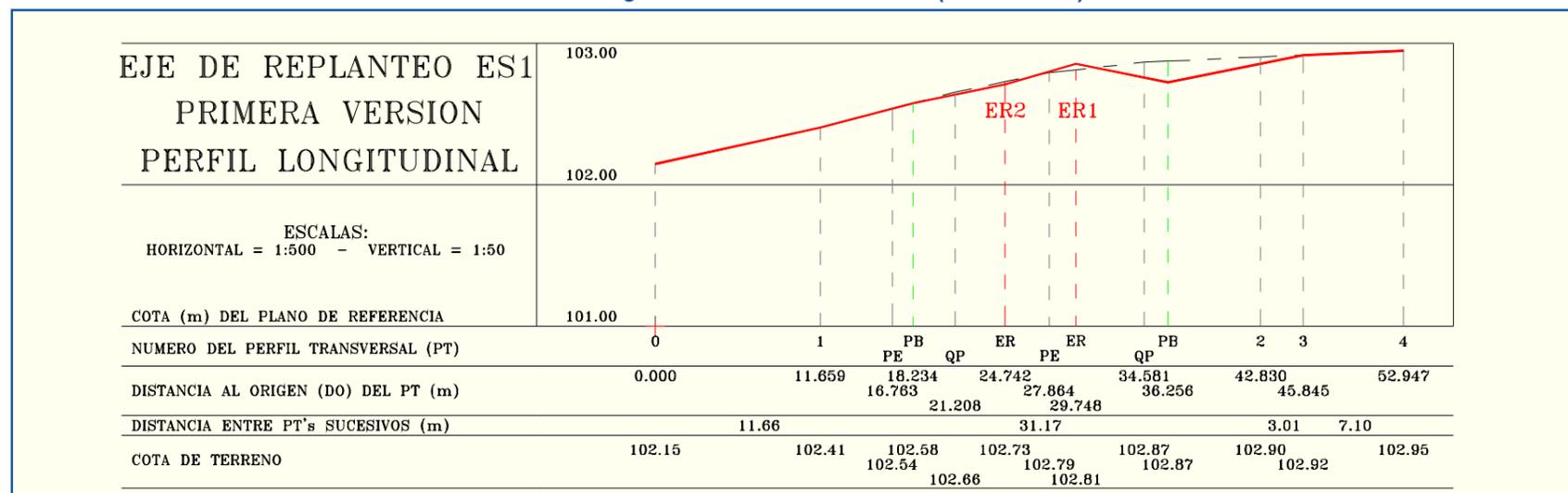


Lámina 1.3-22
Perfiles Transversales Tentativos (1ª Iteración)

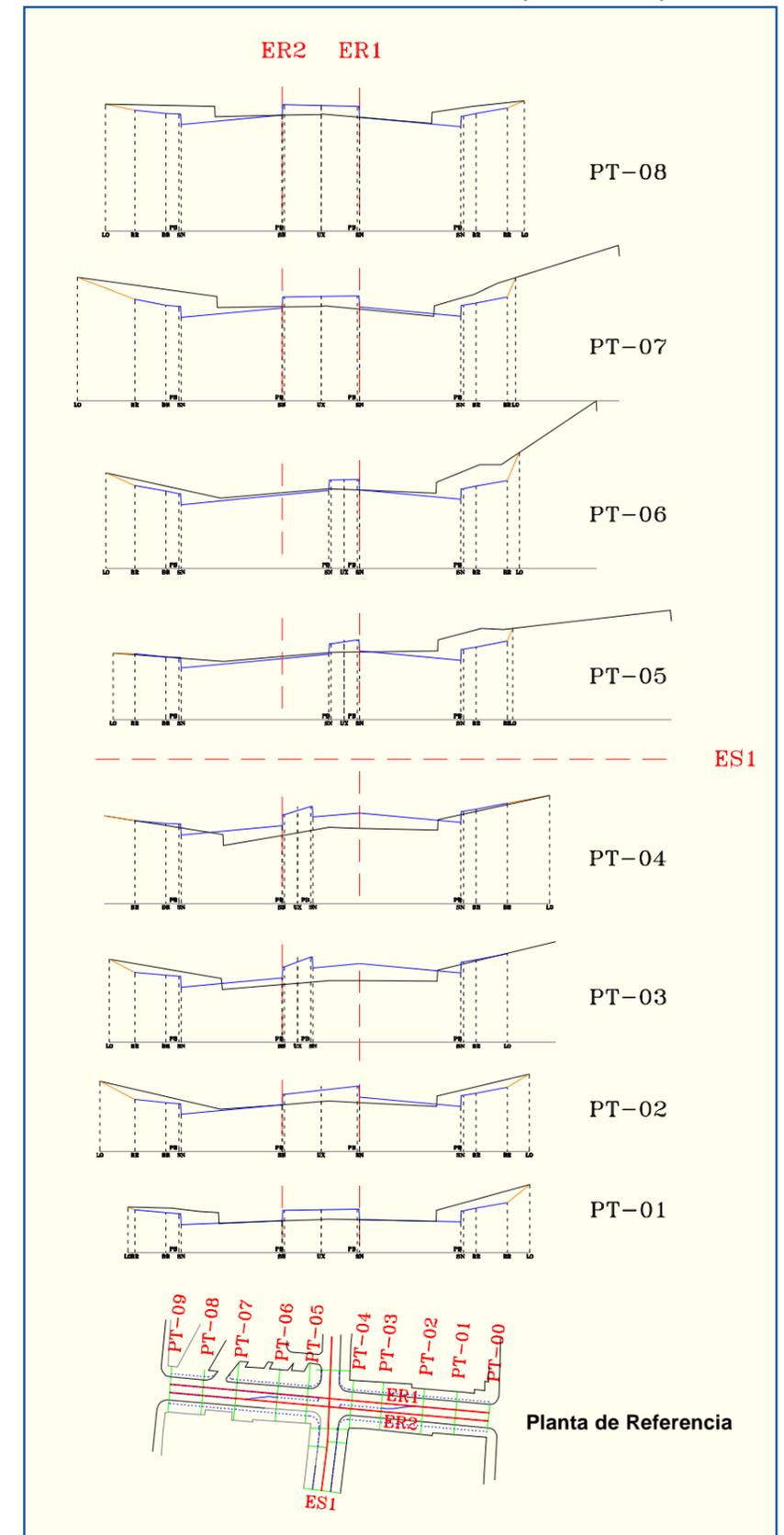
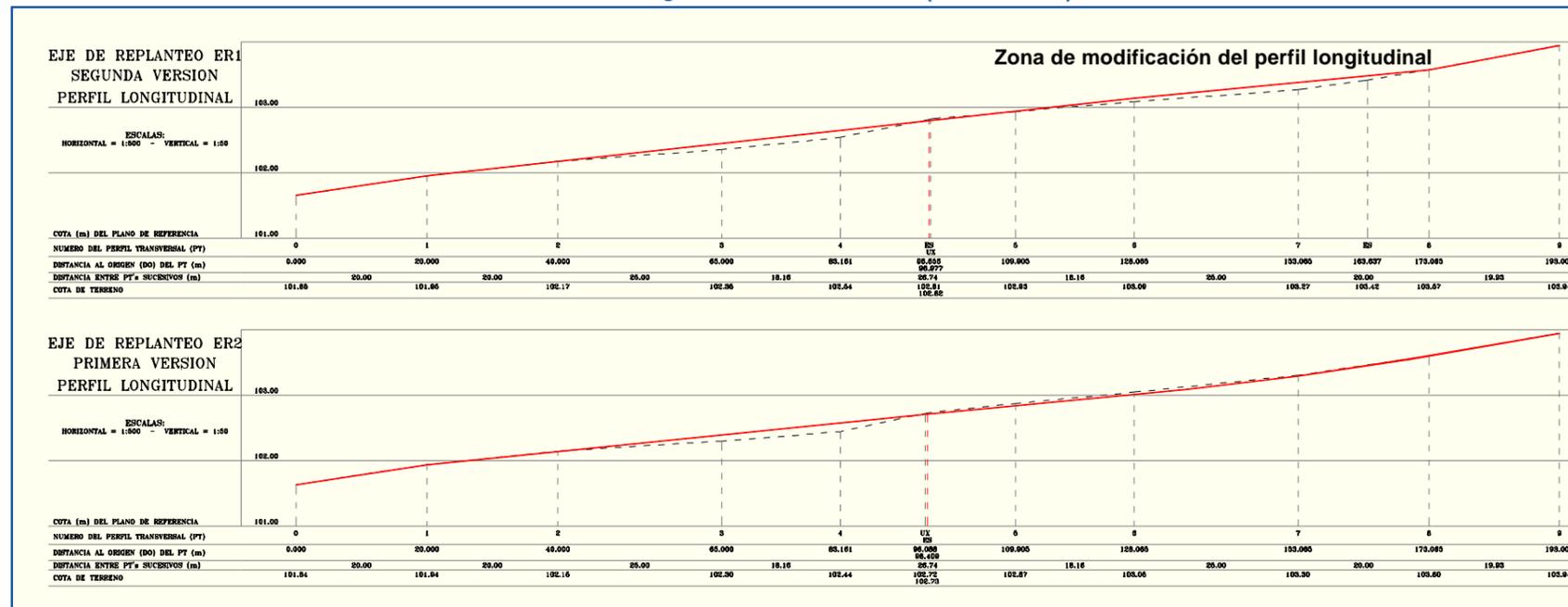


Lámina 1.3-24
Perfiles Longitudinales Tentativos (2ª Iteración)



Esta solución resulta adecuada para ambos lados de la plataforma, pero se opta por subir algunos centímetros la calzada derecha para conseguir una mejor solución altimétrica en el cruce de la calzada proyectada y la calle transversal existente, cuyo eje de replanteo es ES1.

Para ello se elimina el acuerdo vertical cóncavo dispuesto a la altura del perfil transversal PT-07 y se mantiene recto el perfil longitudinal (ver lámina 1.3-21). Con esto se consigue el efecto

deseado, como se puede apreciar en la lámina 1.3-24, en los perfiles transversales de la lámina 1.3-25 y en el perfil de la lámina 1.3-26.

La definición altimétrica en la zona donde la vía rediseñada se cruza con la calle secundaria (entre PT-04 y PT-05) requiere algunos cuidados especiales. En general, la elevación de proyecto en los nodos e intercambios (cuadros 1.2-1 y 1.2-2) es más compleja que en los arcos, sobre todo en el caso simple aquí reseñado.

Lámina 1.3-26
Perfil Longitudinal Calle Secundaria (2ª Iteración)

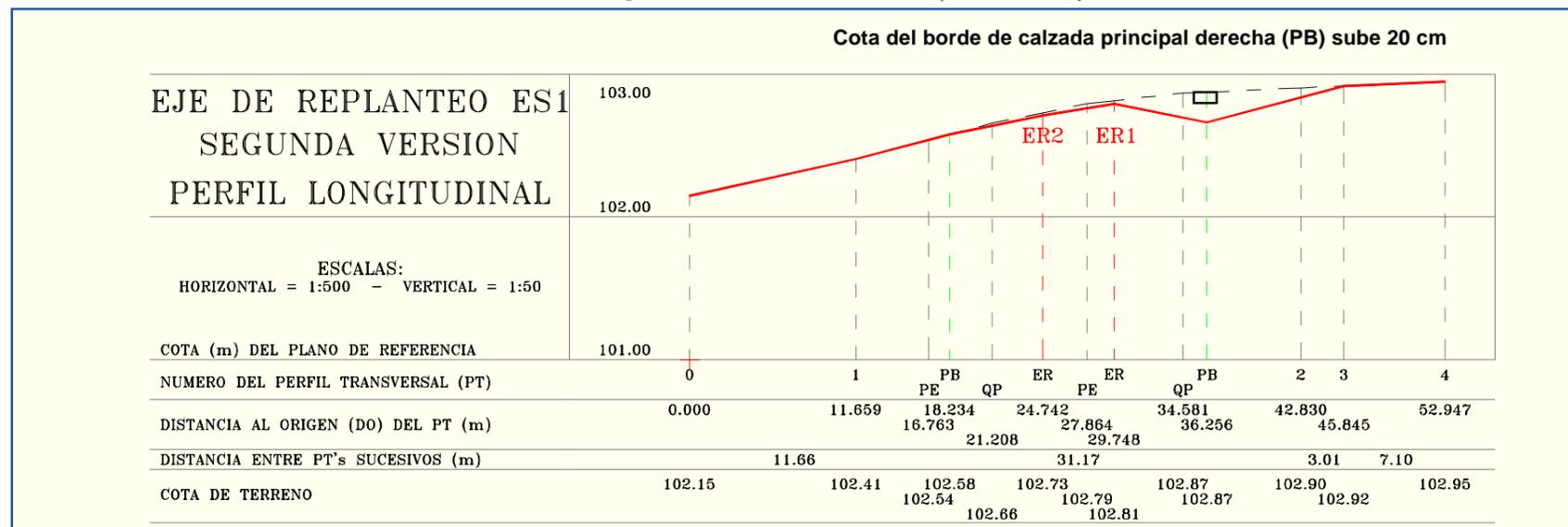


Lámina 1.3-25
Perfiles Transversales Tentativos (2ª Iteración)

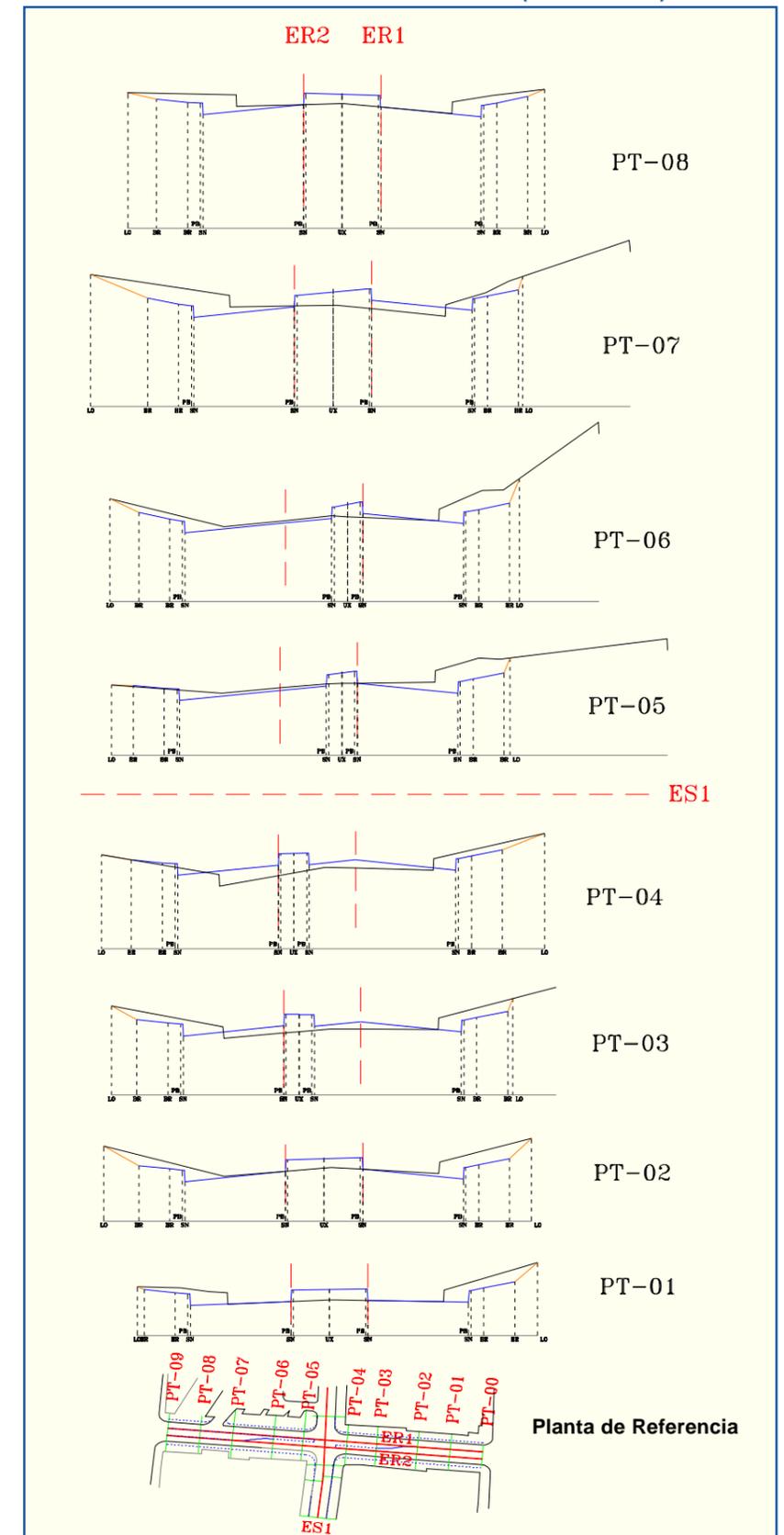
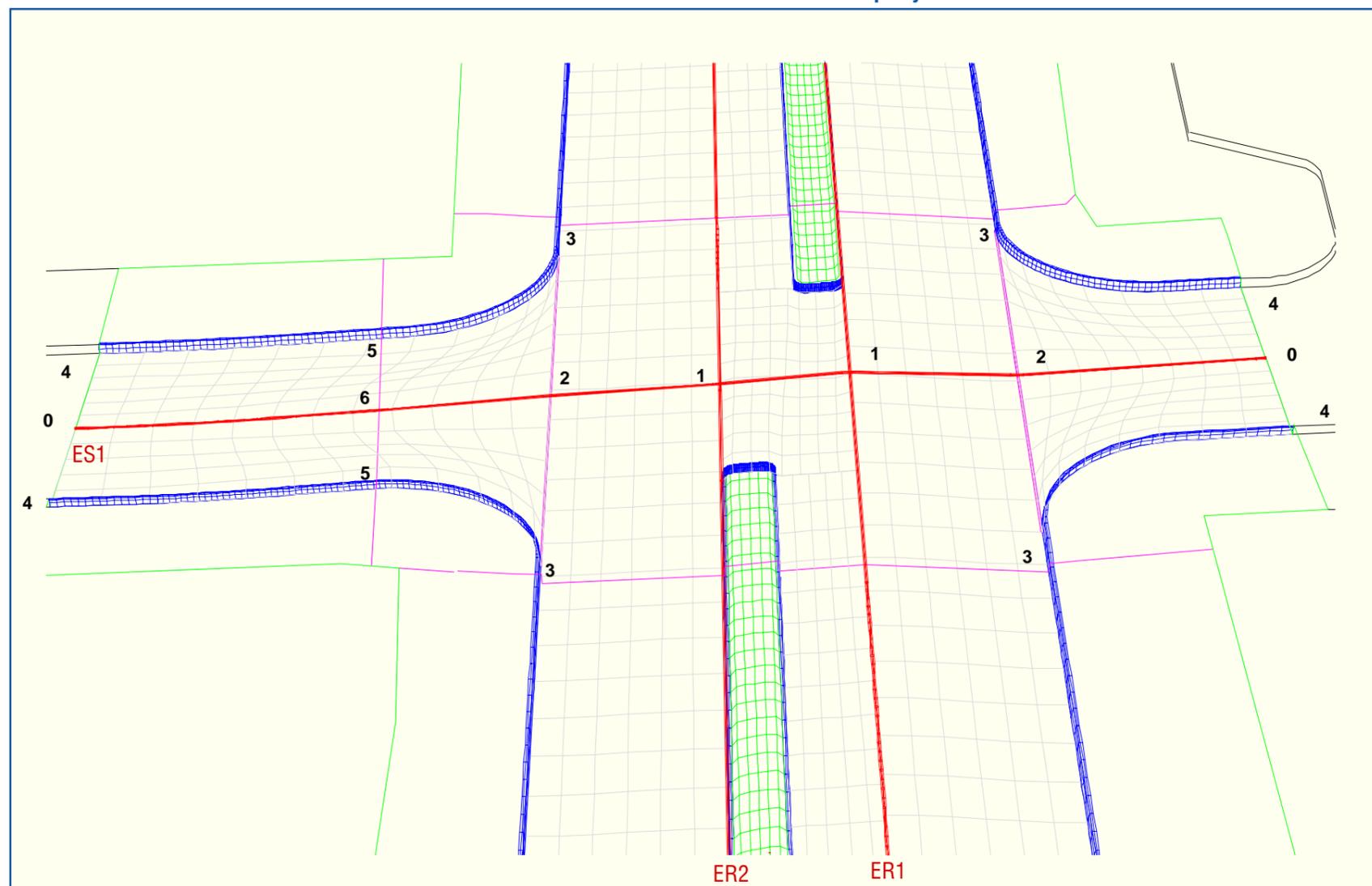


Lámina 1.3-27
Definición en Alzado de Cruce entre Calzadas Principal y Secundaria



intermedio entre los puntos 0 y 2 (5-6-5). Dos primeras superficies regladas la determinan las líneas entre los puntos 5-6-2-3, y otras dos, entre el perfil y la sección de empalme, determinadas por las líneas 0-6-5-4.

1.3.7 PRINCIPIOS DE COMPOSICIÓN

No existen reglas definitivas para el trazado de una vía, desde puntos de vista estético, pero es posible citar algunos criterios generales.

1.3.7.01 INTEGRACIÓN EN EL LUGAR

El trazado de una calle debe ser armónico con el conjunto de la ciudad a la cual sirve. Esto no sólo con respecto a la coherencia que debe existir entre la topografía y la geometría en planta y elevación, sino que también en la proporcionalidad que debe existir, tanto entre su sección y las construcciones que le bordean o bordearán, como en el tipo de vegetación contemplada.

Esto significa que en un barrio residencial de poca altura, una vía de gran sección produce, además del menoscabo ambiental propio de los flujos, un efecto de incongruencia estética. Además, significa que la composición paisajística debe corresponder a la realidad del lugar: más o menos árboles, del tipo que sea típico en la región; más o menos utilización de decoración mineral, etc.

Por otra parte, es sensato imaginar una jerarquía visual de las vías. En Francia, por ejemplo, los paseos laterales con dos corridas de árboles corresponden a las grandes arterias; las medianas con igual tipo de plantación son propias de vías algo menores, y así sucesivamente.

1.3.7.02 PUNTO DE FUGA

Una vía adquiere un carácter muy especial cuando se dirige hacia algún punto singular: monumento, estructura o paisaje que aparezca en su centro, a la distancia, como un hito notable que la cierra.

En las ciudades chilenas, frecuentemente enclavadas en topografías acentuadas, este efecto suele lograrlo una montaña, un cerro o una cordillera.

Este hecho debe aprovecharse en el diseño, ya sea organizando el trazado (urbanización por ejemplo) para realzarlo, o asegurando la vista mediante aberturas en las plantaciones, o impidiendo la construcción de obras cuya estética no compense el deterioro que eventualmente puedan producir a la visión abierta del paisaje natural.

Cuando ocurre cualquiera de estos esquemas, los trazados rectos son particularmente propicios.

1.3.7.03 ESPACIOS LIBRES Y VEHICULARES

Una cierta parte del ancho de la plataforma debe quedar reservada a los peatones y a los espacios libres.

En la lámina 1.3-27 se detalla la planta del cruce ejemplificado. El perfil longitudinal de la calle secundaria (elevación de eje ES1) tiene cuatro puntos que están predefinidos (1's y 2's en la figura) y por lo tanto todos los que están entre ellos: porque están sobre la calzada principal, cuya altimetría es antecedente previo en el proceso de iteración descrito anteriormente.

Por la misma razón se conocen las coordenadas de los puntos 3's, y, por extensión, la altimetría de los bordes de calzada de la vía principal al cruzar la bocacalle (líneas magenta).

Para completar la definición de la calle secundaria se debe definir lo que ocurre entre los puntos 2's -intersecciones del eje de replanteo de la calle secundaria con dichos bordes de calzada de la vía principal- y los puntos 0's -los puntos extremos del perfil longitudinal, o sea, los puntos de empalme con el terreno actual.

En el lado derecho este problema se ha resuelto siguiendo los siguientes pasos: Se unen los puntos 2 y 0, cuidando que los quiebres longitudinales en ellos (3.4-2) no superen los máximos recomendables. Se unen en alzado los puntos 3 y 4, de manera que se cumplan tres condiciones: que el perfil longitudinal de los bordes de pavimento en las líneas de solera sea continuo; que en lo posible éste no deje puntos bajos, para evitar sumideros, y que las cotas de la línea superior de la solera entre dichos puntos 3 y 4 sean tales que no se generen empozamientos de agua en la acera. Y por último, se definen dos superficies regladas en las superficies definidas por las líneas entre los puntos 0-2-3-4.

En el lado izquierdo, debido a la inclinación existente en la calle secundaria, es necesario extender algo más el perfil longitudinal, con lo que resulta posible y conveniente definir un perfil transversal

En efecto, una calzada demasiado ancha, además de las molestias que ella produce intrínsecamente, produce el efecto de una barrera, segregando drásticamente el sector, tanto física como visualmente.

Este efecto se aminora si dicha calzada discurre bordeada de veredas amplias.

En las secciones pequeñas a medianas (30 metros o menos), el ancho de las superficies vehiculares deberá representar un máximo de 60% en el ancho del perfil tipo. Esta proporción debe disminuir hasta el 40% en las grandes secciones.

Los espacios libres deben repartirse juiciosamente entre las zonas peatonales y vehiculares que proceda diseñar.

1.3.7.04 RITMO DEL PERFIL

Algunos perfiles son determinados siguiendo reglas distintas de la anterior. Por ejemplo, la repetición de módulos:

- Una calzada de 12 m flanqueada por dos veredas de 10 a 12 m. El módulo en este caso es el ancho de 12 m.

- Una mediana de siete metros, dos calzadas de siete metros y dos veredas de siete metros representan una estructura pentamodular con 5 módulos de 7 m.

Otro principio muy característico (Hausmann) es una calzada de 10 m bordeada de dos paseos de 10 m. Entre estos últimos y los inmuebles discurren calzadas laterales de servicio y veredas de 5 m cada una.

Si se desea que un paseo central sea hospitalario para el peatón, su ancho debe ser al menos el doble del ancho de las calzadas que lo flanquean.

1.3.7.05 PERFIL ASIMÉTRICO

Si uno de los lados de la vía presenta un interés particular (fachada comercial, playa, etc.), es razonable y hasta preferible diseñar un perfil asimétrico, en el cual una gran vereda, paseo o vereda-paseo facilitará y estimulará la vida urbana.

CAPÍTULO 2

ELEMENTOS DEL ESPACIO VIAL URBANO

En este capítulo se destacan la mayoría de los "elementos" (Cuadro 1.2-1) que suelen estar presentes en el EVU, y que por lo tanto deben ser considerados en el diseño.

Estos elementos son agrupados según su tipo (arquitectura, vialidad...), en concordancia con las cinco áreas temáticas reconocidas en 1.3.1.

Se distinguen elementos puntuales y lineales, según la forma aproximada en que ellos se proyectan sobre la plataforma vial-urbana.

Puntos y líneas son reducción práctica de los atributos de posición de los elementos, que en la realidad tienen correlatos materiales de distintas dimensiones.

Un árbol, un poste y una cámara, siendo considerados los tres como elementos puntuales del EVU, tienen muy distinto efecto en la configuración del EVU, y lo mismo ocurre con un muro, una solera y un eje de replanteo, todos éstos agrupados como elementos lineales.

Entre los elementos del EVU se incluyen algunos de índole virtual, sin correspondencia material en la realidad.

Entre éstos destacan aquellos que definen y referencian espacialmente la composición vial-urbana (eje de replanteo, punto de tangencia, etc.), y que constituyen asunto primordial de estas recomendaciones.

También es principal (1.1.3) dar relevancia al contexto urbano dentro del cual el espacio vial-urbano se inserta.

Este contexto constituye la interioridad social, como espacio comunitario mirado a través de un prisma estético y cultural, y también alberga redes aéreas o subterráneas destinadas al transporte de fluidos, energía e información, además de personas y cosas.

No se pretende normar en tales materias, por exceder su alcance tanto los límites de este manual -y de cualquier otro- como las capacidades del equipo redactor.

Aquí se rinde tributo a lo urbanístico mediante la reiterada invitación a considerar la globalidad del objeto de diseño (1.2.1.03), y más específicamente, a través de la

mención particularizada de los elementos pertenecientes al área temática "arquitectura". Estas alusiones van desde apenas una definición necesaria o suficiente para converger a un lenguaje común, hasta un ensayo que resume materias de gran trascendencia urbanística -como ocurre con el tratamiento del elemento árbol.

En cuanto a las redes distintas de la vialidad superficial, este manual también ve restringido su alcance a la mera mención de sus elementos en el cuadro presente.

ÁREA TEMÁTICA	ELEMENTOS LINEALES	ELEMENTOS PUNUALES
ARQUITECTURA	Borde de jardín, borde de revestimiento, línea oficial, línea de cierre, línea de edificación, solerilla	Árbol, arbusto, asiento, aspersor, basurero, bebedero, buzón, cámara, flores, fuente, jardinera, kiosco, luminaria, monumento, publicidad, refugio, seto, taza, árbol, teléfono.
VIALIDAD	Borde de berma. Borde de calzada, borde de pavimento, borde de zarpa, eje de calzada, línea de ferrocarril, línea de taludes, quiebre de pavimentos, soleras.	Punto singular de eje de replanteo; puntos deca, hecto y kilométricos del eje de replanteo; puntos singulares en soleras, y puntos singulares en líneas férreas.
TRÁNSITO	Demarcaciones amarillas, demarcaciones blancas.	Cámara semáforo, caseta semáforo, demarcaciones puntuales, detectores, protecciones, semáforos, señales.
SERVICIOS	Bordes de gaviones, ductos, cauces de drenaje, acequias.	Bocas de drenaje, cámaras, casetas, postes, sumideros, tensores, torres, sumidero.
ESTRUCTURAS	Borde de tablero, juntas, muros.	Pie de pilares.

SECCIÓN 2.1 ELEMENTOS DE ARQUITECTURA

2.1.1 ELEMENTOS LINEALES

Los elementos lineales del EVU que aquí aparecen tipificados como arquitectónicos pueden ser líneas virtuales que delimitan superficies, como un borde de revestimiento o una línea oficial, o elementos físicos, como una solerilla o un cierre.

2.1.1.1 BORDE DE JARDÍN

Línea delimitadora de prados y jardines, resulta de la composición de las superficies correspondientes.

Es una línea virtual. Si la separación se materializa con un elemento macizo, es la línea que representa a este último la que se representa gráficamente (ej.: solerilla), o la de sus bordes si su ancho es significativo a la escala del caso (ej: revestimientos).

En general, cuando esta línea coincide con otra, la que se representa gráficamente es esta otra, sea ella virtual (línea oficial, borde de pavimento, etc.) o material (línea de cierre, solera, etc.); esto en beneficio de la mayor importancia relativa de las demás.

2.1.1.2 BORDE DE REVESTIMIENTO

Es una línea virtual que representa el borde de una superficie revestida con cualquier tipo de material apto para la circulación peatonal. Se reserva el término pavimento para referirse a las capas superiores de los firmes en calzadas.

En caso de coincidir la línea de borde de revestimiento con otra de índole virtual (líneas oficiales, bordes de pavimento, etc.), su representación gráfica se omite en beneficio de esta última, excepto si se trata de un borde de jardín (2.1.1.01).

Si coincide con otra línea que tiene correlato material, siempre se representa gráficamente esta otra, o sus bordes si el elemento en cuestión presenta un ancho significativo a la escala que se esté trabajando.

2.1.1.3 LÍMITE COMUNAL

Línea virtual que limita dos comunas adyacentes.

2.1.1.4 LÍNEA DE CIERRE

La línea de cierre es una línea físicamente definida, coincidente con la línea oficial, que materializa el deslinde de todo predio urbano privado, excepto en urbanizaciones donde se distribuyen edificios en jardines abiertos al espacio público y en aquellos otros donde se haya autorizado expresamente su supresión.

a) Cierros de Predios No Edificados

1. Contra espacio público. El cierre de un espacio público sólo se podrá levantar en la línea de edificación normada según el área de tratamiento y se evitará cualquier avance sobre los antejardines; manteniendo cerramientos de una altura máxima de 2,50 m.

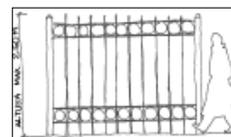


2. Contra predios. El límite entre 2 propiedades vecinas donde no exista una construcción que las diferencie, el cierre se hará sobre los linderos, con un adecuado acabado, diseño y tratamiento de ambos lados de los mismos.



En áreas de conservación se debe respetar el carácter histórico, arquitectónico y urbanístico de estas zonas.

En áreas de actualización, los cierros obedecerán a los usos, residencial, comercial, industrial, etc. No podrán ser concebidos en ningún caso como medio publicitario.



Para áreas limitantes con zonas de preservación no se permite ningún tipo de cierre.

b) Cierros de Predios Edificados

1. Contra espacio público.

Cualquier intervención requiere previa aprobación de la municipalidad local.

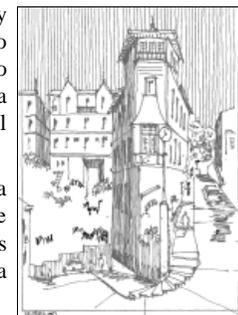
Para áreas de conservación histórica, artística o arquitectónica, los cierros deben respetar el estilo de la edificación y permitir disfrutar del patrimonio arquitectónico desde el espacio público. La propuesta no puede ser contraria ni a la edificación, a las proporciones, color, textura y materiales de las mismas.

En áreas renovadas afectadas por ejes de actividad múltiple, no podrán efectuarse cierros sobre áreas convertidas en franjas de servicio de fachada, las cuales son utilizadas para servicio de cafetería o restaurantes entre otros, para los cuales el mobiliario será de obligatoria remoción.

2.1.1.5 LÍNEA DE EDIFICACIÓN

La línea de edificación es una línea físicamente definida, que en el instrumento de planificación territorial queda descrita como aquella a partir de la cual se puede levantar la edificación en un predio. Esta línea puede coincidir con la línea oficial si dicho instrumento contempla fachadas continuas.

La fachada es el plano que delimita el interior del exterior, es el punto de encuentro de dos mundos que en ella tienen convergencia, el de adentro que es personal e individual y el de afuera que debe responder al espacio público, a su contexto físico o geográfico del lugar donde se ubique, propiciando la creación del límite y conformación del perfil vial.



La fachada al poseer incidencia sobre el espacio público, deberá concebirse bajo unos requisitos colectivos mínimos que ayuden a enriquecer la experiencia urbana.

La ciudad existente plantea un referente inicial definitivo para cualquier nueva intervención, útil para resolver la continuidad con la paramentación de las edificaciones predominantes en la manzana: las alturas, la escala y proporción de los vanos y los llenos, las texturas, los materiales constructivos, el volumen y los usos al interior del predio.



Ya sea un edificio aislado o un conjunto de edificaciones, la resultante final de una ciudad se percibe como una sumatoria sintetizada de imágenes parciales, una gran fachada a escala metropolitana, siempre mediatizada por las características específicas del espacio público que la ciudad haya construido a través del tiempo.

2.1.1.06 LÍNEA DE EXPROPIACIÓN

Línea virtual de proyecto que representa el contorno de la superficie de suelo urbano que debe transferirse del espacio de uso privado al espacio de uso público al construir las obras respectivas.

2.1.1.07 LÍNEA OFICIAL

La línea oficial es una línea virtual que ha sido definida por una modificación a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (MINVU, ...) como "la indicada en el plano del instrumento de planificación territorial como deslinde entre propiedades particulares y bienes de uso público o entre bienes de uso público".

Se le asocia un correlato material cuando el deslinde presenta cierre (2.1.1.04) y cuando coincide con la línea de edificación (2.1.1.05). En ambos casos la línea oficial no se representa, en beneficio de las otras.

2.1.1.08 REJA DE PROTECCIÓN DE ÁREAS VERDES

Elemento utilizado en el contorno de jardines, parques y plazas para indicar la prohibición de tránsito peatonal y vehicular por los espacios así circundados, constituyendo al mismo tiempo un obstáculo físico para dicho tránsito.

2.1.1.09 SOLERILLA

Corresponde a elementos físicos, prefabricados o hechos in situ, que suelen utilizarse para materializar bordes de jardín y revestimiento, o la separación entre ambos. La forma, apariencia y características físicas de estos elementos son tan variadas como se quiera.

2.1.2 ELEMENTOS PUNTUALES

2.1.2.01 ACCESO PROPIEDAD VEHÍCULO

Segmento de la línea de cierre que corresponde a la habilitación de un acceso para vehículos desde la plataforma pública a un recinto privado. Supone una abertura de la línea de cierre de anchura adecuada para el acceso de los vehículos, y en gran parte de los casos la existencia de un portón.

2.1.2.02 ACCESO PROPIEDAD PERSONA

Segmento de la línea de cierre que corresponde a la habilitación de un acceso para personas a pie desde la plataforma pública a un recinto privado. Supone una abertura de la línea de cierre de anchura adecuada para dicho fin y normalmente la existencia de una puerta.

2.1.2.03 ANIMITA

Elemento construido de carácter religioso y popular, normalmente situado sobre aceras, alusivo a una persona fallecida en la vía pública.

2.1.2.04 ÁRBOL

a) Conceptos Generales

Se considera de la mayor importancia que el diseñador vial-urbano conozca algunos aspectos básicos del arbolado urbano, las especies más adecuadas, sus características dendrológicas, sus restricciones, y algunas indicaciones sobre su establecimiento y mantenimiento.

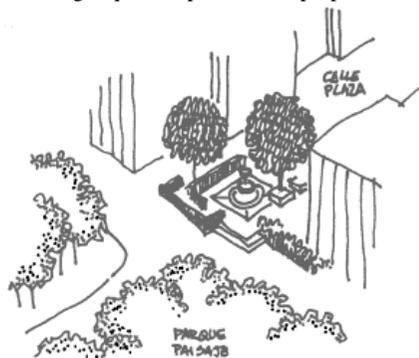
La ciudad es un ecosistema en extremo complejo y dependiente. Su funcionamiento y equilibrio están en función directa respecto de altos niveles de importación de materia y energía. Se insertan en la ciudad fragmentos de naturaleza, bajo la forma de bandejonas, calles arboladas, plazas, parques y, también, diversos tipos de jardines domésticos. Cada uno de ellos constituye un subsistema, también altamente dependientes de aportes externos de materia, energía y, especialmente, información. Este último concepto resalta la necesidad



de una intervención humana constante en la creación y mantención de un orden de componentes y relaciones.

Al árbol urbano se le exige cumplir, al menos, con requisitos tales como que sus hojas sean caducas en invierno, pero el volumen de residuos bajo la forma de hojas secas y frutos tiene que limitarse al máximo;

debe también ser rústico y tolerante frente a las injurias del medio; sus flores tienen que poseer perfume agradable o ser inodoras; su raíz tiene que presentar la forma pivotante; la corteza debe ser gruesa y leñosa y sus ramas con resistencia al desganche; no debe provocar alergias; su fisiología debe resistir la contaminación; el crecimiento tiene que ser rápido; no debe requerir más agua que la imprescindible proporcionada por el régimen de lluvias local; su altura y el diámetro de su copa deben ser compatibles con numerosas restricciones de espacio.



i) Beneficios del Arbolado Urbano

Los beneficios que proporciona el árbol en la ciudad son de diferente naturaleza, pero en general provocan una mejora en el ambiente humano que puede describirse en los siguientes aspectos:

- Mejoramiento de la atractividad del medio urbano, de la calidad de vida y de la plusvalía económica, por su efecto en el realce del paisaje.

- Complementa la arquitectura: provee un escenario natural, reduce el ruido, captura efectivamente partículas contaminantes, disminuye la radiación, sirve para la recreación, sostiene la escasa vida silvestre.

- Permite el contacto con la naturaleza y la percepción de las estaciones. Estos son factores fundamentales para la mantención de los ritmos biológicos.

- Valoración de paz y tranquilidad, que en mayoría de los individuos provoca una renovación espiritual y emocional.

- En el ser humano, el árbol y las áreas verdes asociadas incrementan la resistencia al estrés y la capacidad de recuperación ante enfermedades.



ii) Compromiso del Ciudadano Local

Un aspecto muy importante en la creación y mantención de arbolados urbanos es el compromiso que debe ser creado en el ciudadano local. Esto es para anticipar conflictos de interés, crear responsabilidad frente a las necesidades comunitarias, desarrollar una autoimagen positiva, efectuar cosecha de ideas y de experiencia local, reducir el vandalismo, y especialmente incrementar el soporte comunitario en la mantención.

iii) Protocolo para la Descripción Mínima del Arbol Urbano

Los árboles quedan suficientemente definidos precisando las variables que a continuación se listan y explican.

Nº: correlativo para cada individuo en el levantamiento.

Nombre científico: para cada individuo.

Nombre común: especialmente en identificación de terreno.

Forma de vida: arbustiva, subarbórea, arbórea, suculenta.

Clase de edad: juvenil, adulto, longevo, senescente.

Tamaño de copa: muy reducida, pequeña, media, muy desarrollada.

Forma de copa: esférica, ovoidal, columnar, cónica, pendular, aparasolada, irregular.

Grosor del fuste (medido a 1,5 m): menor a 20 cm, entre 20 y 40 cm, entre 40 y 80 cm, mayor de 80 cm.

Altura: menos de 4 m, entre 4 y 8 m, entre 8 y 12 m, entre 12 y 16 m, más de 16 m.

Estado sanitario: aparentemente sano, presenta signos patológicos, muestra ataque severo, muerto.

Hábito: monopódico (1 eje), simpódico (2-3 ejes), muy simpódico (más de 4 ejes).

Apreciación estética: negativa, irrelevante, satisfactorio, destacable.

Intervención: natural, intervención armónica, severa, muy intervenido.

A continuación se describe los conceptos no obvios utilizados:

- **Forma de vida.** Las formas de vida se clasifican teniendo en cuenta el aspecto, fisionomía o hábito de la planta. La clasificación tradicional es **arbustiva**, que corresponde a una planta leñosa, ramificada desde el nivel del suelo, donde no es reconocible un eje principal de crecimiento; **subarbórea**, que corresponde a plantas leñosas, con abundante ramificación, basal o distal, pero donde es posible reconocer un eje ortótropo, a menudo su tamaño es superior a los 2 m de altura; **arbórea**, que corresponde a plantas leñosas, con ramificación principalmente distal, en que se identifica de modo claro un eje principal de crecimiento; **suculenta**, que corresponden a plantas de tallos y ramas modificados, carnosos, por la presencia de tejidos de reserva.

- **Clase de edad.** La calificación en clases de edad depende de la naturaleza de cada especie. La base de la apreciación se estima considerando la proporción relativa de volumen entre el tronco, las ramas y los tejidos foliares herbáceos. Además, se integra la observación de estado de los tejidos del fuste o tronco y la integridad del sistema de ramificación. Las categorías utilizadas corresponden a **juvenil**, individuo en que predominan los tejidos foliares herbáceos; **adulto**, plantas en que se presenta un equilibrio entre tejidos leñosos y tejidos foliares herbáceos; **longevo**, individuos en que predominan claramente los tejidos leñosos del tallo o sistema de soporte; **senescente**, ejemplares con absoluta dominancia en su estructura del volumen del tallo o de los tallos, que muestran siempre señales de desintegración, ya sea cavidades de difícil cicatrización en el fuste y/o desganche, y ramas principales o secundarias muertas.

- **Estado fitosanitario.** Es la condición que resume las consecuencias de la actividad de fitopatógenos e insectos en los diferentes tejidos de la planta. Las categorías utilizadas en la descripción son las siguientes: **sano**, corresponde a individuos que no presentan señales de fitopatógenos y/o insectos perjudiciales; **con signos patológicos**, muestra efecto de ataques en una proporción relativa al volumen de la planta o a algunos de sus órganos principales (tallos, ramas, hojas), inferior a un cuarto; **severamente atacado**, el grado de ataque que se advierte es netamente superior a un cuarto del volumen del cuerpo de la planta o de alguno de sus órganos principales; **muerto**, es cuando el individuo manifiesta marchitez permanente y caída de gran parte del follaje.

- **Vigor.** La calificación del vigor es propia para la especie. Se efectúa considerando cualidades de color, textura y estructura del cuerpo y de los órganos visibles. Las categorías empleadas son: **vigoroso**, cuando el individuo presenta colores netos, parejos, textura homogénea y estructuras regulares; **medio**, es cuando el ejemplar presenta alguna parte de su cuerpo con colores difusos e irregulares, texturas heterogéneas y/o estructuras irregulares; **débil**, es el caso donde se presenta para el conjunto del individuo colores difusos, a menudo diferentes a aquellos que son propios a la especie, opacos, texturas muy heterogéneas y estructuras irregulares.

- **Grado de intervención.** Esta característica se refiere a las señas visibles en la planta y que corresponden a la acción modificadora provocada por el hombre. Los estados calificados son los siguientes: **natural**, cuando los individuos no muestran indicación de haber sido intervenidos artificialmente; **armónica**, cuando la intervención fue de intensidad regular y equilibrada, respetándose el hábito natural de la planta; **severa**, en aquellos casos en que se ha modificado gran parte del cuerpo de la planta, irregularmente, persistiendo heridas parcialmente cicatrizadas.

iv) *Especies Aptas para el Ambiente Urbano*

A continuación se tabulan, describen y califican, en términos dendrológicos y ecológicos, algunos árboles (Cuadro 2.1-1), arbustos (Cuadro 2.1-11) y palmeras o similares (Cuadro 1.2-12) que pueden ser recomendados para uso urbano.

El listado no es exhaustivo y la aparición de una especie en él no significa que ésta pueda ser elegida arbitrariamente para cualquier lugar y en cualquiera circunstancia.

El paisajista deberá considerar la aptitud de la misma atendiendo a las peculiaridades de su proyecto y considerando las siguientes características dendrológicas y ecológicas, que son las codificadas en los cuadros 2.1-1, 2.1-11 y 2.1-12, relativas a árboles, arbustos y palmeras y similares, respectivamente:

- Forma de vida (Cuadro 2.1-2).
- Persistencia foliar (Cuadro 2.1-3).
- Altura media de individuos adultos (Cuadro 2.1-4).
- Aptitud para el ambiente urbano (Cuadro 2.1-5).
- Tipo de ambiente arbóreo urbano (Cuadro 2.1-6).
- Requerimientos hídricos y riego (Cuadro 2.1-7).
- Restricciones (Cuadro 2.1-8).
- Ciclo de vida en ambiente urbano (Cuadro 2.1-9).
- Crecimiento juvenil (Cuadro 2.1-10).

Las láminas 1.2-1 a 1.2-14 contienen sendas fichas para algunas de las especies más interesantes y/o frecuentes dentro de las ciudades chilenas. Las imágenes son útiles para identificarlos, pero al corresponder éstas a individuos en estado relativamente natural, el diseñador debe considerar que la forma de la copa es susceptible de manejarse en la mayoría de los casos.

Cuadro 2.1-1
Especies de Árboles Recomendados para las Ciudades

ESPECIES	NOMBRE	F.VIDA (2.1-2)	PERSIS- TENCIA (2.1-3)	ALTITUD (2.1-4)	ORIGEN	TIPO DE AMBIENTE (2.1-5)	LUGAR (2.1-6)	REQUERI- MIENTO HÍDRICO (2.1-7)	RESTRIC- CIÓN (2.1-8)	LONGE- VIDAD (2.1-9)	CRECI- MIENTO (2.1-10)
Acacia capensis	Acacia capensis	ba	ca	c	SUDÁFRICA	a	av	xe	es	co	ra
Acacia caven	Espino	ba	ca	c	CHILE	a	av	xe	es	co	ra
Acacia dealbata	Aromo	ba	pe	c	AUSTRALIA	a	av	xe	dg	co	ra
Acacia malanoxylon	Aromo australiano	ba	pe	c	AUSTRALIA	ma	ac	xe		me	ra
Acacia visco	Visco	ba	ca	c	ARGENTINA	a	av	me		me	me
Acer campestre	Arce	ba	ca	c	EUROPA	a	pl	me		co	me
Acer negundo	Arce negro	ba	ca	c	U.S.A - ESTE	ma	ac	xe	hs	co	ra
Acer pseudoplatanus	Arce sicimoro	ba	ca	c	EUROPA	a	ac	me		me	me
Aesculus hippocastanum	Castaña de Indias	ba	ca	c	MEDITERRÁNEO	a	av	me	fm	me	ra
Allanthus altissima	Ailanto	ba	ca	c	CHINA	a	av	xe		co	ra
Araucaria angustifolia	Pino misionero	bb	pe	d	BRASIL	a	pl	hi		la	le
Belischmiedia berterona	Beloto	bb	pe	d	CHILE	a	pl	hi		la	le
Belischmiedia miersii	Belloto	bb	pe	d	CHILE	a	pl	me		la	le
Brachychiton acerifolia	Braquiquito	ba	ca	c	AUSTRALIA	a	av	me		me	me
Brachychiton populneum	Braquiquito	bb	ca	d	AUSTRALIA	a	ac	xe		la	me
Castanea sativa	Castaña	bb	ca	d	MEDITERRÁNEO	a	pl	me	fm	la	me
Casuarina cunninghamiana	Casuarina	bb	pe	d	AUSTRALIA	a	pl	xe		me	ra
Casuarina equisetifolia	Casuarina	bb	pe	d	AUSTRALIA	a	av	xe		me	ra
Catalpa bignonioides	Catalpa	ba	ca	c	U.S.A - SUR	a	ac	me	dg	co	ra
Cedrus atlántica	Cedro del Atlas	bb	pe	d	MEDITERRÁNEO	a	pl	me		la	le
Cedrus deodora	Cedro Himalaya	bb	pe	d	HIMALAYA	a	pl	me		la	le
Cedrus libani	Cedro del Líbano	bb	pe	d	MEDITERRÁNEO	a	pl	me		la	le
Celtis australis	Almez	ba	ca	c	MEDITERRÁNEO	ma	ac	xe		me	ra
Ceratonia siliqua	Algarrobo europeo	ba	pe	c	MEDITERRÁNEO	a	pl	me		me	me
Sersis siliquastrum	Árbol de Judea	ba	ca	c	MEDITERRÁNEO	a	av	me		me	me
Crinodendron patagium	Patagua	ba	pe	c	CHILE	a	av	me		co	me
Crytocarya alba	Peumo	bb	pe	d	CHILE	a	av	me		la	le
Cupressus arizónica	Ciprés Arizona	ba	pe	c	U.S.A - OESTE	a	pl	xe		la	ra
Cupressus funebris	Ciprés fúnebre	ba	pe	c	MEDITERRÁNEO	a	pl	me		me	me
Cupressus sempervirens	Ciprés Italiano	ba	pe	c	MEDITERRÁNEO	ma	pl	xe		me	ra
Cupressus torulosa	Ciprés del Nepal	bb	pe	d	HIMALAYA	a	pl	me		la	me
Cupressus macrocarpa	Ciprés macrocarpa	bb	pe	d	U.S.A - OESTE	ma	pl	xe		la	ra
Elaeagnus angustifolia	Olivo de Bohemia	ba	pe	c	MEDITERRÁNEO	a	ac	me		me	ra
Erythrina falcata	Selbo	bb	sc	d	ARGENTINA	a	av	me		la	le
Eucalyptus camaldulensis	Eucalypto	ba	pe	c	AUSTRALIA	a	av	xe		la	ra
Fraxinus americana	Fresno americano	ba	ca	c	U.S.A - ESTE	a	ac	me	sp	co	ra
Fraxinus excelsior	Fresno europeo	ba	ca	c	MEDITERRÁNEO	a	ac	me	sp	me	ra
Gleditsia triacanthos	Acacia negra	ba	ca	c	U.S.A - ESTE	a	av	xe	es	co	ra
Grevillea robusta	Gevillea	bb	sc	d	AUSTRALIA	ma	av	me		me	ra
Jacarandá mimosaefolia	Jacarandá	ba	sc	c	ARGENTINA	a	ac	me		me	ra
Juglans nigra	Nogal negro	ba	ca	c	U.S.A - ESTE	a	av	hi		la	me
Laurus nobilis	Laurel común	ba	pe	c	MEDITERRÁNEO	a	av	me		me	ra
Ligustrum vulgare	Ligustro	ba	sc	c	CHINA	a	ac	me	al	co	ra
Liquidambar styraciflua	Liquidambar	bb	ca	d	U.S.A - ESTE	ma	ac	me		me	ra
Melia azedarach	Melia	ba	ca	c	HIMALAYA	ma	ac	me	dg	co	ra
Olea europaea	Olivo	ba	pe	c	MEDITERRÁNEO	a	av	xe		la	me
Pawlonia tomentosa	Paulonia	bb	ca	d	CHINA	a	ac	me	dg	me	me
Pinus halepensis	Pino de Aleppo	ba	pe	c	MEDITERRÁNEO	ma	av	xe		me	ra
Pinus nigra	Pino laricio	bb	pe	d	MEDITERRÁNEO	a	av	me		la	le
Pinus radiata	Pino insignis	bb	pe	d	U.S.A - OESTE	a	pl	me		me	ra
Prosopis chilensis	Algarrobo	ba	ca	c	CHILE	a	pl	xe	es	me	ra
Prunus amygdalus	Almendro	ba	ca	c	CHINA	a	pl	me		me	ra
Prunus armeniaca	Damasco	ba	ca	c	CHINA	a	pl	me		me	me
Prunus avium	Cerezo	ba	ca	c	MEDITERRÁNEO	a	pl	me		me	me
Prunus laurocerasus	Cerezo laurel	ba	ca	c	MEDITERRÁNEO	a	pl	me		me	me
Prunus mahaleb	Manzano de flor	ba	ca	c	EUROPA	a	pl	me		me	ra
Prunus persica	Duraznero	ba	ca	c	CHINA	a	pl	me		me	me
Prunus pissardii	Pruno	ba	c	c	ASIA MENOR	ma	ac	me	fm	me	ra
Pterocarya fraxinifolia	Pterocarya	ba	ca	c	ASIA MENOR	a	ac	hi		me	le
Quercus cerris	Encina	bb	ca	d	MEDITERRÁNEO	a	pl	me		la	le
Quercus falcata	Roble americano	bb	ca	d	U.S.A - ESTE	a	pl	me		la	le
Quercus ilex	Carrasco	ba	pe	c	MEDITERRÁNEO	a	pl	me		me	me
Quercus imbricaria	Encina	ba	ca	c	U.S.A - ESTE	a	ac	me		me	me
Quercus macrocarpa	Encina	bb	ca	d	U.S.A - ESTE	a	pl	me		la	le
Quercus nigra	Roble americano	bb	ca	d	U.S.A - ESTE	a	av	me		la	me
Quercus suber	Alcornoco	ba	pe	c	MEDITERRÁNEO	a	pl	me		me	me
Quillaja saponaria	Quillay	ba	pe	c	CHILE	ma	pl	xe		me	ra
Robinia hispida	Robina rosada	ba	ca	c	U.S.A - SUR	a	ac	xe		me	me
Robinia pseudoacacia	Robina	ba	ca	c	U.S.A - ESTE	a	ac	xe		me	ra
Schinus latifolius	Molle	ba	pe	c	CHILE	a	pl	xe		co	ra
Schinus molle	Pimiento	ba	pe	c	BOLIVIA	ma	av	xe		me	ra
Sequoia sempervirens	Sequoia	bb	pe	d	U.S.A - OESTE	a	av	me		la	me
Styphnolobium japonicum	Sofora japónica	ba	ca	c	JAPÓN	a	ac	me	fm	co	ra
Taxodium distichum	Ciprés calvo	ba	ca	c	U.S.A - SUR	a	av	me		la	ra
Thuja orientalis	Thuja	ba	pe	c	U.S.A - OESTE	a	pl	me		me	me
Tilia cordata	Tilo	bb	ca	d	EUROPA	a	av	me		la	me
Tipuana tipu	Tipa blanca	ba	ca	c	ARGENTINA	a	av	me		me	me
Ulmus americana	Olmo americano	ba	ca	c	U.S.A - ESTE	a	ac	me	sp	me	ra
Ulmus campestris	Olmo común	ba	ca	c	EUROPA	a	ac	me	sp	me	ra

Cuadro 2.1-2
Forma de Vida

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
aa	Arbustos menores a 2 m
ab	Arbustos mayores a 2 m
h	Cubresuelos herbáceo
ha	Cubresuelos leñoso
ba	Árboles menores a 8 m
bb	Árboles mayores a 8 m
ca	Palmeras menores de 8 m
cb	Palmeras mayores de 8 m

Cuadro 2.1-5
Aptitud para el Ambiente Urbano

TIPO DE APTITUD	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Muy apto	ma	Sin problemas de conducta en el medio urbano
Apto	ap	Muestra algún problema cuando las condiciones ambientales son severas

Cuadro 2.1-8
Restricciones

TIPO DE RESTRICCIÓN	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Alergígeno	al	Provoca alergia (rinitis) en seres humanos
Frutos molestos	fm	Acumula frutos sobre el suelo
Raíces trazantes	rt	Desarrolla raíces superficiales
Fácil desganche	fd	Desprendimiento de ramas
Presencia de espinas	es	Tiene espinas agudas
Hojas secas	hs	Acumula gran cantidad de hojas en el suelo
Sensibles a patógenos	sp	Muestra susceptibilidad a plagas

Cuadro 2.1-3
Persistencia Foliar

TIPO DE PERSISTENCIA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Hojas perennes	pe	Mantiene sus hojas todo el año
Hojas semi-caducas	sc	Caída de las hojas depende de horas-frío y heladas (especie de origen subtropical)
Hojas caducas	ca	Las hojas se desprenden en el otoño

Cuadro 2.1-6
Tipo de Ambiente Arbóreo Urbano

TIPO DE AMBIENTE	ANCHO UTILIZABLE (m)	ÁREA ESTIMADA DE PROYECCIÓN DE COPA (m ²)
Bandejón	1-2	5
Acera	2-3	12
Avenida	3-6	14
Plaza	6-30	56
Parque	30-90	94

Cuadro 2.1-9
Ciclo de Vida en Ciudad

TIPO DE CICLO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Ciclo corto	co	A los 30 años muestran señales de senescencia
Ciclo Medio	me	A los 60 años muestran señales de senescencia
Ciclo largo	la	Árboles que pueden vivir más de un siglo

Cuadro 2.1-4
Altura Media de Individuos Adultos

CÓDIGO	ALTURA
a	Arbustos con menos de 2 m
b	Arbustos con mas de 2 m
c	Árboles con menos de 8 m
d	Árboles mayores a 8 m

Cuadro 2.1-7
Requerimiento Hídrico

TIPO DE REQUERIMIENTO	CÓDIGO	REQUERIMIENTO EN PRECIPITACIÓN (mm/año)	EQUIVALENTE MEDIO (mm/m ² /año)
Xerófito	xe	300 - 500	400
Mesófito	me	500 - 1500	1000
Hidrófito	hi	1500 - 3000	2250

Cuadro 2.1-10
Crecimiento Juvenil

TIPO DE CRECIMIENTO	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Rápido	ra	Elongación mayor a 1.20 m/año
Medio	me	Elongación cercana a los 60 cm/año
Lento	le	Elongación menos a los 30 cm/año

Cuadro 2.1-11
Especies de Arbustos Recomendados para las Ciudades

ESPECIE	NOMBRE	F.VIDA (2.1-2)	PERSIS- TENCIA (2.1-3)	ALTITUD (2.1-4)	ORIGEN	TIPO DE AMBIENTE (2.1-5)	LUGAR (2.1-6)	REQUERI- MIENTO HÍDRICO (2.1-7)	RETRIC- CIÓN (2.1-8)	LONGE- VIDAD (2.1-9)	CRECI- MIENTO (2.1-10)
Acacia saligna	Acacia azul	ab	pe	b	AUSTRALIA	a	av	xe	dg	co	ra
Acacia semperflorens	Acacia florida	ab	pe	b	AUSTRALIA	a	av	xe	dg	co	ra
Aristotella chilensis	Maqui	ab	pe	b	CHILE	a	ba	me		co	ra
Atriplex nummularia	Atriplex	aa	pe	a	AUSTRALIA	ma	ba	xe		co	ra
Azara dentata	Corcolén	aa	pe	a	CHILE	a	pl	me		co	ra
Buxus sempervirens	Boj	aa	pe	a	MEDITERRÁNEO	a	ba	me		me	me
Caesalpinia spinosa	Tara	aa	sc	a	SUDAMÉRICA	a	ba	xe	es	co	ra
Caragana aoborescens	Caragana	ab	ca	b	CHINA	a	pl	me	es	me	ra
Cassia ciosiana	Quebracho	ab	pe	b	CHILE	a	ba	xe		me	ra
Cotoneaster horizontalis	Cotoneaster enano	aa	pe	a	MEDITERRÁNEO	ma	ba	me		me	me
Catraegus oxyacantha	Majuelo	ab	sc	b	EUROPA	a	ba	hi		la	le
Cytisus monspessulanus	Luvia de oro	aa	pe	a	MEDITERRÁNEO	a	ba	xe		co	ra
Dodonaea viscosa	Dodonaea	ab	pe	b	SUDÁFRICA	a	ba	me		me	me
Elaeagnus multiflora	Elaeagnus	ab	pe	b	CHINA	a	av	me		me	me
Elaeagnus pungens	Elaeagnus	aa	pe	a	CHINA	a	av	me		co	me
Escallonia pulverulenta	Corontillo	aa	pe	a	CHILE	a	ba	me		me	me
Escallonia rubra	Escallonia roja	aa	pe	a	CHILE	a	ba	hi		co	ra
Evonymus japonicum	Evónimo	aa	pe	a	JAPÓN	a	ba	me		me	me
Genista hispánica	Retama	ab	pe	b	MEDITERRÁNEO	a	ba	xe		co	ra
Genista monosperma	Retama blanca	ab	pe	b	MEDITERRÁNEO	a	ba	xe		co	ra
Geoffroea decorticans	Chañar	ab	sc	b	CHILE	ma	av	xe	es	me	me
Hedera canariensis	Hiedra de Canarias	h	pe	a	MEDITERRÁNEO	ma	ba	xe		me	ra
Hedera helix	Hiedra	h	pe	a	MEDITERRÁNEO	ma	ba	xe		me	ra
Hypericum elatum	Hiperico	aa	sc	a	MEDITERRÁNEO	a	ba	hi		co	ra
Jasminum mesnyi	Jasmin amarillo	aa	pe	a	CHINA	a	ba	xe		me	me
Lagerstroemia indica	Crespón	ab	ca	b	CHINA	a	av	me		me	le
Ligustrum japonicum	Ligustro	aa	sc	a	JAPÓN	ma	ba	me	al	co	ra
Ligustrum sinensis	Ligustrina	aa	sc	a	CHINA	ma	ba	me	al	co	ra
Lippia citriodora	Cedrón	aa	sc	a	SUDAMÉRICA	a	pl	hi		co	ra
Luma chequen	Chequén	aa	pe	a	CHILE	a	ba	me		me	me
Muehlenbeckia hastulata	Quilo	ha	pe	a	CHILE	ma	ba	xe		me	ra
Nerium oleander	Adelfa	aa	pe	a	MEDITERRÁNEO	ma	ba	xe		co	ra
Parkinsonia aculeata	Parkinsonia	ab	sc	b	U.S.A. - OESTE	ma	av	xe	dg	co	ra
Phormium tenax	Fornio	aa	pe	a	N. ZELANDIA	a	ba	me		co	ra
Phyllostachys aureus	Bambú	ab	sc	b	CHINA	a	ba	me		me	ra
Pittosporum tobira	Pitosporo	aa	pe	a	CHINA	a	ba	me		co	me
Pyracantha coccinea	Cratogo rojo	ab	pe	b	EUROPA	ma	ba	me	es	la	ra
Schinus molle	Huilingan	ab	pe	b	CHILE	ma	ba	xe		me	me
Sophora macrocarpa	Mayo	aa	pe	a	CHILE	ma	ba	xe		me	ra
Spartium junceum	Retamo amarillo	ab	pe	b	MEDITERRÁNEO	ma	ba	xe		me	ra
Spiraea cantoniensis	Flor de nieve	aa	ca	a	CHINA	a	ba	me		co	ra
Spiraea thunbergii	Corona de novia	aa	ca	a	CHINA	a	ba	me		co	ra
Tamarix gallica	Tamarisco	aa	pe	a	MEDITERRÁNEO	a	ba	xe		me	ra
Viburnum odoratissimum	Viburno	ab	pe	b	OCEANIA	a	ba	hi		co	ra

Cuadro 2.1-12
Palmeras Urbanas y Especies afines

ESPECIE	NOMBRE	F. VIDA (2.1-2)	PERSIS- TENCIA (2.1-3)	ALTITUD (2.1-4)	ORIGEN	TIPO DE AMBIENTE (2.1-5)	LUGAR (2.1-6)	REQUERI- MIENTO HÍDRICO (2.1-7)	LONGE- VIDAD (2.1-9)	CRECI- MIENTO (2.1-10)
Cordylina australis	Cordilina	ca	pe	c	N. ZELANDIA	a	av	hi	me	le
Dracaena draco	Dracena	ca	pe	c	MEDITERRÁNEO	a	av	me	me	co
Jubaea chilensis	Palma chilena	cb	pe	d	CHILE	a	av	me	la	le
Phoenix canariensis	Palma canaria	cb	pe	d	MEDITERRÁNEO	ma	av	me	la	ra
Trachycarpus fortunei	Palma china	ca	pe	c	CHINA	a	av	me	me	le
Washingtonia filifera	Washingtonia	cb	pe	d	U.S.A. - SUR	a	av	xe	la	me
Washingtonia robusta	Washingtonia	cb	pe	d	U.S.A. - SUR	a	av	xe	la	me

Lámina 2.1-1
Características del Acacio Bola

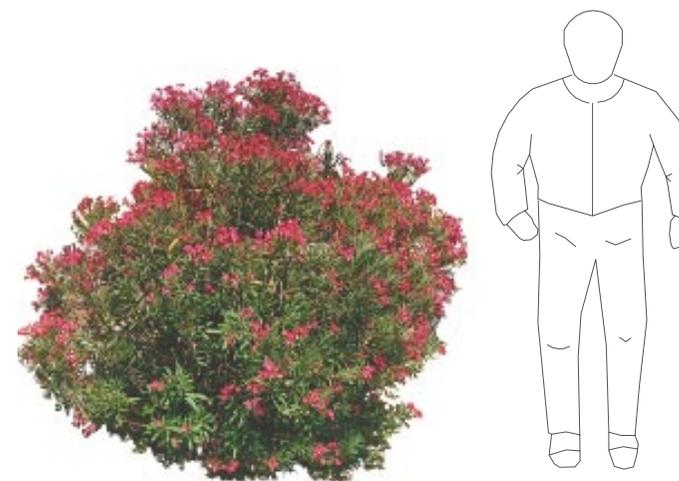
Robinia Pseudoacacia forma Umbraculifera



Árbol de hoja caduca, característico por su copa globosa y de follaje compacto, tamaño mediano y desarrollo regular. Se obtiene por injerto sobre la robinia común o acacio. Muy apropiado para arbolado urbano.

Lámina 2.1-2
Características de la Adelfa

Nerium Oleander



Arbusto siempreverde, con ramas erectas y hojas lanceoladas. Atractivo por su abundante floración. Tolera muy bien el ambiente urbano y es resistente a la sequía.

Lámina 2.1-3
Características del Almez

Celtis Australis



Árbol de hojas caducas, pequeñas, tamaño mediano, con ramas delgadas y flexibles. Crecimiento rápido. Buena alternativa al Plátano Oriental.

Lámina 2.1-4
Características del Arce Negro

Acer Negundo



Árbol de hojas caducas, tamaño mediano. Su crecimiento es rápido, pero resulta poco longevo y es susceptible al desganche. Muy utilizado en arborización urbana.

Lámina 2.1-5
Características del Arce Sicomoro

Acer Pseudoplatanus



Árbol de hojas caducas, tamaño mediano y copa reducida. Su crecimiento es más bien lento, pero resulta apropiado para espacios reducidos. Tolera bien la sombra.

Lámina 2.1-6
Características del Belloto

Beilschmiedia Miersii



Árbol nativo de Chile. Sus hojas son perennes y de color verde brillante. Crecimiento lento, pero alcanza gran tamaño. Conviene especialmente para lugares soleados y con espacio.

Lámina 2.1-7
Características de la Casuarina

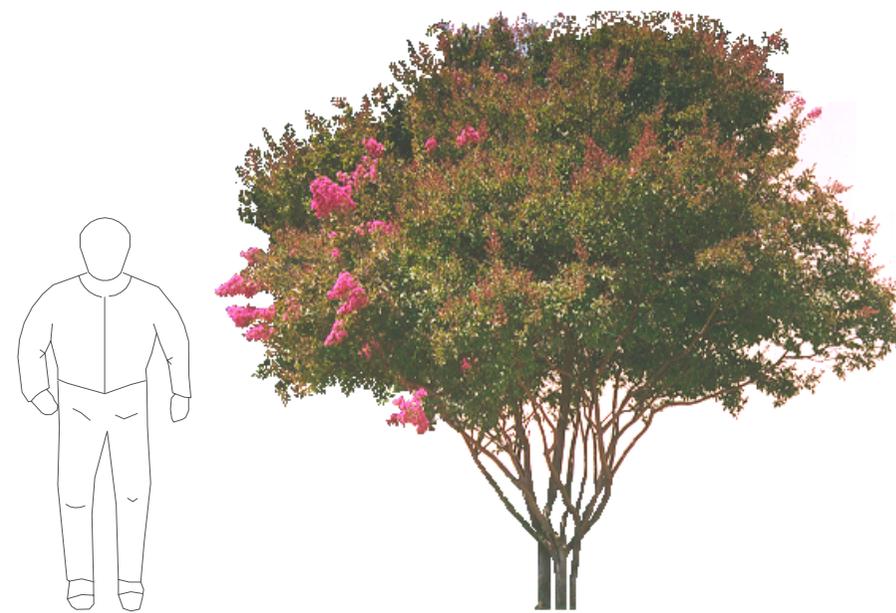
Casuarina Equisetifolia



Árbol de hojas aciculares y con eje de crecimiento principal único, con la copa estrecha. Tolera muy bien el ambiente urbano y la sequía. Muy apropiado para plantaciones en línea.

Lámina 2.1-8
Características del Crespón

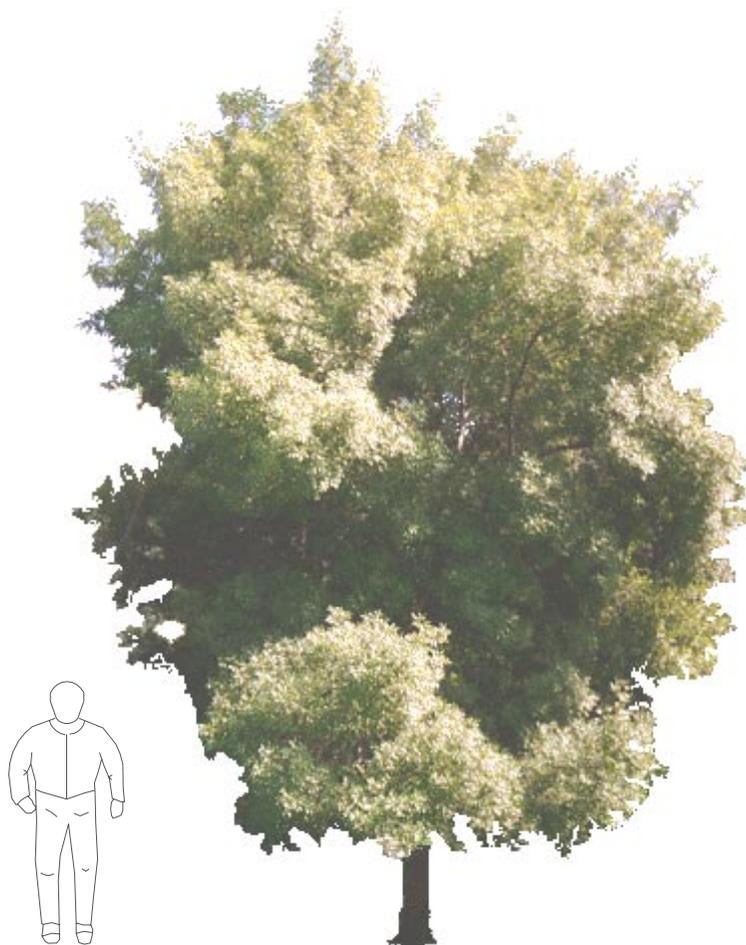
Lagerstromeria Indica



Árbol pequeño y de copa reducida, a menudo con varios tallos desde la base, de forma tortuosa y corteza lisa, muy decorativos. Su floración es abundante y colorida. Resulta muy apropiado para lugares con poco espacio. Soporta bien el cultivo en grandes macetas.

Lámina 2.1-9
Características del Fresno

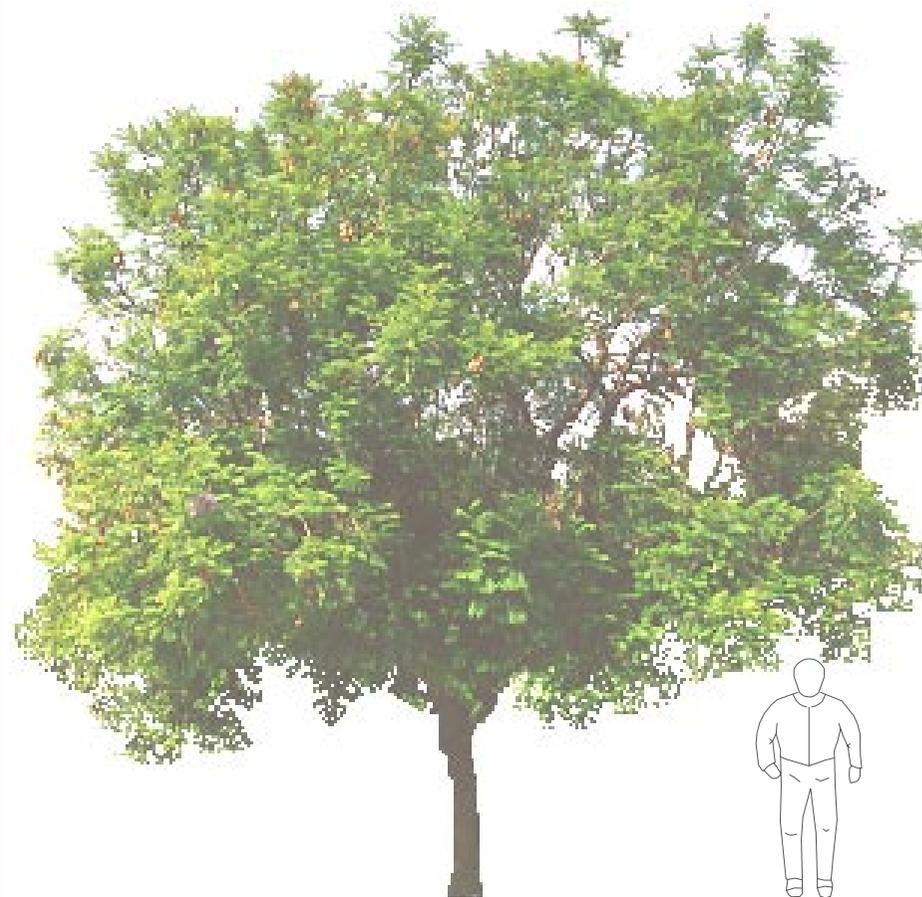
Fraxinus Campestris



Árbol de hojas caducas, de tamaño mediano, con copa a menudo de mucho desarrollo. Es muy frecuente en arborización urbana. Susceptible al ataque de insectos, especialmente conchuelas.

Lámina 2.1-10
Características del Jacarandá

Jacarandá Mimosaefolia



Árbol de tamaño mediano, con hojas semicaducas y abundantes flores azuladas, muy llamativas. Muy decorativo en ambientes urbanos, pero requiere lugares espaciosos, por el gran desarrollo que puede alcanzar la copa.

Lámina 2.1-11
Características del Liquidámbar

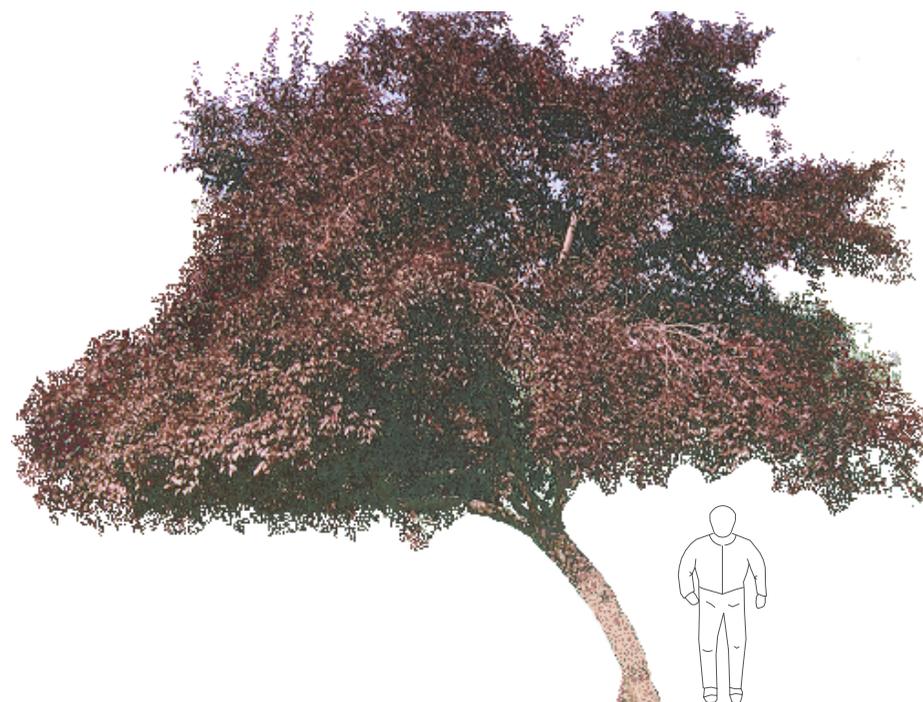
Liquidambar styraciflua



Árbol de rápido crecimiento, con hojas caducas, rojizas en otoño. Muestra un eje principal único y su copa es a menudo reducida. Muy apropiada para cultivo en línea.

Lámina 2.1-12
Características del Pruno Rojo

Prunus Pissardii



Árbol de tamaño mediano, con hojas caducas de color rojo pronunciado. Es preferible utilizar ejemplares injertados, que no producen frutos, para evitar las molestias que éstos producen.

Lámina 2.1-13
Características del Quillay

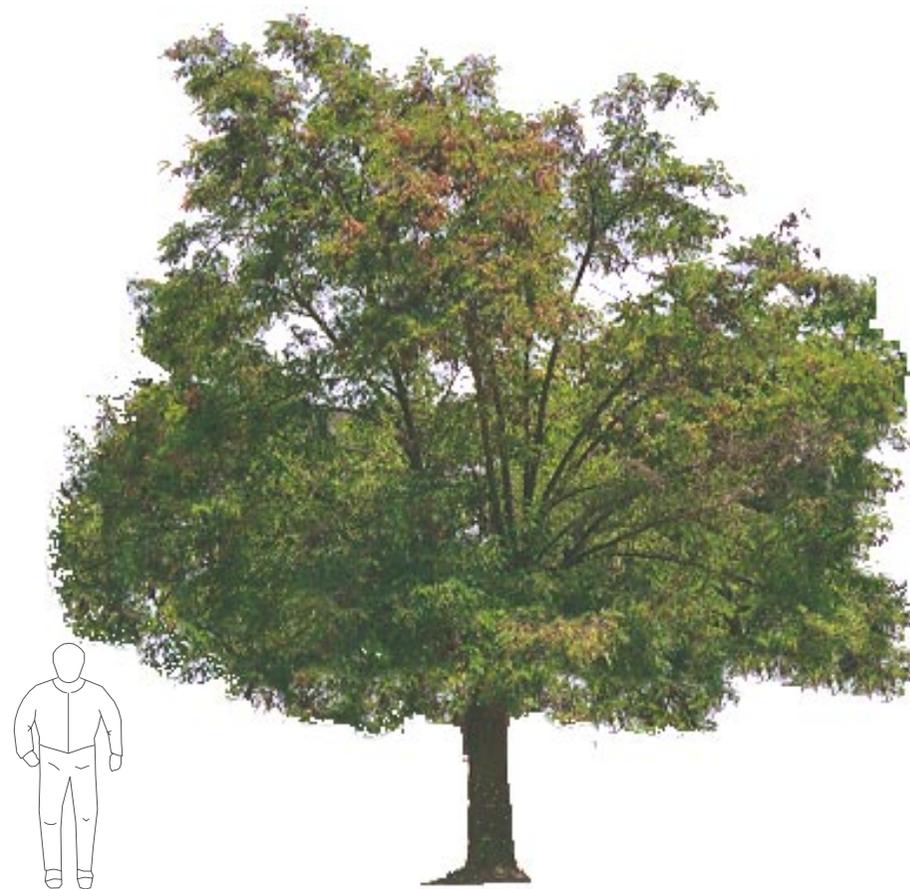
Quillaja Saponaria



Árbol nativo de Chile. Copa esparcida, de hojas perennes, pequeñas, de color verde claro. Su floración es breve, pero muy abundante. Su hábito es de forma muy variada; para su uso en forestación urbana conviene elegir ejemplares con un solo eje de crecimiento.

Lámina 2.1-14
Características de la Robinia o Acacio

Robinia Pseudoacacia



Árbol de tamaño mediano, de hojas caducas. Su floración primaveral es abundante. Para su uso en forestación urbana conviene elegir ejemplares con un solo eje de crecimiento y aplicar poda de formación.

v) Riego

En el Cuadro 2.1-7 se cuantificaron los requerimientos hídricos y de riego de las especies tabuladas en los cuadros 2.1-1, 2.1-11 y 2.1-12, según su clasificación como xerófitos, mesófitos e hidrófitos.

La incidencia positiva del riego (eficiencia de aplicación) considera dos variables: la dosis de riego y la eficiencia de riego. La efectividad del riego depende de la evapotranspiración, que es función de la temperatura y de la humedad relativa. En el caso de los árboles y arbustos es preciso considerar que la superficie de transpiración depende, entre otros factores, del volumen de la copa.

Una forma práctica de estimar indirectamente esta variable, es considerando el recubrimiento, que es la proyección sobre el suelo de la circunferencia de la copa. Para ponderar el recubrimiento en términos del volumen, y para estimar los requerimientos según una escala práctica que define tres tamaños para los árboles y arbustos urbanos -pequeños, medianos y altos-, se recomienda en forma empírica los criterios tabulados en el Cuadro 2.1-13.

Cuadro 2.1-13
Requerimientos de Riego según Tamaño y Altura

CATEGORÍA DE TAMAÑO	ALTURA (m)	FACTOR	ÁREA (m ²)	REQUERIMIENTO (l/año)		
				Xerófito	Mesófito	Hidrófito
Árboles pequeños	1 - 4	1	3 m ²	1.200	3.000	6.750
Árboles medianos	4 - 8	2	6 m ²	2.400	6.000	13.500
Árboles altos	8 - 16	3	9 m ²	3.600	9.000	20.250

vi) Establecimiento de Plantaciones

Los precios generales de referencia indican que el valor medio de un árbol a plantar es de 0,8 UF, considerando planta de maceta con apresto de raíces y un rango mínimo de tamaño de 1,8 a 2,5 m y un diámetro de 1,6 a 2,0 cm a la altura de 0,5 m.

La preparación adecuada del sitio tiene un valor estimado de 0,15 UF/m², incluyendo insumos.

El costo de mantención fluctúa alrededor de las 0,015 UF/árbol-año, sin considerar ni riego, ni fertilización, ni fumigación, ni extracción de residuos, que son costos aparte.

Los estándares mínimos de suelo necesario para un establecimiento exitoso del árbol son los siguientes:

- Profundidad mínima: Al menos 1 m de profundidad al alcance de las raíces.

- Densidad aparente: Menor a 1,5 g/cm³ a 50 cm de profundidad, menor a 1,7 g/cm³ a 1 m de profundidad.

- Aireación: Contenido de oxígeno superior al 5% durante la estación de crecimiento.

- Pedregosidad: Inferior al 40% en volumen, considerando un 10% de piedras de tamaño inferior a 1 cm³.

- Alcalinidad/acidez: Un pH entre 4,5 a 7,5.

- Conductividad: Inferior a 2000 m/cm¹.

- Umbral de concentración aceptable de contaminantes (miligramos por kilo de suelo seco)

Arsénico	40
----------	----

Boro	3
------	---

Cadmio	15
--------	----

Cobre	130
-------	-----

Cromo	1000
-------	------

Mercurio	20
----------	----

Níquel	70
--------	----

Plomo	2000
-------	------

Selenio	6
---------	---

Zinc	300
------	-----

Los suelos urbanos están a menudo disturbados, compactados, infértiles, propensos a la sequía, pobremente drenados y contaminados con materiales tóxicos. Las enmiendas físicas y químicas necesarias son:

- Disminuir la compactación, mediante escarificación, subsolado y troquelado.

- Mejorar la estructura, agregando materia orgánica o polímeros.

- Mejorar el drenaje del perfil, aumentando el tenor de arenas ácidas en profundidad.

- Remover ripios y piedras

- Mejorar los niveles de nutrientes, con fertilizaciones correctivas completas.

- Remover o diluir sustancias tóxicas.

- Para evitar el efecto lateral de las raíces, se recomienda el entubado (al menos 80 cm) o un encofrado de efecto similar.

vii) Indicaciones para Mantención de Árboles y Áreas Verdes

La mantención en condiciones adecuadas de la vegetación urbana requiere la ejecución de un conjunto de operaciones que se realiza respecto a una superficie y en una secuencia temporal. Esto significa que es preciso contar con un plan de mantención, que establece un protocolo organizado para la mantención de corto, mediano y largo plazo.

Las acciones fundamentales de mantención se pueden resumir en las siguientes categorías:

Riego. Las plantas extraen del suelo el agua que necesitan. Por tal motivo es importante proveer la cantidad adecuada, lo cual se realiza aportando mediante el riego los niveles necesarios. Es importante una oportuna aplicación del riego, considerando tasa y frecuencia, tanto para prados, cubresuelos, arbustos y árboles. Al respecto se debe considerar:

- El riego debe efectuarse en horas donde la temperatura sea técnicamente apropiada y considerando la circulación peatonal. En ese sentido, no debe regarse en horas de pleno sol o cuando la temperatura sea demasiado alta, o en aquellos casos en que los prados se encuentren saturados.

- El riego debe ser abundante pero no excesivo, acorde a las exigencias de los distintos sectores vegetacionales existentes y a condiciones particulares de suelo. Se debe procurar que el agua excedente no escurra, provocando erosión en el terreno.

- En general, una adecuada profundidad de riego es de 1,3 m en árboles y arbustos, y de 0,15 m en cubresuelos y césped

- Puede utilizarse el sistema aéreo de aspersión, el de riego por tendido con aguas de canal y/o el riego por goteo. La elección del sistema más adecuado se relaciona con la eficiencia del riego, las necesidades de las plantas y la economía de agua.

Corte y manejo de céspedes. El césped debe presentar siempre buenas condiciones de sanidad, crecimiento, color y densidad. Para ello, se recomienda considerar algunas de las siguientes ideas:

- Debe mantenerse corto, a una altura entre 3 y 5 cm. Es preciso cuidar que cada corte no sea más de un tercio de la altura total. Una vez cortado el pasto, todo el material sobrante debe ser retirado de los prados, procediendo luego a regarlo intensamente durante el mismo día.

- La frecuencia de corte se relaciona con el tipo de césped, la época y el vigor de crecimiento. En términos generales, para los meses de primavera y verano, 1 vez cada 5 días; en otoño e invierno, 1 vez cada 10 días. Es recomendable mantener la carpeta herbácea perfectamente delineada, conservando el diseño original alrededor de árboles y senderos de maicillo, según corresponda.

- El riego nocturno ahorra hasta un 20% de agua. En verano, los requerimientos hídricos alcanzan a 10 l/m²/día; en invierno, hasta 1 l/m²/día, dependiendo del contenido de agua en el suelo aportado por la lluvia.

- Las principales patologías que presenta el césped son las siguientes: Pythium (caída o pudrición del cuello), Anthracnosis (lesiones foliares), Rhizoctonia (delicuescencia de tallos y hojas), Sclerotium (marchitez amarilla), Helminthosporium (marchitez rojiza).

- Deben realizarse labores tendientes a mejorar la aireación y permeabilidad del suelo, y a fortalecer el desarrollo de las especies herbáceas deseables. Entre éstas pueden considerarse troquelados, fertilizaciones, incorporación de materia orgánica, y arena del tipo ácido cuando existen problemas de permeabilidad.

- Una adecuada fertilización debe comprender la aplicación otoñal de abonos principalmente fosfatados y una primaeral primaveral de abonos nitrogenados.

- Reposición del césped dañado, mediante resiembra. La preparación del terreno se realiza como mínimo a una profundidad de 10 cm. Debe considerarse la utilización de semilla certificada.

- Deben considerarse medidas orientadas a proteger los prados del pisoteo excesivo por parte de los usuarios. Como medida permanente, los prados deben estar limpios de elementos extraños y malezas.

Manejo de árboles y arbustos. Los árboles y arbustos se deben mantener sanos, vigorosos, con un ritmo de crecimiento acorde a la especie. Es necesario procurar que estén libres de materias extrañas y/o muertas. Algunas de las medidas a considerar para su cuidado son:

- En el caso de árboles, deben presentar un tronco recto, sin heridas ni manifestaciones de ataque de insectos o enfermedades. Las ramificaciones deben ser equilibradas; las raíces deben presentarse en óptimo estado sanitario; los cortes deben ser netamente diferenciados y por ningún motivo deben presentar síntomas de abultamiento, enfermedad o quemadura originadas por heladas u otras causas.

- Podas de formación en arbustos y árboles jóvenes. Estas podas tienden a dejar la copa de los árboles a una altura mínima de dos metros sobre el nivel del suelo, cuando están en caminos peatonales. En árboles longevos o débiles, la poda se realiza como medida de vigorización. También se incluye la eliminación de ramas mal dirigidas, que entorpezcan cables aéreos, que impidan el paso de luminosidad o que por exceso de peso del follaje, presenten riesgo de caer. La temporada invernal es apropiada para podas sanitarias, eliminando ramas secas y enfermas. En general, todo corte por eliminación de ramas debe considerar la aplicación de fungicidas.

- En aquellas especies más susceptibles al smog, es recomendable efectuar lavado periódico del follaje con un producto adecuado.

- Tanto árboles como arbustos juveniles, deben ser protegidos en el cuello con tubos de material resistente al golpe que produce la huincha de la orilladora y la cortadora de césped.

- Para árboles con tazas de riego, estas se deben mantener libres de malezas, mullidas y en perfecto estado.

Fertilización y laboreo del suelo. La mantención de un adecuado nivel nutricional en el suelo, tiene una serie de efectos positivos en la masa vegetal, como son buen crecimiento, vigor, mayor resistencia a daños y enfermedades, mejores condiciones para la producción de oxígeno y la posibilidad de cultivar especies más exigentes.

- En las zonas de arbustos, cubresuelos y tazas de árboles, el suelo debe mantenerse limpio en forma permanente y totalmente mullido hasta una profundidad de 5 a 8 centímetros.

- Para la determinación de las deficiencias nutricionales, deben desarrollarse prospecciones periódicas en busca de los síntomas más característicos, como son modificaciones en el crecimiento, clorosis, necrosis y alteraciones en el tamaño de las hojas. La detección de síntomas visuales, debe complementarse con métodos analíticos que incluyen análisis de suelo y análisis foliar o acicular.

- En la selección de productos y dosis a aplicar, es necesario considerar algunos aspectos de alta incidencia en la efectividad de la fertilización, como son el régimen de agua, régimen de temperatura, edad o estado de desarrollo de las plantas y época de aplicación. Determinadas las necesidades de fertilización, debe optarse por realizar fertilización local o de área.

- El desarrollo del programa de fertilización debe ser debidamente documentado, para así determinar su efectividad. Interesa en forma especial el día de aplicación, condiciones atmosféricas en la aplicación, fertilizantes utilizados, dosis, tipo de aplicación y ubicación del individuo o sector fertilizado.

Control fitosanitario. Los vegetales deben mantenerse libres de toda clase de ataques de insectos, enfermedades, virus, hongos, o cualquier otro patógeno susceptible de ocasionar una alteración anormal en el crecimiento. Deben tenerse en cuenta consideraciones especiales para el tratamiento y recuperación de especies valiosas por su edad, rareza o alto costo de reposición.

- Antes de proceder a la aplicación de pesticidas, en el caso de árboles, puede efectuarse un lavado de las hojas, si la situación lo amerita.

- Para la aplicación de productos químicos, debe preferirse el horario nocturno, a fin de evitar la presencia de público que pudiera verse afectado. Además, los productos a utilizar no deben ocasionar daños a los bienes inmuebles, vehículos, elementos de equipamiento urbano, aceras ni veredas.

- Debe considerarse un mínimo de 2 fumigaciones al año, para árboles, arbustos, cubresuelos y césped, repitiendo las aplicaciones cuando el efecto del producto no sea el esperado. Las aplicaciones se realizan, por lo general, una en octubre y otra en enero. Cuando las circunstancias lo requieren, pueden realizarse aplicaciones de invierno.

- Para las zonas de cubresuelos, césped, arbustos y árboles se debe mantener un control de malezas manual/mecánico y/o químico en forma permanente, por lo general 1 vez cada 15 días. Para caminos, senderos, veredas, zonas con maicillo, zonas agrestes y pavimentos duros, se debe usar control químico, comúnmente con 3 aplicaciones por año, en agosto, diciembre y marzo.

Conservación de infraestructura y personal. El plan de mantención debe tener en cuenta las medidas necesarias para conservar y modernizar la infraestructura asociada a la masa vegetal. Al mismo tiempo, debe precaverse una dotación adecuada de personal, con la debida preparación, para ocuparse del conjunto de faenas.

viii) Bibliografía Sumaria

BOURGERY, C. y CASTANER, D. 1988. Les plantations d'alignement. Inst. pour le Devpt. Forestier. 416 p.

DE LA VEGA, L.M. y RODRÍGUEZ, P. 1996. Árboles. El Mercurio, S.A.P. Club de Lectores. 240 p.

DURAND, R. 1989. Les essences urbaines: diversification, choix des arbres. Revue Forestière Française, 41 (n° spec.): 155-170.

HODGE, S.J. 1995. Creating and managing woodlands around towns. London, Forestry Commission Handbook 11. 176 p.

SANTAMOUR, F.S. ET AL. -EDS.-. 1976. Better trees for metropolitan landscapes. USDA Forest Service General Technical Report NE-22. 256 p.

2.1.2.05 ARBUSTO

Este tema debe consultarse en el párrafo anterior (2.1.2.04)

2.1.2.06 ASIENTO

Elemento de equipamiento del espacio público usado para sentarse, descansar, contemplar, recrearse. Puede ser ubicada en plazas, parques, ejes de tratamiento y ejes de actividad y lugares que se beneficien o exijan la presencia de este elemento.

Recomendaciones.

- Las bancas en zonas de descanso, como parques, deberán soportar como mínimo 160 kg de capacidad.

- Deberán tener una forma estética apropiada a su función; no tener bordes filosos, estar construídas en materiales perdurables, además de permitir la rápida evacuación del agua.

- Deben estar aisladas 0,60 m de las áreas de circulación como mínimo.

- Su localización debe responder a un plan general de amoblamiento y dotación en cada sector de la ciudad.

a) Asientos o Bancas de Descanso

Sombra, cobijo, amenidad y conveniencia son las más comunes causas de posesión. El destacar tales lugares por medio de alguna indicación de tipo permanente sirve para crear una imagen de las varias clases de ocupación de territorio urbano, con la aparición de zonas con mobiliario urbano que invite a la permanencia y descanso, como es el caso de asientos, bancas, etc., se genera la posesión estática, que es uno de los aspectos de la inclinación humana hacia los espacios exteriores.

La ubicación de estos elementos es de vital importancia para un buen funcionamiento de los espacios peatonales. Se debe tener en consideración las inclemencias del clima, para dar comodidad al usuario.

b) Lugares para la Estancia y su Relación con el Entorno

1. En la vecindad de viviendas.
2. Junto a árboles.
3. En calles y plazas animadas.
4. Junto a paseos comerciales.

c) Estancias en plazas y caminos animados, descanso y participación

1. Banco al borde de un camino.
2. Columnas junto a una plaza o un camino.
3. Antepecho, balaustrada o miradero.

2.1.2.07 ASPERSOR

Mecanismo instalado en jardines y destinado a esparcir a presión agua para el riego de los mismos.

2.1.2.08 BASURERO

Elemento de aseo en el espacio público, que contribuye al buen mantenimiento de la ciudad.

Recomendaciones: cuando se instalen basureros en el espacio público, se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Localizarse próximo a las franjas de circulación peatonal.
- La distancia entre basureros debe corresponder a la intensidad de uso del área donde éstos se sitúen.
- Deberán situarse en lugares como: veredas, esquinas, puentes peatonales, ciclovías, plazas, parques.
- Es conveniente promover campañas informativas con el fin de crear en los ciudadanos una actitud cotidiana de mantenimiento de la ciudad.
- Su material debe ser resistente, durable, indeformable y de fácil mantenimiento: metal, fibra.

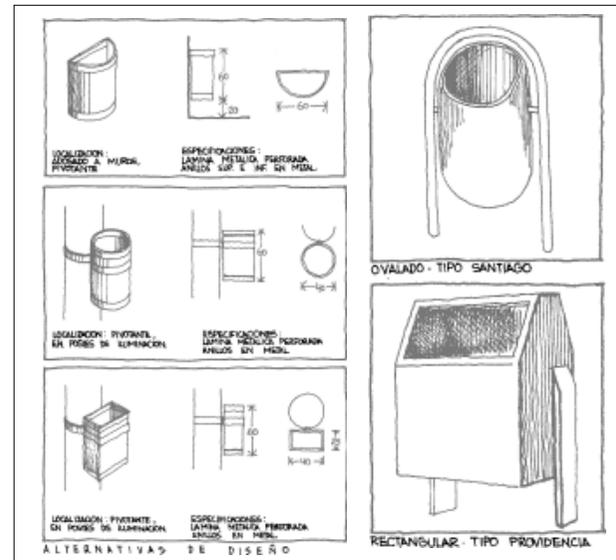
- Los diseños y localización de los basureros deben corresponder al plan de amoblamiento y dotación de cada sector.

Dimensiones (aprox)

Altura del piso: ras de piso a 30 cm.

Altura basurero: 60 - 90 cm.

Radio o dimensión: 40 - 60 cm.



2.1.2.09 BEBEDERO

Debe considerarse su provisión en lugares de recreación y descanso, como plazas y parques, de preferencia cuando el grado de vigilancia sea suficiente como para evitar su destrucción.

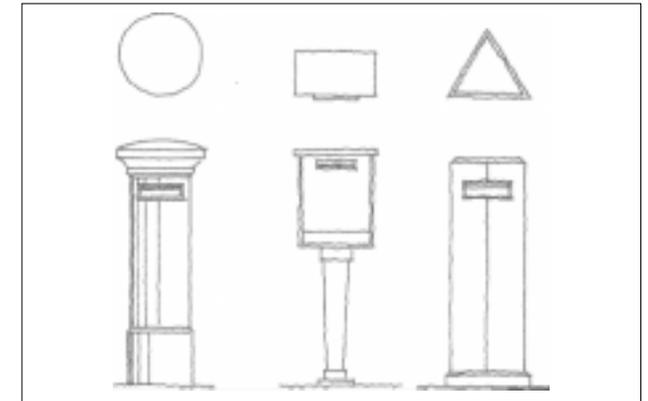
2.1.2.10 BUZÓN

El buzón es un elemento de comunicación que forma parte del equipamiento en el espacio público, en el cual se introducen cartas y similares, para su envío a otros lugares, por medio del correo debidamente autorizado. Cuando se instalen buzones en el espacio público, éstos deberán cumplir con los siguientes cuidados:

- Deberán localizarse en lugares de fácil acceso y visibilidad por parte del público.
- No deberán ocasionar molestias o peligros a la circulación de peatones, no obstaculizar la visibilidad en los alrededores.
- Los buzones pueden ser elementos aislados o adosados a muros. Únicamente pueden contener información sobre horas de recolección y el correspondiente logotipo institucional.

En ciertos casos, los objetos más vulgares adquieren cierta distinción, a causa de la fuerza escultural que contienen o de su vívido color, y resaltan en medio de la escena general. La expresión se utiliza especialmente, para describir objetos como calles, muebles y obras estructurales, de los cuales no se puede esperar que, normalmente, atraigan las miradas de la gente, y no para obras como esculturas, carteles publicitarios, etc.

La ubicación de estos elementos es clave para que cumplan su función, y ésta debe situarse en la intersección de áreas con diferente actividad.



2.1.2.11 CÁMARA LUMINARIA

Elemento enterrado que protege los dispositivos de control del alumbrado público y otros dispositivos afines. Se ubica habitualmente bajo la acera o bandejones.

2.1.2.12 CÁMARA PUBLICIDAD

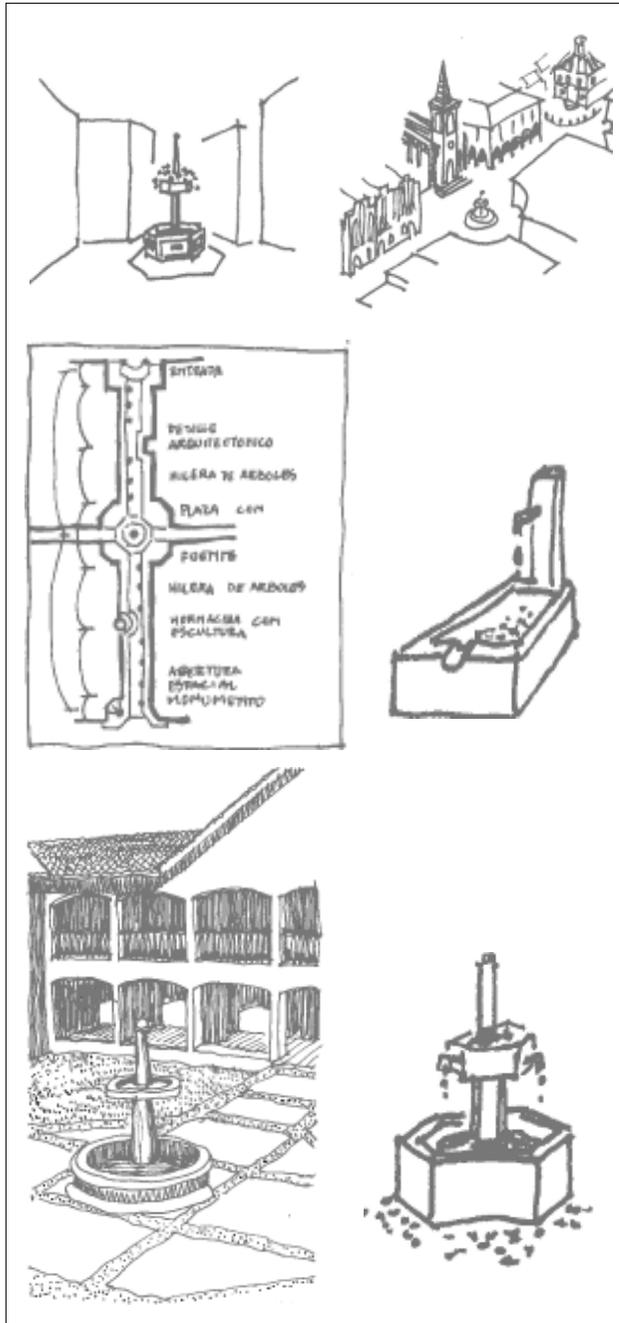
Elemento enterrado que protege los dispositivos de control de la publicidad con luz. Se ubica habitualmente bajo la acera o bandejones.

2.1.2.13 FUENTE

La idea de que una ciudad es un lugar de reunión, de contacto social, de encuentro entre personas, tales reuniones, se producen por la naturaleza del hombre, gregario, que siente la necesidad de reunirse con los demás.

La simple observación nos induce a creer que cualquier objeto fijo puede actuar, y de hecho actúa, como un imán con respecto a determinados otros objetos móviles.

Es por esto que la fuente de agua actúa como elemento ordenador de recorridos peatonales, ya que generan un espacio de pausa y reunión.



La fuente es un elemento arquitectónico y/o escultórico de equipamiento del espacio público, el cual recibe y emana agua; pueden estar situados en senderos o parques, en plazas y plazuelas, como un elemento organizador e identificador de los diferentes lugares de la ciudad.

Además de la fuente, existen otros elementos artificiales que reciben y emanan agua, como los surtidores y los senderos de agua.

Los surtidores son chorros que brotan del suelo, sin ser delimitados por medio de fuentes sino a través de desniveles en el piso. Pueden contar con distinta presión de agua y se pueden alternar con luces de color, altas o empotradas en el suelo.

Los senderos de agua aparecen a lo largo de caminos o circulaciones, como componentes que animan y ordenan los recorridos en plazas, calles, parques.

2.1.2.14 JARDINERA

Elemento de cualquier forma que permite mantener plantas de tamaño adecuado como complemento del mobiliario urbano.

Cumple funciones decorativas y arquitectónicas, pues son valiosa ayuda para componer y embellecer espacios urbanos.

Además pueden cumplir funciones de tránsito, al ser usadas como elementos de canalización y protección peatonal.

Las plantas contenidas en las jardineras deben ser pequeñas o estar situadas de manera que no obstruyan la visibilidad.

2.1.2.15 LÍMITE DE PROPIEDAD

Elemento puntual sobre una línea de cierre que representa la frontera entre dos propiedades contiguas.

2.1.2.16 LUMINARIA

Elemento cuya función es proporcionar al espacio público la visibilidad nocturna adecuada para posibilitar el normal desarrollo de las actividades tanto peatonales como vehiculares, mejorando las condiciones de seguridad ciudadana.

Como la función de la luminaria es justamente la iluminación, las características de ella: tipos, dimensiones y parámetros de diseño, así como la disposición en la plataforma pública y los niveles de iluminancia se presenta en el párrafo 3.7.3.01 Iluminación.

Sin embargo, desde un punto de vista urbanístico, puede agregarse que la razón de ser de las luminarias trasciende los requerimientos técnicos tornándose en elementos potenciales de diseño definidores, organizadores y enriquecedores del paisaje urbano.

Por esto, reconociendo que la iluminación adecuada del espacio público es necesidad incuestionable en la ciudad de hoy, la iluminación moderna ha buscado crear condiciones de uniformidad, en especial en las grandes vías, saturando el espacio público con un

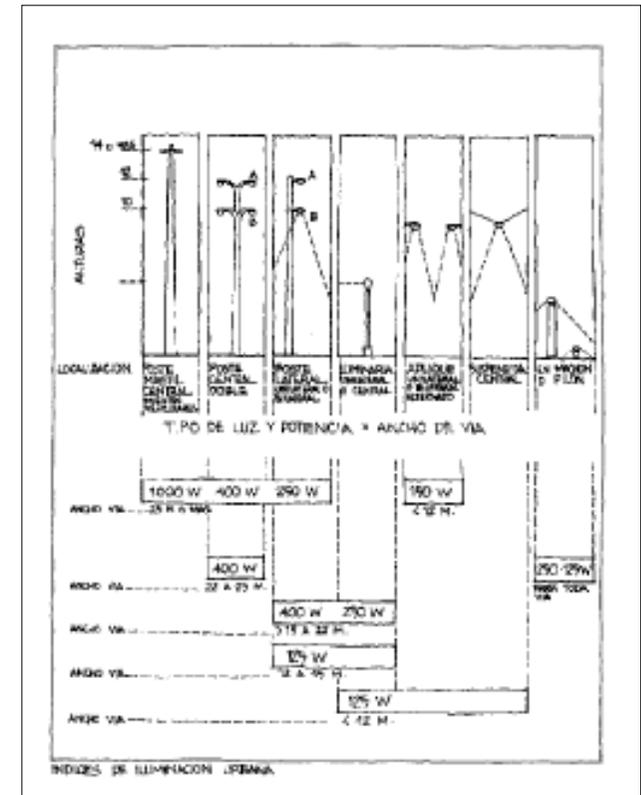
sinnúmero de postes, y no como elementos importantes de diseño. Se han perdido así dos aspectos importantes en la tradición urbana:

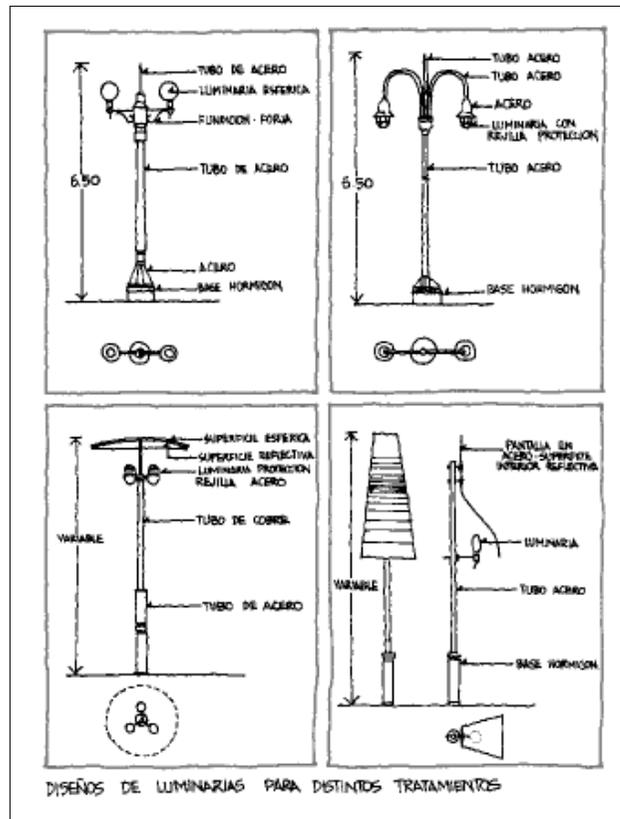
- La consideración del poste y la fuente de luz como elemento integral de diseño.

- La posibilidad de dar calidades particulares a los espacios que se diseñan a través de la luz.

La selección y localización de la fuente de luz se debe relacionar con los aspectos propios del diseño, con la intensidad necesaria determinada técnicamente en relación con el área servida (ver 3.7.3.01).

A continuación se presentan dos figuras, la primera relaciona las variables altura, ancho de la vía, tipo de luminaria y potencia, y la segunda, presenta cuatro diseños para tratamientos distintos.





2.1.2.17 MONUMENTO

Los monumentos y esculturas son elementos conmemorativos o piezas visualmente enriquecedoras del paisaje urbano, las cuales forman parte del espacio público.

Para proceder a su localización, se deben establecer condiciones de acuerdo con la calidad, magnitud e importancia que su implementación adquiere para cada lugar específico, a fin de recuperar espacios deteriorados o sin interés público.

Todo monumento o escultura debe concebirse en el contexto de un proyecto integral de espacio público, esto es, incorporando el análisis detallado del lugar al cual se inserta y la dotación de los componentes que lo acompañan, a fin de evitar su localización aislada o extraña al lugar.

Se recomienda que el diseño del monumento o escultura provenga de la selección a través del mecanismo de concurso público o privado.



2.1.2.18 OBRA DE ARTE URBANISMO

Son elementos estructurales que cumplen una función ornamental o ambiental y que se ubican en la plataforma pública.

Como ejemplo, se encuentran las pérgolas y parasoles, que lo constituyen un entramado vertical y/o horizontal que puede formar parte del equipamiento del espacio público y estar cubierto de plantas, flores o enredaderas, formando una galería, un límite o definiendo un espacio para la circulación o el descanso. A su vez, son útiles para la protección solar, pues crean sombras o penumbras en calles, senderos o espacios abiertos.

2.1.2.19 POSTE ARQUITECTÓNICO

Poste o similar que cumple una función ornamental o simbólica. Elementos como las astas de bandera se incluyen en esta categoría.

2.1.2.20 PUBLICIDAD

La legislación existente relativa al tema de la publicidad visual en la plataforma pública no está redactada desde el punto de vista de su efecto sobre el funcionamiento de la vialidad.

Evidentemente, no es este el único punto de vista existente frente a los variados problemas que un tema tan ramificado plantea.

El efecto de la publicidad visual, en términos de la seguridad de los usuarios de la vía pública, es negativo. En este sentido, sería deseable que no existiese en ella ningún objeto que pueda aumentar los riesgos de colisión, en el caso de maniobras accidentales; que pueda

obstaculizar la visión que el conductor y los peatones necesitan tener de la plataforma vial y de su señalización, o que pueda eventualmente distraer la atención que ellos deben prestar a sus funciones como usuarios de dicha vialidad.

Sin embargo, tal extremo no es posible ni tampoco deseable si miramos el conjunto de la realidad pública. Un ejemplo que muestra la inviabilidad de un criterio tan estricto sería la exigencia de suprimir los elementos de publicidad en el barrio chino de San Francisco, U.S.A., con lo cual la zona se vería privada de una imagen urbana que de alguna manera refleja la forma de vida de un sector ciudadano, que es asumida conscientemente por dicho sector y por los visitantes.

Pero, indudablemente, tampoco se puede permitir la proliferación de todo tipo de anuncios, cuya única finalidad es la transmisión de una información al consumidor de la manera más llamativa posible y cuyo peor efecto es la generación de un entorno inhóspito, antiestético y peligroso.

De partida, la publicidad debe permitirse sólo donde ella vaya orientada al peatón, donde su impacto visual no sea tan extremo que afecte a los conductores (intensidades luminosas altas y/o con intermitencias agravantes del efecto de la señal sobre éstos), donde ella no obstaculice la visión del conductor y menos su marcha, donde ella no menoscabe la claridad de la señalización vial y, en lo posible, cuando dicha publicidad se atenga a uno de los principios básicos que debe regularla: ella debe ser, antes que nada, un servicio a la comunidad.

En atención a esto, es necesario evitar la aparición de elementos de publicidad sobre la calzada y alejarla de sus extremos (soleras) un mínimo de 2,5 metros si ella está orientada según un eje visual perpendicular al eje de la vía, y otro mínimo de 4 metros si lo está según un eje visual no perpendicular a dicho eje.

Una excepción a estas exigencias se aplica al caso de tableros que informen acerca de actividades culturales que piden, por su naturaleza, alguna forma de cooperación desde otros sectores. En estos casos, dichos tableros pueden ser ubicados de tal modo que sus extremos disten al menos 0,5 m del borde de calzada, siempre que sean sobrios y suavemente iluminados. Dadas estas condiciones, se permite que alguna entidad patrocinante use ese espacio para publicitar, pero esto sólo en una fracción de la superficie del tablero que no exceda el 10% del total de la misma y sin estridencias de ningún tipo.

2.1.2.21 REFUGIO (PARADERO)

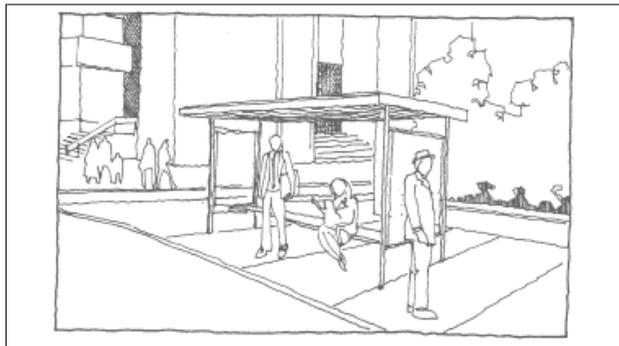
El paradero fijo actúa como un elemento ordenador del sistema de transporte, propiciando la utilización eficiente del espacio vial.

Tanto en el diseño específico del paradero, como los criterios para su localización y frecuencia de aparición, deben enmarcarse dentro de un plan general de transporte, articulado con planes locales

de espacio público. En su defecto, cualquier acción aislada y desarticulada, entorpecerá la implementación de un adecuado sistema de transporte.

Debe tenerse en cuenta que:

- El paradero es una estructura fija.
- Es un medio de información y orientación sobre rutas, debe transmitir su exacta ubicación dentro del sistema general.
- Debe proteger a los usuarios de las inclemencias del clima: sol, lluvia, vientos.
- La estructura del paradero debe ser lo más transparente posible, de tal manera que no se transforme en una 'barrera' arquitectónica.
- Debe tener bancas para posibilitar la cómoda espera.
- Puede complementarse con otro mobiliario, como tacho de basura, luminaria, reloj, banca, buzón, aviso comercial, etc.

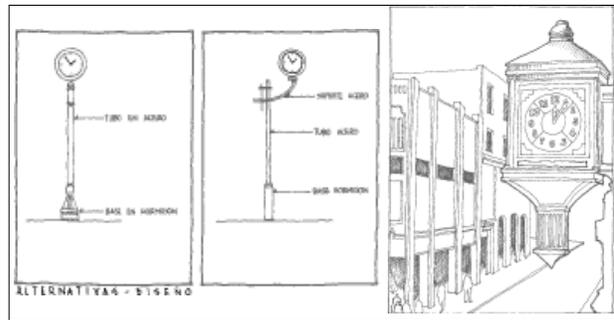


2.1.2.22 RELOJ

Elemento informativo de equipamiento del espacio público, que puede situarse en calles, plazas, edificios públicos de especial significación en la ciudad.

Cuando se instalen relojes en el espacio público, deberán cumplirse las siguientes condiciones:

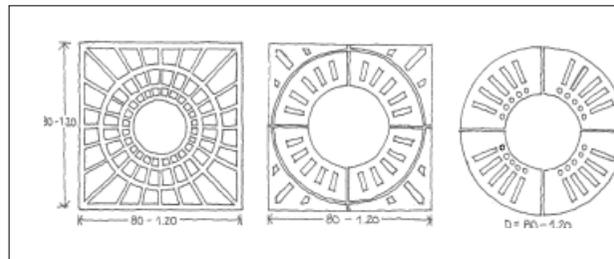
- Deberán localizarse en lugares de fácil visualización y sin obstaculizar la circulación o visibilidad de vehículos o peatones.
- No deben contener mensajes publicitarios o similares.
- Su localización debe responder a un plan general de amoblamiento y dotación de cada sector.



2.1.2.23 TAZA DE ÁRBOL

Elemento de protección y aseo que mantiene los alrededores del tronco del árbol y garantiza la continuidad en las zonas de circulación peatonal. La rejilla debe situarse en las zonas duras en las cuales se presenta arborización de mediano y gran tamaño.

Puede ser de hierro, perfiles u otro material que ofrezca la debida resistencia y durabilidad.



2.1.2.24 TELÉFONO PÚBLICO

El teléfono público debe entenderse ante todo como un servicio a la comunidad en general. Por tanto, su diseño debe contemplar una amplia gama de usuarios: niños, ancianos, minusválidos.

Cuando se instalen teléfonos en el espacio público, éstos deberán cumplir con:

- Deberán localizarse en lugares de fácil acceso y visibilidad para su uso adecuado por parte del público en general.
- No deberán ocasionar molestias o peligros a la circulación de peatones, no obstaculizar la visibilidad de los alrededores.
- Preferiblemente, deberán localizarse en aquellas áreas de la ciudad con intensa vida urbana, tales como: paraderos y estaciones de transporte público, áreas de actividad múltiple e institucional, dentro y al exterior de edificios destinados al servicio público, en centros comerciales de influencia zonal y metropolitana, y en parques y zonas recreativas en general.

- Se debe dar prioridad a la instalación del teléfono público en aquellos barrios en donde el servicio domiciliario es deficiente, tales como zonas de escasos recursos.

- Cuando se instalen baterías de teléfonos de 4 o más aparatos, al menos uno de ellos ha de estar diseñado en función del niño y del usuario minusválido.

- La señalización al interior y al exterior del teléfono debe permitir su fácil comprensión al usuario analfabeto y al usuario extranjero.

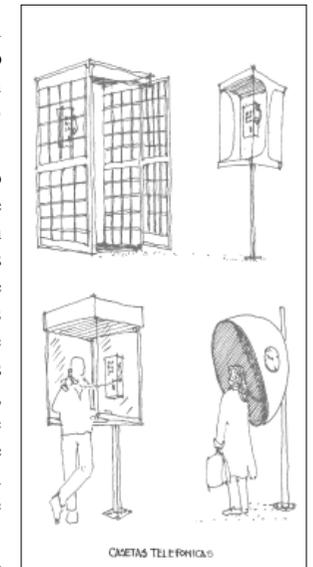
- El teléfono público puede aparecer en dos tipos de mueble: cabina y caseta. Sin embargo, la utilización de casetas no es recomendable en virtud de que tienden a tornarse en barreras visuales. Su uso debe restringirse a aquellos sitios que presenten altos niveles de contaminación acústica, o inseguridad ciudadana. Se aconseja la utilización de materiales resistentes al vandalismo, tales como vidrios de seguridad.

- El teléfono debe estar provisto de iluminación artificial que permita su uso nocturno, en su defecto han de ubicarse convenientemente cerca de luminarias.

- La frecuencia de aparición de teléfonos públicos ha de ser el resultado de un plan elaborado por la Compañía de Teléfonos de Chile, el cual responda a los intereses de la ciudadanía. Dicho plan debe articularse con planes locales de espacio público.

- Las casetas deben permitir el acceso y maniobrabilidad de una silla de ruedas. Para tal fin, la profundidad mínima debajo del mostrador del teléfono será de 0,60 m. La parte exterior del mostrador debe tener forma de barandilla. Frente al mostrador del teléfono debe haber un espacio libre mínimo en el suelo de 1,30 x 1,30 m. El teléfono debe estar al máximo 0,90 m de altura.

- Las cabinas deben tener una altura libre mínima de 1,70 m. La altura del teléfono, en función del niño y del minusválido, será de 0,90 m.



SECCIÓN 2.2 ELEMENTOS DE VIALIDAD

2.2.1 EJE DE REPLANTEO

2.2.1.01 INTRODUCCIÓN

La referencia básica para la definición de una obra vial es una línea llamada eje de replanteo, consistente en una sucesión continua de rectas y curvas en el espacio. El eje de replanteo se debe asociar a algún elemento lineal de la plataforma vial, como un borde de calzada, un eje de simetría u otro, para que una vez definido geoméricamente se pueda articular en torno a él las principales unidades viales constitutivas de dicha plataforma: las pistas y los separadores si éstos están contemplados en el perfil tipo.

Esto significa que, dado un perfil tipo para el proyecto de una vía o de un tramo de ésta, el diseñador debe establecer la posición relativa del eje de replanteo dentro del perfil –el eje de simetría de una calzada única es un ejemplo típico- y luego proceder a definir geoméricamente la posición de este eje dentro de la faja, teniendo siempre presente que en torno al mismo se articula el resto de las unidades contempladas en el perfil tipo.

Esta definición geométrica del eje de replanteo -primero en planta y luego en elevación o alzado (1.3.3)- está muy condicionada en el caso urbano por el espacio disponible y por las exigencias de drenaje de la plataforma vial diseñada. Además, como en toda obra vial, la forma y posición de este eje estarán regidas por exigencias de seguridad y por la conveniencia de lograr superficies vial-urbanas que sean cómodas y espacialmente armoniosas, todo ello dentro de una realidad económica.

La proyección en planta del eje de replanteo, cuya definición inicia el proceso de diseño geométrico de la vialidad, es una sucesión continua de rectas y curvas circulares, enlazadas entre sí -de preferencia u obligatoriamente- mediante clotoides. Como la forma de las pistas adoptarán la forma del eje de replanteo, la geometría de éste debe ser tal que la circulación de los vehículos a la velocidad de diseño sea posible de manera segura y lo más cómoda posible. A esto contribuye el ancho de las pistas y su inclinación transversal, factores ineludibles de la definición en planta de dicho eje.

La proyección del eje de replanteo sobre la superficie vertical que lo contiene -superficie plana si el eje en cuestión está constituido por una recta, o curva, como una cortina, en el caso más general- es una sucesión continua de rectas enlazadas por parábolas de segundo grado, cuya definición también está regida por la disponibilidad de espacio, por los imperativos de la seguridad y por conveniencias estéticas y de drenaje. Al perfil resultante se le llama perfil longitudinal.

La representación del eje de replanteo se hace en los planos de geometría en planta y en los de elevación. En los planos de geometría en planta se posiciona e identifica: sus puntos singulares en planta, esto

es el inicio del eje, su final y las tangencias entre alineamientos rectos y curvos sucesivos; los puntos kilométricos y hectométricos, y los puntos en los cuales se han definido perfiles transversales a dicho eje (PT). Además se entrega distancias al origen (DO) de los puntos singulares en planta, el tipo geométrico de estas alineaciones y el parámetro que las define (radio de curvatura o el valor característico "A" de las clotoides). La definición analítica debe contener las coordenadas [x;y] y los acimutes de los puntos singulares y de perfil (PT).

Antiguamente se precisaba los centros de los arcos circulares empleados, los vértices formados por las tangentes extremas de esos arcos circulares, y la flecha o distancia perpendicular desde estos vértices a los arcos circulares respectivos (lámina 2.2-1), pero los procedimientos instrumentales para replantear los puntos del eje -principalmente puntos PT- requieren distancias y ángulos desde pares de puntos referenciados o "bases de replanteo" para estacar los puntos que se desee (tercer vértice).

La representación del eje de replanteo en elevación se hace en los planos de geometría en alzado. Allí se posiciona e identifica: los puntos singulares -en alzado- del eje de replanteo, que son su inicio y su final y los puntos de tangencia entre rectas y parábolas; los puntos kilométricos y hectométricos, y los puntos en los cuales se han definido perfiles transversales (PT).

De todos ellos se entrega su distancia al origen y su cota, y, de los acuerdos verticales, el parámetro K, la cota del vértice, el ángulo entre las tangentes y la longitud de la parábola. Esta longitud, así como todas las que concurren a definir el eje de replanteo en planta y elevación son las de las proyecciones en planta del mismo.

Si la plataforma vial proyectada ha de contener más de una calzada y se desea libertad para que los separadores considerados en el perfil tipo tengan inclinaciones transversales variables, se debe recurrir a la definición de más de un eje de replanteo.

La definición del eje de replanteo en planta y alzado, los anchos de las unidades viales articulados en torno a éste (pistas, bandas y separadores) y las inclinaciones transversales de estas últimas -normativas o de conciliación altimétrica (1.3.6.02)- dan cuenta cabal de la geometría resultante de la plataforma vial-urbana.

2.2.1.02 ALINEACIONES

a) Alineaciones Rectas

i) Aspectos Generales

Las alineaciones rectas son usuales en las calles de una ciudad. Se las prefiere como elemento básico de definición por su simplicidad, por la facilidad que ellas ofrecen a los usuarios para la

conducción y orientación, y en general por todo un conjunto de conveniencias que en última instancia se traducen en un costo menor de proyecto, ejecución y operación.

Sin embargo, existen calles en las que un trazado recto muestra, más que otra cosa, falta de imaginación. En efecto, en zonas urbanas habitacionales de baja o mediana densidad, donde la red vial debe estar compuesta por vías emplazadoras, resulta mucho mejor combinar trazados curvos, incluso calles-vereda (véase párrafo 4.1.4.01), con esporádicas vías desplazadoras sobre las cuales tenderán a concentrarse los volúmenes de paso.

Este esquema permite tener espacios urbanos menos ingratos e inseguros, producto de flujos estrictamente vecinales a velocidades reducidas y de la variedad paisajística asociada a los diseños sinuosos.

ii) Longitudes Máximas

No existe limitación al uso de rectas de gran longitud en vías troncales, mixtas y vecinales, aunque conviene considerar que incluso en las grandes ciudades, de noche principalmente, las rectas largas producen somnolencia. En vías expresas puede llegar a ser conveniente un trazado que se ajuste algo a los criterios imperantes para vías rurales, si la fisonomía de la ciudad (topografía y construcciones) lo aconseja y permite.

En tales casos los trazados sinuosos pueden adaptarse mejor a dichas características y conseguir los beneficios estéticos de un trazado variado. En todo caso, el presente Manual no considera la recomendación de un máximo aplicable a la longitud de las alineaciones rectas, ya que una limitación de este tipo es más propia de vías rurales, donde los condicionamientos espaciales no son tan estrictos.

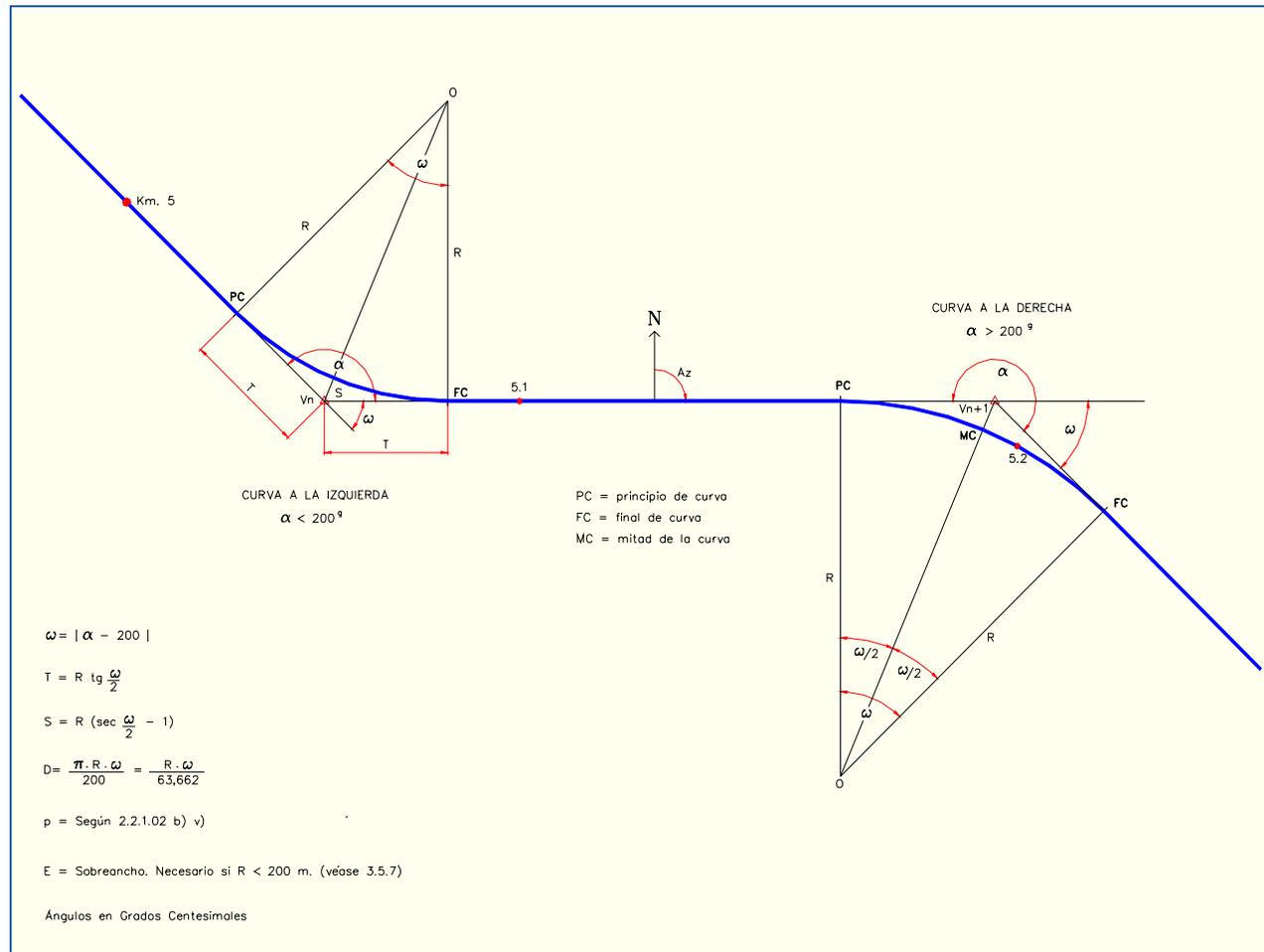
iii) Longitudes Mínimas

Cuando se tengan dos curvas circulares sucesivas separadas por una alineación recta, sin clotoides intermedias, dicha recta deberá tener una longitud mínima que depende de los sentidos de curvatura de ambos arcos circulares y de la velocidad de diseño. Si hay clotoides, la recta puede ser tan breve como se desee.

Si los sentidos de curvatura de los arcos circulares separados por recta son distintos ("S") y las inclinaciones transversales son también distintas -lo que ocurre cuando una de ellas o ambas consultan peraltes en vez de bombeo (véase 2.2.1.02 b.ii. La Inclinación Transversal)- el mínimo en cuestión será aquel que permita ejecutar la transición del peralte en las condiciones descritas en 2.2.1.04.

Si las curvaturas son del mismo sentido, la longitud mínima de la recta intermedia será $L_{rm} = (V-10) m$, donde V es la velocidad de diseño desprovista de su dimensión (km/hr) y entendida como una cantidad de metros (si V= 60 km/hr, $L_{rm} = 60-10 = 50 m$). Esto último

Lámina 2.2-1
Elementos de la Curva Circular



para facilitar una clara distinción entre las curvaturas de distinto radio. La inclinación transversal en dicha recta puede ser hasta de un 3,5 %, a una sola agua, si con ello se simplifica la transición de peraltes generalmente requerida entre tramos circulares con distinta curvatura.

b) Curvas Circulares

i) Descripción

Los arcos de círculo son elementos vastamente utilizados en el diseño vial para producir un empalme entre dos alineaciones rectas que se cortan en un punto llamado “vértice de planta”, y que forman un ángulo ω . Convencionalmente se asigna un signo al valor del radio de

curvatura, siendo éste positivo si la segunda alineación recta (en el sentido del avance del kilometraje) presenta un azimut mayor que la primera y negativo en caso contrario.

El azimut de un punto del eje es el ángulo dextrógiro que sustiene la dirección del eje en su sentido de avance (crecimiento de las DO) o una tangente a éste en dicho punto del mismo, con el norte geográfico.

En la lámina 2.2-1 se muestra los principales elementos geométricos de las curvas circulares.

ii) El Problema Dinámico

El trazado mediante curvas circulares implica resolver adecuadamente el problema dinámico de un móvil que sigue una trayectoria de esta naturaleza, con un radio R , a una velocidad V (de diseño) sobre una superficie formada por pistas que tienen ciertas inclinaciones transversales p (peralte) ó b (bombeo), y con la cual está en contacto a través de los neumáticos, lo que determina una cierta fricción transversal que depende de la velocidad y que se expresa a través de un coeficiente t .

La ecuación que relaciona estas variables es:

$R = V^2/127 (p + t)$, en la cual R está en metros, V en km/hr, p y t en tanto por uno.

Quando una calzada en curva mantiene las pendientes transversales de bombeo (b), se tiene una situación singular (véase el punto *La Inclinación Transversal*, del presente acápite), en la que parte de la calzada vierte hacia un lado del eje y parte hacia la opuesta, generándose en tal caso un contraperalte ($-b$) en la que vierte hacia el exterior de la curva. La expresión anterior no es aplicable para el cálculo de los radios y velocidades de diseño mínimos que permiten mantener tal contraperalte a lo largo de la curva en cuestión.

• El Coeficiente de Fricción Transversal

Este coeficiente es una medida de la capacidad del par neumáticos-pavimento para resistir fuerzas transversales sin un desplazamiento en el mismo sentido. Los valores del coeficiente t que dependen de la velocidad han sido objeto de largas y costosas investigaciones empíricas. En Chile se ha asumido las conclusiones de la AASHTO, U.S.A., que entrega valores de t distintos para velocidades iguales, según se trate de diseñar elementos de intersecciones o de arcos de carreteras en sección normal. Este manual asume los valores de t propios de las intersecciones (mayores) y paulatinamente, a medida que la velocidad de diseño aumenta, los va acercando a los valores AASHTO correspondientes a carreteras. Este criterio supone que en la ciudad los conductores están más atentos y por lo tanto mejor predispuestos para aceptar una maniobra que utilice fracciones mayores de la fricción, lo que es sin duda cierto. A partir de 65 Km/hr se usan los valores de t propios de la carretera, lo que supone un factor de seguridad más generoso. Los valores asumidos aparecen en el cuadro 2.2-1.

Cuadro 2.2-1
Coefficientes de Fricción Transversal Máximos

V (km/h)	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
t (%)	36	31	28	25	23	21	19	18	17	16	15	14	14	13	13	13	13

• **La Inclinación Transversal**

Se llama “bombeo” a una inclinación transversal mínima que debe presentar la calzada para facilitar su drenaje superficial. Esta inclinación mínima (2% y preferiblemente 2,5%) puede ser constante en todo el ancho de la calzada (bombeo único o “a una agua”) o presentar una discontinuidad en el eje de simetría de la misma, vertiendo una mitad hacia uno de sus bordes y la otra mitad hacia el borde opuesto (bombeo doble o “a dos aguas”).

El bombeo entonces es una situación que se presenta en las alineaciones rectas, pero que puede mantenerse a lo largo del desarrollo de una curva circular si las condiciones dinámicas lo permiten. Esto es frecuente y a veces inevitable en los diseños urbanos, en los cuales existen mayores condicionamientos altimétricos para los bordes de las calzadas, debido a la obligación de producir empalmes coherentes y estéticos con los demás elementos urbanos.

En este caso es preciso distinguir si el bombeo es favorable al desplazamiento circular o no. Lo primero ocurre si éste es único y produce bordes interiores deprimidos, caso en el cual se puede considerar como “peralte mínimo”. Lo segundo ocurre en el caso contrario (borde interior elevado) y cuando existe bombeo doble, donde una de las mitades de las calzadas presentará contraperalte. Estas situaciones desfavorables, pero que pueden ser aceptables, son tratadas especialmente en el acápite iv) Radios Mínimos con Contraperalte, del presente literal.

El bombeo dependerá del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona. Esto tiene por objetivo evacuar las aguas superficiales que caigan sobre ellas. Los valores se tabulan a continuación.

**Cuadro 2.2-2
Bomberos de la Calzada**

TIPO DE SUPERFICIE	PENDIENTE TRANSVERSAL SI :	
	PRECIPITACIÓN < 500 mm/año	PRECIPITACIÓN > 500 mm/año
PAVIMENTO SUPERIOR	2,0	2,5
TRATAMIENTO SUPERFICIAL	2,5 ⁽¹⁾	2,5 - 3,0 ⁽²⁾

(1) En climas definitivamente desérticos se pueden rebajar los bombeos hasta el valor límite de 2%.
 (2) El proyectista deberá afinar su elección, dentro de este rango, atendiendo a matices como la rugosidad de las superficies, la pluviometría y las consideraciones relativas al contraperalte.

El bombeo se puede definir de varias maneras, dependiendo del tipo de calzada(s) y de las conveniencias específicas del proyecto en una zona dada. Véase lámina 2.2-2

Si la calzada es única, bidireccional o unidireccional, el bombeo se puede definir de dos maneras. La más frecuente, debido a que resuelve mejor el problema de las aguas y a que generalmente

ocasiona menos problemas altimétricos, es aquella llamada “doble” o “a dos aguas”: la que contempla el punto alto en el centro de la calzada y una sección transversal con inclinaciones simétricamente descendentes a partir de allí hacia el exterior de la misma, con los valores de la tabla anterior. Véase figura I de la lámina 2.2-2.

Sin embargo, puede convenir el uso de bombeo “único” o “a una agua”, con uno de los bordes de la calzada por encima del otro. Se genera así una inclinación transversal única que debe respetar los valores del cuadro 2.2-2 (véase figura II de la misma lámina).

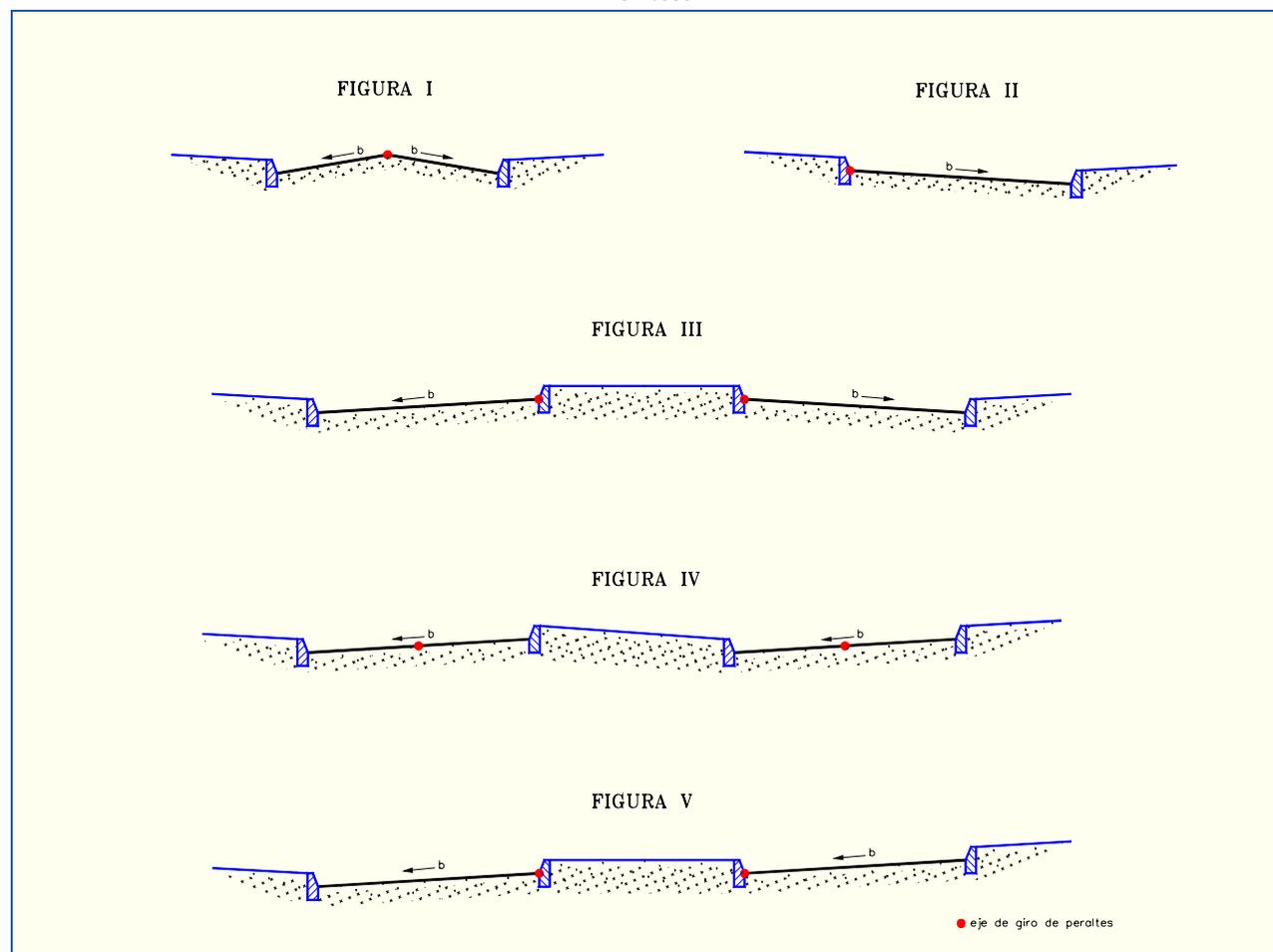
Por otra parte, esta última forma de plantear el bombeo puede ser muy útil cuando se trata de rectas de poca longitud entre

curvas del mismo sentido que llevan peralte. En tal caso, se permite que la inclinación transversal en dichas rectas pueda llegar a ser superior a los valores de la tabla en cuestión, hasta llegar a un 3,5%.

Por último, si se trata de un diseño en el que se prevé una ampliación posterior, consistente en una segunda calzada independiente de la primera, puede ser necesario planificar desde el inicio, para la calzada que se ha de construir primero, una sección como la reflejada en la figura II de la lámina aludida.

Si se tratara de calzadas separadas, cada una de ellas puede ser tratada con bombeo doble o único, lo cual quedará determinado por

**Lámina 2.2-2
Bomberos**



las características del proyecto. En general, es preferible el esquema que aparece en la figura III, puesto que él minimiza el problema de drenaje de la zona central.

En las figuras IV y V se muestran dos secciones en las que la inclinación transversal mínima b está dada en el mismo sentido. Este esquema puede ser utilizado cuando existen tramos rectos relativamente breves entre curvas con igual sentido. También se puede dar esta configuración como peralte mínimo; cuando la curvatura es pequeña, pero no lo suficiente como para contraperaltar, caso que queda asimilado a la figura III.

La diferencia entre las figuras IV y V es que en la primera los ejes de giro corresponden a los centros de cada calzada y en la segunda a los bordes interiores de las mismas. El esquema V facilita el tratamiento altimétrico de la mediana, lo cual puede ser muy importante si ésta tiene un ancho reducido. Sin embargo, las variaciones de cota en los bordes exteriores son menores en el primer caso. Todo esto suponiendo que los ejes longitudinales de ambos ejes de giro son altimétricamente idénticos.

Cuando existen bandas longitudinales, éstas deben ser preferentemente coplanarias con las pistas correspondientes. Caso especial pueden llegar a ser las bandas de estacionamiento, según lo dicho en la sección 3.2.

Se llama “peralte” a una inclinación transversal constante de una calzada en todo su ancho, que orientada adecuadamente -punto bajo en el interior de la curva- permite una marcha más cómoda a los vehículos: compensa parte de la aceleración centrífuga quedando el saldo no compensado por cuenta de la fricción entre neumáticos y pavimento.

Cuando no se pueda mantener el bombeo de una calle en una curva, por ser el radio de ésta muy pequeño para la velocidad de diseño considerada, será imprescindible recurrir al peralte, que podrá ser el mínimo -igual al valor del bombeo, pero en el sentido adecuado- u otros valores superiores que no excedan ciertos máximos. Estos máximos deben ser compatibles con la altimetría del enclavamiento, dentro de ciertos marcos estéticos, y con las características del tránsito.

En efecto, aun cuando fijar la geometría de una vía exige la definición previa de una velocidad de diseño, el hecho de tratarse de una vía urbana implica, mucho más que en el caso rural, una gran dispersión de las velocidades de operación a lo largo del día y de la vida útil en general. Esto, sumado a las limitaciones físicas que impone el entorno urbano, hace recomendable limitar el peralte máximo en forma mucho más estricta que en el caso de carreteras rurales.

En el cuadro que sigue se entregan estos valores máximos del peralte según la categoría de la vía, siendo menores aquellos correspondientes a las vías de menor velocidad de diseño y en las cuales

se puede esperar una operación de los vehículos en regímenes muy variados, todo lo cual hace más incómodo -e incluso peligroso- el uso de peraltes elevados.

Los máximos tolerables son mayores para vías desplazadoras y troncales, aun cuando para las velocidades más bajas dentro del rango que les es propio se recomienda especialmente el uso de peralte máximo del 4%.

En las autovías, más parecidas a las carreteras, se recomiendan peraltes máximos mayores -hasta el 8%- que es el correspondiente a carreteras y que se aplica también a las autopistas urbanas.

Cuadro 2.2-3
Peraltes Máximos

CATEGORÍA	p. MÁX. DESEABLE	p. MÁX. TOLERABLE
LOCALES	4%	4%
MIXTAS y TRONCALES	4%	6%
AUTOVÍAS	6%	8%
AUTOPISTAS	8%	8%

• **La Relación entre las Variables.**

La expresión $R = V^2/127(t+p)$ requiere algunas explicitaciones para su atinada aplicación.

Elegido un peralte máximo, es simple obtener un radio mínimo para una cierta velocidad de diseño: basta considerar dicho peralte y el coeficiente t máximo para la velocidad en cuestión (véase acápite siguiente: iii) Radios Mínimos). Pero, por otra parte, es necesario precisar algún criterio para obtener los valores de R que corresponden a peraltes inferiores al máximo.

En definitiva, el problema consiste en determinar alguna relación entre t y p , de tal modo que para el caso de un cierto trazado -donde se ha impuesto un peralte máximo- el uso de un peralte menor vaya asociado un valor de t también inferior al máximo, todo lo cual se combina en la ecuación fundamental para producir un radio de curvatura mayor.

Las Normas de Diseño de Carreteras que se aplican en Chile (MOP,1981) resuelven este problema haciendo $t=2p$ ($t=3p$ en intersecciones). Ello redundará en trazados donde el conductor que circula a la velocidad de diseño ve compensado un tercio de la aceleración radial por el peralte y los dos tercios restantes por la fricción (un cuarto y tres cuartos, respectivamente, para el caso de las intersecciones).

La AASHTO aborda el problema de una manera en principio similar a la propuesta en este Manual de Transporte Urbano, al partir definiendo peraltes máximos. De ello resulta una segunda diferencia con el criterio del MOP, ya que AASHTO aplica dichos máximos sin

restricción para obtener radios mínimos, cualquiera sea la relación resultante entre dichos peraltes y los coeficientes t ; mientras que el criterio chileno implica una limitación adicional al valor del peralte extremo: al ser los coeficientes t inferiores a 0,16 ó 0,24 a partir de ciertas velocidades, es obligatorio reducir $p_{máx}$ para respetar $t = 2p$ ó $t = 3p$ respectivamente.

Por otra parte, el método AASHTO, para peraltes inferiores al máximo, procede también de una forma distinta. En efecto, en este caso se define una relación entre t y p según la cual se tiene coeficientes de fricción muy bajos para peraltes cercanos al mínimo (1,2%), que crecen hasta el valor máximo en forma parabólica. Esto produce radios de curvatura muy generosos para peraltes bajos, con lo que se logra que una gran parte de la aceleración radial sea compensada por el peralte. Esto logra comodidad y seguridad adicionales a los vehículos que exceden la velocidad de diseño.

Este criterio americano no puede ser aplicado en ciudades sin limitar agudamente la flexibilidad del diseño, que requiere la posibilidad de reducir los radios de curvatura, aún a expensas de esa comodidad adicional que dicho criterio confiere y que en última instancia incentiva excesos de velocidad que en las ciudades tienen consecuencias distintas -generalmente mucho más graves- que en trazados rurales.

Por esto es que esta norma acepta aplicar una relación lineal entre t y p consistente en utilizar $3t/4$ para peraltes mínimos (2%) y t para peralte máximo, lo cual genera tres curvas distintas para cada velocidad de diseño: una para cada peralte máximo. Estas curvas se presentan en la lámina 2.2-3. Los valores de t que resultan para cada peralte según la velocidad de diseño y según el $p_{máx}$ aparecen en el cuadro 2.2-7.

Este criterio supone que los conductores, al circular por curvas así diseñadas, van a utilizar fracciones de t no inferiores a tres cuartos del máximo permisible, lo cual no constituye contradicción alguna pero que significa que la estabilidad del movimiento va a depender proporcionalmente más de dicha fricción que en el caso de una vía diseñada según la AASHTO, por lo menos cuando los peraltes y las velocidades son bajas. Esto implica una curva más “incómoda”, desincentivante de los excesos de velocidad, pero aún razonablemente segura a la velocidad de diseño. Por otra parte, ello permite trazados más económicos y que en todo caso representan geometrías normalizadas y mucho más conservadoras que algunas vías actualmente en operaciones en las ciudades chilenas.

iii) **Radios Mínimos**

Si se aplican en $R = V^2/127 (t + p)$ los coeficientes de fricción transversal máximos para cada velocidad de diseño, y el peralte máximo recomendable para las categorías de las vías aquí contempladas, se tienen tres familias de radios mínimos, una para cada uno de dichos peraltes máximos (4, 6 y 8%), las cuales se presentan en

el cuadro 2.2-4, a continuación. Estos valores aparecen sin redondeo en la lámina 2.2-3 y en el cuadro 2.2-7, al lado de los correspondientes peraltes máximos.

Se recuerda que en el caso de aplicarse radios mínimos debe considerarse el papel que juega el ancho de calzada en la situación más desfavorable, que consiste en un vehículo transitando por una pista interior, la cual presentaría un radio de curvatura menor que el mínimo. Si la diferencia en cuestión supera el 10% del valor del radio de curvatura en el eje, conviene aumentar algo este último, sin reducir el peralte que le correspondía originalmente.

Cuadro 2.2-4
Radios Mínimos (*)

V (Km/h)	RADIOS MÍNIMOS SEGÚN CATEGORÍA CON EL p MÁX. DESEABLE		
	p. MÁX. = 4%	p. MÁX. = 6%	p. MÁX. = 8%
LOCALS	20	8	
	25	15	
	30	23	
	35	34	
	40	47	44
	45	64	60
	50	86	79
TRONCALES	55	109	100
	60	135	124
	65	167	152
	70	204	184
	75	247	222
	80	280	252
	85	335	300
EXPRESAS	90	376	336
	95	418	374
	100	464	415
			304
			339

(*) Valores redondeados al entero superior. Peraltes máximos deseables por categoría en cuadro 2.2-3.

iv) Radios Mínimos con Contraperalte.

Como se ha dicho, en muchas calles podrá ser conveniente o necesario mantener el bombeo incluso en curvas, evitando con ello transiciones de peralte, las cuales pueden dificultar y afean la solución altimétrica de los bordes de la calzada y producir problemas de drenaje cuando la pendiente longitudinal es escasa. Esto, que implica un contraperalte, no será posible de ejecutarse cuando las curvas en cuestión tengan un radio de curvatura inferior al valor límite que permite un contraperalte de -2,5% para la velocidad de diseño. Estos valores límites se calculan aplicando la ecuación $R = V^2/127 (t' + p)$, con un valor de $p = -0,025$ y de $t' = 0,6 t_{máx}$, resultando la expresión: $RLC = V^2/127 (0,6 t_{máx} - 0,025)$, cuyos resultados en función de la velocidad de diseño se tabulan a continuación:

Cuadro 2.2-5
Radios Límites en Contraperalte(*) en Vías no Expresas

V (km/h)	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
RLC (m)	20	30	50	80	110	160	220	290	370	470	600	750	850

(*) Calculados con contraperalte de -2,5%; válido para -2%, y aproximado a la decena más cercana.

No se considera recomendable contraperaltar vías expresas, salvo en casos muy obligados. En tales casos, se debe aplicar un $t' = 0,5 t_{máx}$, lo que arroja los resultados tabulados a continuación:

Cuadro 2.2-6
Radios Límites en Contraperalte(*) en Vías Expresas

V (km/h)	80	85	90	95	100
RLCE (m)	1100	1400	1600	1800	2000

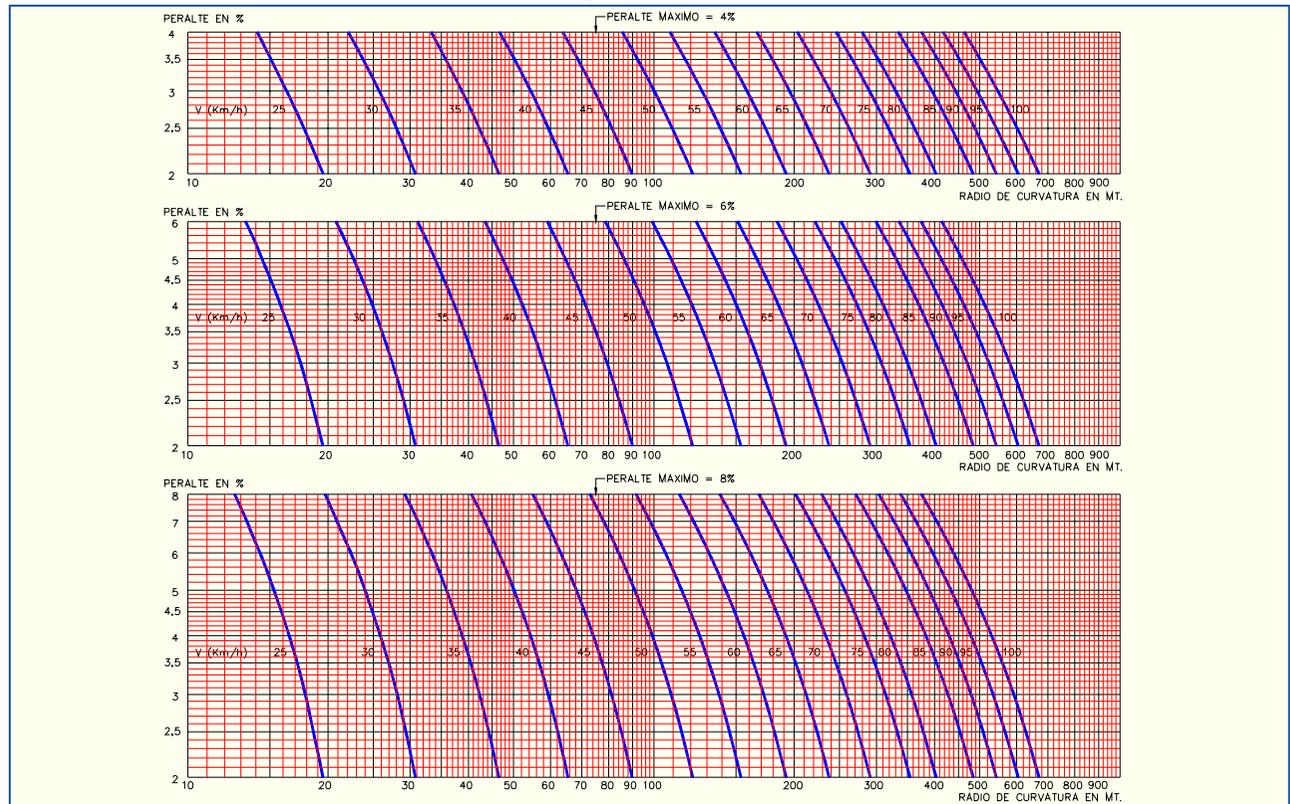
(*) Calculado con contraperalte de -2,5%; válido para -2%, y aproximado a la centena más cercana.

v) Radios Sobre los Mínimos

Cuando se requiera un radio de curvatura más amplio para una velocidad de diseño elegida, será necesario un peralte menor que el máximo utilizado para el cálculo del radio mínimo. A la inversa, si se desea un peralte menor para un cierto tramo con dicha velocidad de diseño, será preciso ampliar el radio de curvatura. En la lámina 2.2-3 se presentan las familias de curvas que relacionan p y R para cada velocidad de diseño, considerando peraltes máximos de 4, 6 y 8%.

El cuadro 2.2-7 aparecen, para cada velocidad de diseño y cada peralte máximo, los radios correspondientes a peraltes entre 2% y dicho máximo -con incrementos de 0,5%- , los valores de t y del parámetro mínimo de la clotoide que se debe utilizar para repartir, a una tasa gradual máxima de valor J , la aceleración radial que se produciría al pasar de una recta al círculo de esos radios y peraltes (véase 2.2.1.02.c.iii Condición Dinámica). Los criterios utilizados para la determinación de estos valores de R fueron materia del acápite 2.2.1.02.b.ii. El Problema Dinámico.

Lámina 2.2-3
Relaciones R - p - t - V en Curvas Circulares



Cuadro 2.2-7 / Relaciones V, R, p, t, A para P_{máx} = 4, 6 y 8 %

PERALTE MÁXIMO 4%

V = 20 km/h				V = 25 km/h				V = 30 km/h				V = 35 km/h				V = 40 km/h				V = 45 km/h				V = 50 km/h				V = 55 km/h				V = 60 km/h							
p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A
2,0	27,0	10,9	12,6	2,0	23,3	19,5	17,8	2,0	21,0	30,8	23,6	2,0	18,8	46,5	30,0	2,0	17,3	65,4	37,0	2,0	15,8	89,8	44,5	2,0	14,3	121,1	52,6	2,0	13,5	153,7	61,4	2,0	12,8	192,2	70,7				
2,5	29,3	9,9	12,6	2,5	25,2	17,8	17,7	2,5	22,8	28,1	23,4	2,5	20,3	42,3	29,7	2,5	18,7	59,5	36,7	2,5	17,1	81,5	44,1	2,5	15,4	109,7	52,1	2,5	14,6	139,1	60,8	2,5	13,8	173,8	70,0				
3,0	31,5	9,1	12,5	3,0	27,1	16,3	17,6	3,0	24,5	25,8	23,3	3,0	21,9	38,8	29,6	3,0	20,1	54,5	36,4	3,0	18,4	74,6	43,8	3,0	16,6	100,3	51,7	3,0	15,8	127,0	60,3	3,0	14,9	158,6	69,4				
3,5	33,8	8,5	12,5	3,5	29,1	15,1	17,5	3,5	26,3	23,8	23,2	3,5	23,4	35,8	29,4	3,5	21,6	50,3	36,2	3,5	19,7	68,8	43,5	3,5	17,8	92,4	51,3	3,5	16,9	116,9	59,8	3,5	15,9	145,8	68,9				
4,0	36,0	7,9	12,4	4,0	31,0	14,1	17,4	4,0	28,0	22,1	23,1	4,0	25,0	33,3	29,3	4,0	23,0	46,7	36,0	4,0	21,0	63,8	43,3	4,0	19,0	85,6	51,0	4,0	18,0	108,3	59,5	4,0	17,0	135,0	68,4				

PERALTE MÁXIMO 6%

V = 20 km/h				V = 25 km/h				V = 30 km/h				V = 35 km/h				V = 40 km/h				V = 45 km/h				V = 50 km/h				V = 55 km/h				V = 60 km/h											
p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A
2,0	27,0	10,9	12,6	2,0	23,3	19,5	17,8	2,0	21,0	30,8	23,6	2,0	18,8	46,5	30,0	2,0	17,3	65,4	37,0	2,0	15,8	89,8	44,5	2,0	14,3	121,1	52,6	2,0	13,5	153,7	61,4	2,0	12,8	192,2	70,7								
2,5	28,1	10,3	12,5	2,5	24,2	18,4	17,6	2,5	21,9	29,1	23,4	2,5	19,5	43,8	29,7	2,5	18,0	61,5	36,6	2,5	16,4	84,3	44,0	2,5	14,8	113,5	51,9	2,5	14,1	143,8	60,6	2,5	13,3	179,6	69,8								
3,0	29,3	9,8	12,5	3,0	25,2	17,5	17,5	3,0	22,8	27,5	23,2	3,0	20,3	41,4	29,4	3,0	18,7	58,1	36,2	3,0	17,1	79,5	43,6	3,0	15,4	106,8	51,4	3,0	14,6	135,1	59,9	3,0	13,8	168,6	69,0								
3,5	30,4	9,3	12,4	3,5	26,2	16,6	17,4	3,5	23,6	26,1	23,0	3,5	21,1	39,2	29,2	3,5	19,4	55,0	35,9	3,5	17,7	75,1	43,2	3,5	16,0	100,8	50,9	3,5	15,2	127,5	59,3	3,5	14,3	158,9	68,2								
4,0	31,5	8,9	12,3	4,0	27,1	15,8	17,3	4,0	24,5	24,9	22,9	4,0	21,9	37,3	29,0	4,0	20,1	52,2	35,7	4,0	18,4	71,3	42,8	4,0	16,6	95,4	50,4	4,0	15,8	120,6	58,7	4,0	14,9	150,2	67,5								
4,5	32,6	8,5	12,3	4,5	28,1	15,1	17,2	4,5	25,4	23,7	22,7	4,5	22,7	35,5	28,8	4,5	20,8	49,7	35,4	4,5	19,0	67,8	42,5	4,5	17,2	90,6	50,0	4,5	16,3	114,4	58,2	4,5	15,4	142,4	66,9								
5,0	33,8	8,1	12,2	5,0	29,1	14,4	17,1	5,0	26,3	22,7	22,6	5,0	23,4	33,9	28,6	5,0	21,6	47,4	35,2	5,0	19,7	64,6	42,2	5,0	17,8	86,3	49,6	5,0	16,9	108,9	57,7	5,0	15,9	135,4	66,4								
5,5	34,9	7,8	12,2	5,5	30,0	13,9	17,0	5,5	27,1	21,7	22,5	5,5	24,2	32,5	28,5	5,5	22,3	45,3	35,0	5,5	20,3	61,7	41,9	5,5	18,4	82,3	49,3	5,5	17,4	103,8	57,3	5,5	16,5	129,0	65,9								
6,0	36,0	7,5	12,1	6,0	31,0	13,3	17,0	6,0	28,0	20,8	22,4	6,0	25,0	31,1	28,3	6,0	23,0	43,4	34,8	6,0	21,0	59,1	41,7	6,0	19,0	78,7	48,9	6,0	18,0	99,2	56,9	6,0	17,0	123,2	65,4								

PERALTE MÁXIMO 8%

V = 20 km/h				V = 25 km/h				V = 30 km/h				V = 35 km/h				V = 40 km/h				V = 45 km/h				V = 50 km/h				V = 55 km/h				V = 60 km/h											
p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A
2,0	27,0	10,9	12,6	2,0	23,3	19,5	17,8	2,0	21,0	30,8	23,6	2,0	18,8	46,5	30,0	2,0	17,3	65,4	37,0	2,0	15,8	89,8	44,5	2,0	14,3	121,1	52,6	2,0	13,5	153,7	61,4	2,0	12,8	192,2	70,7								
2,5	27,8	10,4	12,5	2,5	23,9	18,6	17,6	2,5	21,6	29,4	23,4	2,5	19,3	44,3	29,7	2,5	17,7	62,3	36,5	2,5	16,2	85,3	44,0	2,5	14,6	114,8	51,9	2,5	13,9	145,5	60,5	2,5	13,1	181,7	69,7								
3,0	28,5	10,0	12,5	3,0	24,5	17,9	17,5	3,0	22,2	28,2	23,2	3,0	19,8	42,3	29,4	3,0	18,2	59,4	36,2	3,0	16,6	81,2	43,5	3,0	15,0	109,1	51,3	3,0	14,3	138,1	59,8	3,0	13,5	172,2	68,8								
3,5	29,3	9,6	12,4	3,5	25,2	17,2	17,4	3,5	22,8	27,0	23,0	3,5	20,3	40,5	29,1	3,5	18,7	56,8	35,8	3,5	17,1	77,5	43,0	3,5	15,4	103,9	50,7	3,5	14,6	131,4	59,1	3,5	13,8	163,7	67,9								
4,0	30,0	9,3	12,3	4,0	25,8	16,5	17,2	4,0	23,3	25,9	22,8	4,0	20,8	38,8	28,9	4,0	19,2	54,4	35,5	4,0	17,5	74,2	42,6	4,0	15,8	99,3	50,2	4,0	15,0	125,4	58,4	4,0	14,2	156,0	67,2								
4,5	30,8	8,9	12,2	4,5	26,5	15,9	17,1	4,5	23,9	24,9	22,6	4,5	21,4	37,3	28,6	4,5	19,6	52,2	35,2	4,5	17,9	71,1	42,2	4,5	16,2	95,0	49,7	4,5	15,4	119,8	57,8	4,5	14,5	149,0	66,5								
5,0	31,5	8,6	12,2	5,0	27,1	15,3	17,0	5,0	24,5	24,0	22,5	5,0	21,9	35,9	28,4	5,0	20,1	50,1	34,9	5,0	18,4	68,2	41,9	5,0	16,6	91,0	49,2	5,0	15,8	114,8	57,3	5,0	14,9	142,6	65,8								
5,5	32,3	8,3	12,1	5,5	27,8	14,8	16,9	5,5	25,1	23,2	22,4	5,5	22,4	34,6	28,2	5,5	20,6	48,3	34,7	5,5	18,8	65,6	41,6	5,5	17,0	87,4	48,8	5,5	16,1	110,1	56,8	5,5	15,2	136,7	65,2								
6,0	33,0	8,1	12,0	6,0	28,4	14,3	16,8	6,0	25,7	22,4	22,2	6,0	22,9	33,4	28,1	6,0	21,1	46,5	34,4	6,0	19,3	63,1	41,3	6,0	17,4	84,1	48,4	6,0	16,5	105,9	56,3	6,0	15,6	131,3	64,6								
6,5	33,8	7,8	12,0	6,5	29,1	13,8	16,8	6,5	26,3	21,6	22,1	6,5	23,4	32,2	27,9	6,5	21,6	44,9	34,2	6,5	19,7	60,9	41,0	6,5	17,8	81,0	48,1	6,5	16,9	101,9	55,9	6,5	15,9	126,3	64,1								
7,0	34,5	7,6	11,9	7,0	29,7	13,4	16,7	7,0	26,8	20,9	22,0	7,0	24,0	31,2	27,7	7,0	22,0	43,4	34,0	7,0	20,1	58,8	40,7	7,0	18,2	78,1	47,7	7,0	17,3	98,2	55,5	7,0	16,3	121,7	63,6								
7,5	35,3	7,4	11,9	7,5	30,4	13,0	16,6	7,5	27,4	20,3	21,9	7,5	24,5	30,2	27,6	7,5	22,5	42,0	33,8	7,5	20,6	56,8	40,4	7,5	18,6	75,4	47,4	7,5	17,6	94,8	55,1	7,5	16,6	117,4	63,2								
8,0	36,0	7,2	11,8	8,0	31,0	12,6	16,5	8,0	28,0	19,7	21,8	8,0	25,0	29,2	27,4	8,0	23,0	40,6	33,6	8,0	21,0	55,0	40,2	8,0	19,0	72,9	47,1	8,0	18,0	91,6	54,7	8,0	17,0	113,4	62,7								

Cuadro 2.2-7 / Relaciones V, R, p, t, A para P_{máx} = 4, 6 y 8 % (continuación)

PERALTE MÁXIMO 4%

V = 65 km/h				V = 70 km/h				V = 75 km/h				V = 80 km/h				V = 85 km/h				V = 90 km/h				V = 95 km/h				V = 100 km/h							
p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A
2,0	12,0	237,6	80,7	2,0	11,3	291,2	91,2	2,0	10,5	354,3	102,4	2,0	10,5	403,1	114,8	2,0	9,8	484,2	127,2	2,0	9,8	542,8	141,2	2,0	9,8	604,8	156,2	2,0	9,8	670,1	172,2				
2,5	13,0	214,6	79,8	2,5	12,2	262,7	90,2	2,5	11,4	319,2	101,1	2,5	11,4	363,2	113,4	2,5	10,6	435,5	125,6	2,5	10,6	488,3	139,4	2,5	10,6	544,0	154,2	2,5	10,6	602,8	170,0				
3,0	14,0	195,7	79,1	3,0	13,1	239,3	89,3	3,0	12,3	290,4	100,1	3,0	12,3	330,5	112,2	3,0	11,4	395,8	124,2	3,0	11,4	443,7	137,9	3,0	11,4	494,4	152,5	3,0	11,4	547,8	168,1				
3,5	15,0	179,8	78,5	3,5	14,1	219,7	88,6	3,5	13,1	266,4	99,2	3,5	13,1	303,1	111,3	3,5	12,2	362,6	123,1	3,5	12,2	406,6	136,7	3,5	12,2	453,0	151,1	3,5	12,2	501,9	166,6				
4,0	16,0	166,3	77,9	4,0	15,0	203,1	88,0	4,0	14,0	246,1	98,5	4,0	14,0	280,0	110,4	4,0	13,0	334,6	122,1	4,0	13,0	375,2	135,6	4,0	13,0	418,0	149,9	4,0	13,0	463,2	165,3				

PERALTE MÁXIMO 6%

V = 65 km/h				V = 70 km/h				V = 75 km/h				V = 80 km/h				V = 85 km/h				V = 90 km/h				V = 95 km/h				V = 100 km/h											
p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A
2,0	12,0	237,6	80,7	2,0	11,3	291,2	91,2	2,0	10,5	354,3	102,4	2,0	10,5	403,1	114,8	2,0	9,8	484,2	127,2	2,0	9,8	542,8	141,2	2,0	9,8	604,8	156,2	2,0	9,8	670,1	172,2								
2,5	12,5	221,8	79,6	2,5	11,7	271,4	89,9	2,5	10,9	329,6	100,8	2,5	10,9	375,0	113,0	2,5	10,2	449,5	125,1	2,5	10,2	503,9	138,9	2,5	10,2	561,5	153,6	2,5	10,2	622,1	169,3								
3,0	13,0	207,9	78,6	3,0	12,2	254,0	88,7	3,0	11,4	308,1	99,3	3,0	11,4	350,6	111,4	3,0	10,6	419,5	123,2	3,0	10,6	470,3	136,8	3,0	10,6	524,0	151,3	3,0	10,6	580,6	166,8								
3,5	13,5	195,7	77,7	3,5	12,7	238,8	87,6	3,5	11,8	289,2	98,1	3,5	11,8	329,1	110,0	3,5	11,0	393,2	121,6	3,5	11,0	440,8	135,0	3,5	11,0	491,1	149,3	3,5	11,0	544,2	164,6								
4,0	14,0	184,8	76,9	4,0	13,1	225,3	86,7	4,0	12,3	272,6	97,0	4,0	12,3	310,1	108,7	4,0	11,4	370,0	120,1	4,0	11,4	414,8	133,4	4,0	11,4	462,2	147,5	4,0	11,4	512,1	162,6								
4,5	14,5	175,1	76,1	4,5	13,6	213,2	85,8	4,5	12,7	257,7	96,0	4,5	12,7	293,2	107,6	4,5	11,8	349,4	118,8	4,5	11,8	391,7	131,9	4,5	11,8	436,5	145,9	4,5	11,8	483,6	160,8								
5,0	15,0	166,3	75,5	5,0	14,1	202,4	85,0	5,0	13,1	244,4	95,0	5,0	13,1	278,0	106,5	5,0	12,2	331,0	117,6	5,0	12,2	371,1	130,6	5,0	12,2	413,5	144,4	5,0	12,2	458,1	159,2								
5,5	15,5	158,4	74,9	5,5	14,5	192,6	84,3	5,5	13,6	232,3	94,2	5,5	13,6	264,4	105,6	5,5	12,6	314,4	116,5	5,5	12,6	352,5	129,4	5,5	12,6	392,7	143,1	5,5	12,6	435,2	157,7								
6,0	16,0	151,2	74,3	6,0	15,0	183,7	83,7	6,0	14,0	221,5	93,4	6,0	14,0	252,0	104,8	6,0	13,0	299,4	115,5	6,0	13,0	335,7	128,2	6,0	13,0	374,0	141,8	6,0	13,0	414,4	156,3								

PERALTE MÁXIMO 8%

V = 65 km/h				V = 70 km/h				V = 75 km/h				V = 80 km/h				V = 85 km/h				V = 90 km/h				V = 95 km/h				V = 100 km/h											
p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A	p	t	R	A
2,0	12,0	237,6	80,7	2,0	11,3	291,2	91,2	2,0	10,5	354,3	102,4	2,0	10,5	403,1	114,8	2,0	9,8	484,2	127,2	2,0	9,8	542,8	141,2	2,0	9,8	604,8	156,2	2,0	9,8	670,1	172,2								
2,5	12,3	224,3	79,5	2,5	11,6	274,4	89,8	2,5	10,8	333,2	100,6	2,5	10,8	379,1	112,8	2,5	10,0	454,4	124,9	2,5	10,0	509,4	138,7	2,5	10,0	567,6	153,4	2,5	10,0	628,9	169,1								
3,0	12,7	212,3	78,4	3,0	11,9	259,4	88,5	3,0	11,1	314,5	99,1	3,0	11,1	357,8	111,1	3,0	10,3	428,0	122,9	3,0	10,3	479,8	136,4	3,0	10,3	534,6	150,9	3,0	10,3	592,4	166,3								
3,5	13,0	201,6	77,4	3,5	12,2	245,9	87,3	3,5	11,4	297,8	97,7	3,5	11,4	338,8	109,5	3,5	10,6	404,5	121,0	3,5	10,6	453,5	134,4	3,5	10,6	505,3	148,6	3,5	10,6	559,9	163,8								
4,0	13,3	191,9	76,4	4,0	12,5	233,8	86,2	4,0	11,7	282,7	96,4	4,0	11,7	321,7	108,0	4,0	10,8	383,5	119,3	4,0	10,8	430,0	132,5	4,0	10,8	479,1	146,5	4,0	10,8	530,8	161,5								
4,5	13,7	183,1	75,6	4,5	12,8	222,9	85,2	4,5	12,0	269,1	95,2	4,5	12,0	306,2	106,7	4,5	11,1	364,6	117,8	4,5	11,1	408,7	130,8	4,5	11,1	455,4	144,6	4,5	11,1	504,6	159,4								
5,0	14,0	175,1	74,8	5,0	13,1	212,9	84,3	5,0	12,3	256,8	94,1	5,0	12,3	292,1	105,5	5,0	11,4	347,4	116,4	5,0	11,4	389,5	129,2	5,0	11,4	434,0	142,9	5,0	11,4	480,9	157,5								
5,5	14,3	167,7	74,1	5,5	13,4	203,7	83,4	5,5	12,5	245,5	93,1	5,5	12,5	279,3	104,4	5,5	11,6	331,8	115,1	5,5	11,6	372,0	127,8	5,5	11,6	414,5	141,3	5,5	11,6	459,2	155,8								
6,0	14,7	161,0	73,4	6,0	13,8	195,4	82,6	6,0	12,8	235,2	92,2	6,0	12,8	267,6	103,4	6,0	11,9	317,5	113,9	6,0	11,9	356,0	126,4	6,0	11,9	396,6	139,8	6,0	11,9	439,5	154,1								
6,5	15,0	154,7	72,8	6,5	14,1	187,6	81,9	6,5	13,1	225,7	91,3	6,5	13,1	256,8	102,4	6,5	12,2	304,4	112,8	6,5	12,2	341,3	125,2	6,5	12,2	380,3	138,5	6,5	12,2	421,4	152,6								
7,0	15,3	149,0	72,2	7,0	14,4	180,5	81,2	7,0	13,4	216,9	90,5	7,0	13,4	246,8	101,5	7,0	12,5	292,4	111,7	7,0	12,5	327,8	124,1	7,0	12,5	365,2	137,2	7,0	12,5	404,7	151,2								
7,5	15,7	143,6	71,7	7,5	14,7	173,9	80,6	7,5	13,7	208,8	89,8	7,5	13,7	237,6	100,7	7,5	12,7	281,2	110,8	7,5	12,7	315,3	123,0	7,5	12,7	351,3	136,0	7,5	12,7	389,2	149,9								
8,0	16,0	138,6	71,2	8,0	15,0	167,8	80,0	8,0	14,0	201,3	89,1	8,0	14,0	229,1	99,9	8,0	13,0	270,9	109,9	8,0	13,0	303,7	122,0	8,0	13,0	338,4	134,9	8,0	13,0	375,0	148,7								

vi) Desarrollos Mínimos

Siempre que sea posible, se deberá evitar desarrollos demasiado cortos de la curva circular, ya sea que se trate de radios próximos a los mínimos o de deflexiones pequeñas. Los valores recomendables de dichos desarrollos se presentan en los cuadros que siguen.

Cuadro 2.2-8
Desarrollo Mínimo de Curvas Circulares
(Cuando $R \approx \text{mín.}$)

V (km/h)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
D mín. (m)	3	10	20	30	40	50	65	90	115	150

Cuadro 2.2-9
Desarrollo Mínimo de Curvas Circulares
(Cuando $\omega \geq 6^\circ$)

	D mín. (m)				
V (km/h)	2º	3º	4º	5º	6º
10 - 35	80	75	60	50	40
40 - 60	140	125	115	100	90
70 - 90	205	190	170	150	130
100	275	250	225	200	175

Cuando la deflexión es pequeña, es preciso utilizar radios amplios que aseguren desarrollos mínimos del orden expuesto. Para deflexiones $\omega > 6^\circ$, se deberá tender a los valores del cuadro 2.2-8.

c) Las Clotoides

i) Descripción

El paso desde una alineación recta a otra con curvatura, o desde una curva a otra con distinto radio de curvatura, supone una maniobra por parte del conductor, consistente en un giro del volante. Esta maniobra no es instantánea, pero aunque lo fuera sería difícil que lo ejecutara exactamente en el punto donde se produce el cambio de curvatura y en todo caso ella ocasionaría un movimiento brusco, impropio de una buena conducción. En realidad, cuando se tienen dos alineaciones consecutivas con distinto radio de curvatura, la trayectoria recorrida por un vehículo normalmente conducido es una curva del tipo de las espirales, producto de una variación progresiva del ángulo de las ruedas delanteras del vehículo y por lo tanto del radio de curvatura a lo largo de dicha trayectoria.

Lámina 2.2-4
Características Fundamentales de la Clotoide

• Relaciones Geométricas Fundamentales

$$A^2 = RL$$

$$Rd\tau = dL \quad (1)$$

$$\int_0^L d\tau = \int_0^L \frac{LdL}{A^2}$$

$$\tau = \frac{L^2}{2A^2} + \text{cte.}$$

$$L = 0 ; \tau = 0 \Rightarrow \text{cte} = 0$$

$$\tau = \frac{L^2}{2A^2} = \frac{L}{2R} = \frac{A^2}{2R^2} \quad (2)$$

• Ecuaciones Cartesianas

$$(3) \begin{cases} dx = dL \cos \tau \\ dy = dL \sin \tau \end{cases}$$

de (1) : $dL = R d\tau$

de (2) : $R = \frac{A^2}{2\tau}$

entonces : $dL = \frac{A^2}{2\tau} d\tau$

reemplazando en (3) : $dx = \frac{A^2 \cos \tau d\tau}{2\tau}$ $dy = \frac{A^2 \sin \tau d\tau}{2\tau}$

$$x = A\sqrt{2\tau} \left(1 - \frac{\tau^2}{10} + \frac{\tau^4}{216} - \frac{\tau^6}{9360} + \dots \right) \quad (\text{Series de Fresnel})$$

$$y = A\sqrt{2\tau} \left(\frac{\tau}{3} - \frac{\tau^3}{42} + \frac{\tau^5}{1320} - \frac{\tau^7}{75600} + \dots \right) \quad (\tau \text{ en radianes})$$

La clotoide es una de tales espirales, que tiene la característica de variar su curvatura desde $R = \infty$, en su origen (desarrollo $L = 0$), hasta $R = 0$ cuando $L = \infty$, con la particularidad que dicha variación se produce en forma inversamente proporcional a dicho desarrollo L .

La ecuación paramétrica de la clotoide es: $R \times L = A^2$, donde A (m) es un valor constante para cada clotoide, llamado parámetro de las mismas, R es el radio de curvatura en un punto y L es el desarrollo, desde el origen al punto de radio R .

En la lámina 2.2-4 aparecen las características fundamentales de la clotoide, sus relaciones geométricas básicas y una deducción de las ecuaciones cartesianas para un punto de ella. En el cuadro 2.2-10 se incluyen expresiones aproximadas para valores pequeños de τ , que pueden servir para efectuar tanteos preliminares.

Cuadro 2.2-10
Expresiones Aproximadas: Error asociado según τ

EXPRESIÓN		< 0,1 rad.	< 0,33 rad.	< 0,5 rad.
exacta	aproximada			
X	L	e < 1/1000	e < 13/1000	e < 25/1000
Y	$L^2 / 6R$	e < 1/1000	e < 8/1000	e < 18/1000
Y	$4 \Delta R$ (ap)	e < 2/1000	e < 8/1000	e < 18/1000
ΔR	$L^2 / 24R$	e < 1,7/1000	e < 4/1000	e < 9/1000
C	$L / 2 = R$	e < 0,4/1000	e < 4/1000	e < 8/1000
Yc	$R + L^2 / 24R$	e < 0,004/1000	e < 0,07/1000	e < 0,4/1000

ii) Ventajas del Uso de la Clotoide

Una curva de este tipo, adecuadamente elegida, presenta las siguientes ventajas para el diseño y/o para los usuarios:

Proveen una alineación fácil de seguir, tal que la fuerza centrífuga aumenta y disminuye en forma gradual, según si el vehículo pasa a un radio de curvatura menor o mayor, respectivamente. Esto minimiza las invasiones a las pistas adyacentes o las aproximaciones excesivas a la demarcación que las separa y promueve la uniformidad de las velocidades, todo lo cual redundará en una mayor seguridad, comodidad y eficacia operativa.

El desarrollo de la clotoide provee de un espacio óptimo para ejecutar las transiciones del peralte (véase 2.2.1.04). Cuando esta transición se realiza sin elementos de curvatura variable, lo cual obliga a producirla parte en la recta y parte en la curva circular, el conductor puede tener que girar el volante en sentido contrario al que va a requerir más adelante, para poder mantener la trayectoria recta sobre la parte de la tangente que ha resultado sobreperaltada. Esta maniobra es antinatural y contribuye a las maniobras erráticas que limitan la eficacia de lo trazado.

Cuando el ancho de la calzada debe ser aumentado en curvas circulares de radio inferior a 200 m. (véase 3.5.2.06), el tramo de la transición se presta óptimamente a ello, permitiendo ejecutar el sobreancho en forma gradual, sin curvas de ajuste.

Las alternativas de soluciones geométricas para un trazado aumentan muchísimo si se considera la infinidad de clotoides que pueden usarse en cada caso. Esto redundará en trazados con un menor costo de construcción.

Los trazados con clotoides son visiblemente más suaves, lo cual es un aporte a la estética vial.

iii) La Elección de la Clotoide

• Condición Dinámica

El parámetro **A** debe ser elegido de tal manera que la clotoide permita distribuir la aceleración transversal no compensada por el peralte a una tasa uniforme **J** a lo largo de su desarrollo **L**. Los valores máximos aceptables de **J** en trazados urbanos, donde el conductor está predispuesto a maniobras algo más acentuadas que en carreteras, son las que aparecen en el cuadro 2.2-11.

Cuadro 2.2-11
Valores Máximos de J

V (km/h)	20	25	30	35	40	45	50	55	60
J (m/s ³)	1,000	0,975	0,950	0,925	0,900	0,875	0,850	0,825	0,800
V (km/h)	65	70	75	80	85	90	95	100	
J (m/s ³)	0,775	0,750	0,725	0,700	0,675	0,650	0,625	0,600	

El valor mínimo del parámetro **A**, que cumple con la condición de distribuir dicha aceleración transversal en forma uniforme, será aquel que resulte de aplicar los valores máximos de **J** en la expresión que se deriva del estudio dinámico de tal situación.

$$A_{\text{mín}} = \sqrt{\frac{VR}{46,656J} \left(\frac{V^2}{R} - 1,27p \right)}$$

V, en km/h

R, en m

J, en m/s³ (máximo)

p, en %

Los valores del parámetro mínimo para cada combinación de **V**, **R**, **p** y **P máx** aparecen tabulados en el cuadro 2.2-7. Estos valores deben ser verificados por transición de peraltes y por condición visual y estética, explicados a continuación.

• Verificación por Transición de Peraltes

La longitud **L** = **A**²/**R** de la clotoide debe permitir el desarrollo del peralte con una pendiente relativa de borde que no exceda ciertos límites. La expresión a aplicar es:

$$A \geq \sqrt{\frac{na p R}{j}}$$

donde **n** es el número de pistas entre eje y borde de calzada, **a** es el ancho (m) normal (sin ensanches) de una pista, **p** es el peralte de la curva enlazada en % (si el bombeo coincide con el peralte se usa **p - b**) y **j** es la pendiente relativa de borde (véase párrafo 2.2.1.04 Transiciones de Peralte).

• Condición Visual y Estética.

Cuando sea posible, el valor de **A** debe ser mayor o igual que un tercio del radio de curvatura (**A** ≥ **R/3**). Esto asegura un valor de **τ** mayor o igual a 3,5°.

Esta condición, en trazados urbanos, puede ser difícil de conseguir, sobre todo si se utilizan radios de curvatura mayores que los mínimos (menor peralte asociado y sobre todo contraperalte). En tal caso, el mínimo deseable será aquel que produzca un desarrollo de la clotoide que requiera de un tiempo mínimo para recorrerla de 1,5 segundos. O sea:

$$A_{\text{mín}} = 0,645 \sqrt{VR}$$

con **V** en km/h y **R** en metros.

2.2.1.03 CONFIGURACIONES

Existen varias combinaciones de rectas y arcos de círculo con clotoides. A continuación se abordan estas configuraciones según lo ventajoso que sea su uso.

a) Configuraciones Recomendables

En las combinaciones que se ilustran en la lámina 2.2-5 se producen todas las ventajas del uso de las clotoides y ninguna desventaja. Estas configuraciones se presentan detalladamente en las láminas 2.2-6, 2.2-7, 2.2-8, 2.2-9 y 2.2-10, en ejemplos a escala 1:5000, y con el desarrollo analítico para la resolución de cualquier otro ejemplo numérico.

i) Curva Circular con Clotoide de Enlace Simétrica (ARA)

Denominada ARA, esta configuración incorpora una clotoide de enlace de igual parámetro al principio y final de la curva circular. En la lámina 2.2-6 se presenta un ejemplo a escala que muestra sus elementos geométricos principales.

La introducción de un arco de enlace implica un desplazamiento del centro de la curva circular, el cual depende del retranqueo **ΔR** y del ángulo de deflexión **ω** de las alineaciones. El radio

de la curva circular permanece constante y el desarrollo de ésta es parcialmente reemplazado por secciones de las clotoides de enlace.

En la lámina 2.2-6, **R** (m) es el radio de la curva circular, **d** (m) es el desplazamiento del centro de la curva circular original (C'), a lo largo de la bisectriz del ángulo interior formado por las alineaciones, hasta (C), nueva posición del centro de la curva circular retranqueada; **ΔR** (m) es el retranqueo o desplazamiento de la curva circular enlazada, medido sobre la normal a la alineación considerada, que pasa por el centro de la circunferencia retranqueada de radio **R**.

X_p, Y_p (m) son las coordenadas de "p", punto de tangencia de la clotoide con la curva circular, en que ambas poseen un radio común **R**, referidas a la alineación considerada y a la normal a ésta en el punto "O", que define el origen de la clotoide y al que corresponde radio infinito.

X_c, Y_c (m) son las coordenadas del centro de la curva circular retranqueada, referidas al mismo sistema recién descrito.

τ_p (°) es el ángulo comprendido entre la alineación considerada y la tangente en el punto "P" común a ambas curvas. Mide la desviación máxima de la clotoide con respecto a la alineación.

ω (°) es la deflexión angular entre las alineaciones consideradas.

OV (m) es la distancia desde el origen de la clotoide hasta el vértice generado en la poligonal envolvente, medida a lo largo de la alineación considerada.

D_c (m) es el desarrollo de la curva circular retranqueada entre los puntos PP'.

ii) Curva Circular con Clotoide de Enlace Asimétrica (ARB)

Denominada ARB, y a diferencia de la ARA, en esta configuración las clotoides de entrada y salida a la curva circular son distintas. Esto genera diferencias en la geometría y por ende en la solución aritmética del problema.

Básicamente, los cálculos de los parámetros y puntos singulares de una configuración con clotoide son los mismos, pero aparecen diferencias y complicaciones que requieren mayor análisis en la medida que la configuración en cuestión es más compleja, tal como se puede apreciar en los acápites siguientes, donde se trata el resto de las configuraciones recomendables.

En el caso de la configuración ARB, al no ser simétrica, se genera un desfase **f** entre el vértice de la poligonal envolvente y los puntos de intersección de ésta con la bisectriz de **ω**, que pasa por C. A mayor diferencia entre los parámetros de las clotoides de entrada y salida, mayor será el desfase. Si las clotoides son iguales, dichos puntos

serán coincidentes y f será nulo. Dependiendo de cual parámetro es mayor, la bisectriz cortará el primer o segundo lado de la poligonal envolvente, lo cual hay que tener presente en el cálculo de los orígenes (OV), pues, el desfase se suma o resta según esta consideración.

En la lámina 2.2-7 se presenta un ejemplo a escala, con el desarrollo analítico del caso. Véase también, simplíficadamente, en la lámina 2.2-5, Figura II.

iii) Curva en S

En este caso se permite un tramo de recta L (m) entre las dos clotoides e incluso un pequeño solape ΔL (m) de las mismas. La longitud ΔL (m) deberá ser menor o igual que $0,025 (A_1 + A_2)$. En la lámina 2.2-8 se presenta un ejemplo, a escala, en su forma más general, con todos los parámetros distintos, donde una curva en S se empalma a rectas, mediante curvas de transición. Se presenta, además, el desarrollo analítico para la resolución del problema, a partir de los datos mínimos que generalmente se posee, teniendo el cuidado en las particulares formas que toman algunas expresiones angulares y/o de distancias, dependiendo de la posición relativa de los elementos de la configuración, que dependen en última instancia de los datos y condiciones del problema. Ver también en lámina 2.2-5, Figura III.

iv) Ovoide

Constituye la solución para enlazar dos curvas circulares con el mismo sentido de sus curvaturas, si una de ellas es interior a la otra y no concéntricas. En la lámina 2.2-9 se presenta un ejemplo a escala de un ovoide empalmado con clotoides a las rectas representadas por la poligonal envolvente. Se entrega además, el desarrollo analítico, tomando en cuenta lo señalado en el punto anterior. Ver también 2.2-5, Figura IV.

v) Ovoide Doble

Si las curvas circulares de igual sentido se cortan o son exteriores, puede resolverse la unión de las mismas mediante un tercer círculo, exterior a ambos y no concéntrico con ninguno. En la lámina 2.2-10 se presenta un ejemplo, a escala, donde la ovoide doble se empalma a rectas mediante clotoides. Además se entrega el desarrollo analítico para la resolución de cualquier ejemplo numérico, a partir de los datos mínimos que se requiere. Véase también 2.2-5, Figura V.

b) Configuraciones Límite

Existen otras configuraciones, que corresponden a casos límite de las anteriores, las cuales pueden ser usadas en caso de necesidad (lámina 2.2-11).

i) Curva Circular sin Clotoide

La curva de enlace se puede eliminar cuando la velocidad de diseño es igual o inferior a 50 km/h., pero en general su uso es preferible. Véase figura I de la lámina citada.

ii) Reemplazo de la Clotoide por un Círculo

En casos muy peculiares puede hacerse esto, eligiendo un radio de curvatura intermedio que cumpla las relaciones indicadas en la figura II de la lámina 2.2-11 y cuya longitud permita pasar del peralte requerido por R_3 al requerido por R sin superar los valores de j especificados en el cuadro 2.2-12.

iii) Curvas Circulares Contiguas

Corresponde a un ovoide sin curva de transición intermedia. Debe cumplir con las relaciones entre radios especificadas en la figura III de la misma lámina.

c) Configuraciones No Recomendables

Por último, se puede mencionar algunas configuraciones francamente no recomendables, ya que se ha comprobado en la práctica que ellas generan zonas donde la curva no es interpretada claramente por el conductor, pudiéndose producir maniobras erráticas. En la lámina 2.2-12 se muestran tres de tales casos.

i) Clotoides de Vértice

No existe arco circular intermedio. El paso por el punto de radio R común supone una inversión del giro del volante, pero el punto donde esta inversión debe iniciarse no queda siempre claro a los conductores. Véase Figura I.

ii) Falso Ovoide

El conductor que se acerca al tramo casi recto que se produce en las inmediaciones del punto de radio infinito, al fijar su vista en un punto más lejano, tiende a adelantar la maniobra de giro correspondiente al radio siguiente. Véase Figura II.

iii) Curva de Enlace con Clotoides Sucesivas

Introduce tramos con distinta razón curvatura/desarrollo, lo cual contradice algo el objetivo de la curva de enlace en este aspecto. Si A_1 y A_2 son muy similares el problema es menor, pero la diferencia con respecto al trazado ejecutado mediante una sola clotoide no justifica recurrir a este artificio. Véase Figura III.

Lámina 2.2-5
Configuraciones Recomendables de Alineaciones Compuestas

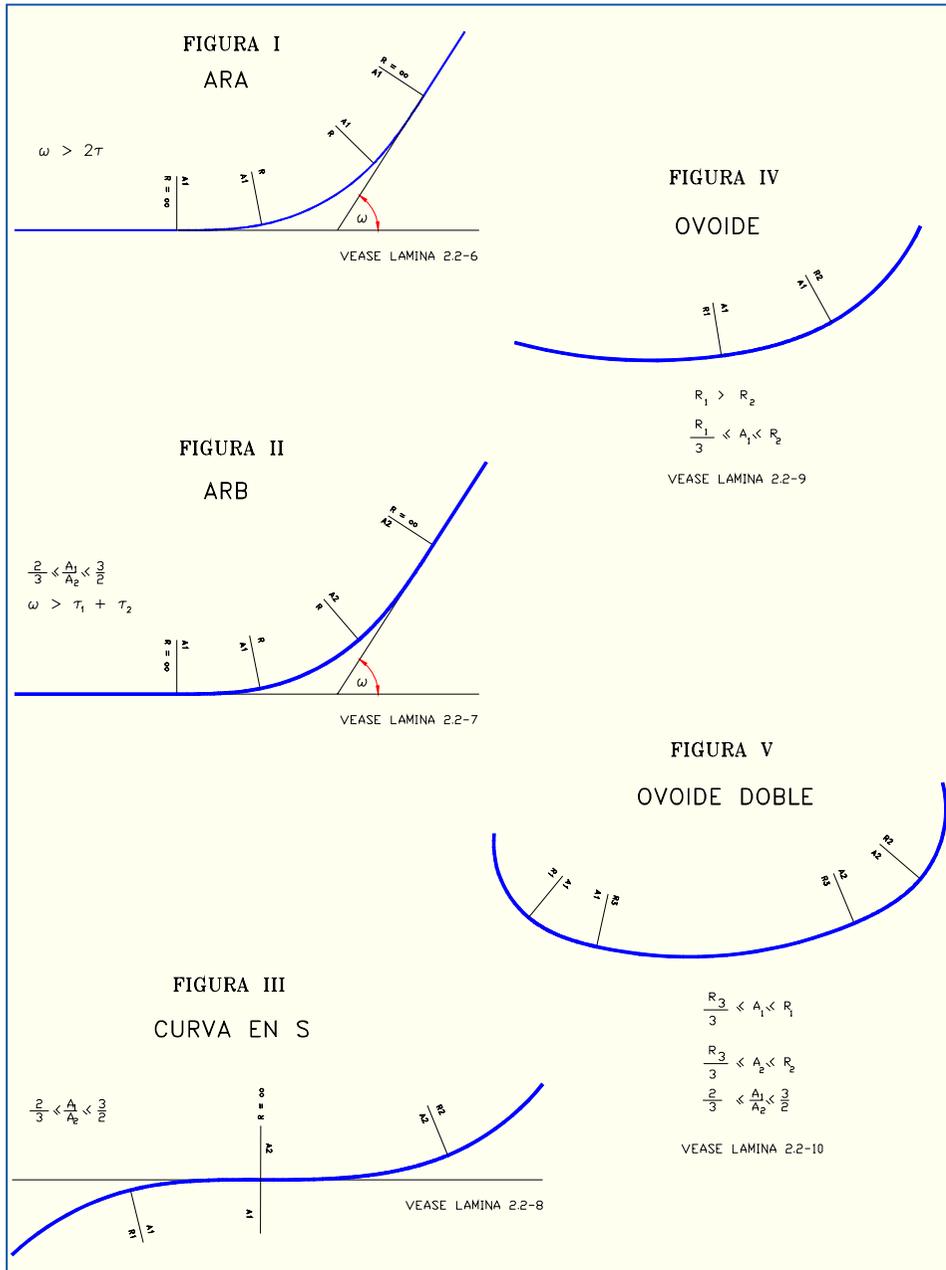


Lámina 2.2-6
Configuración ARA

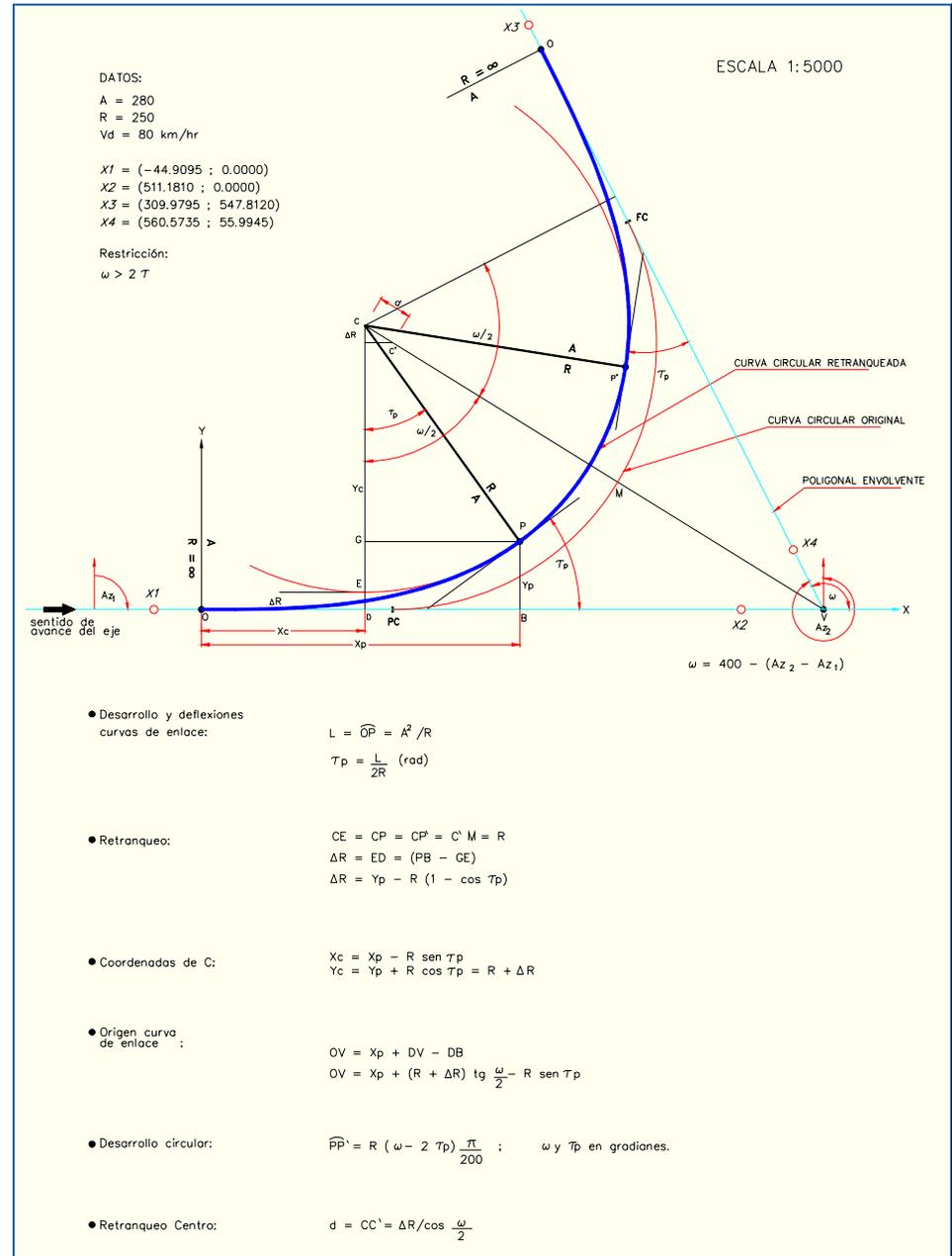
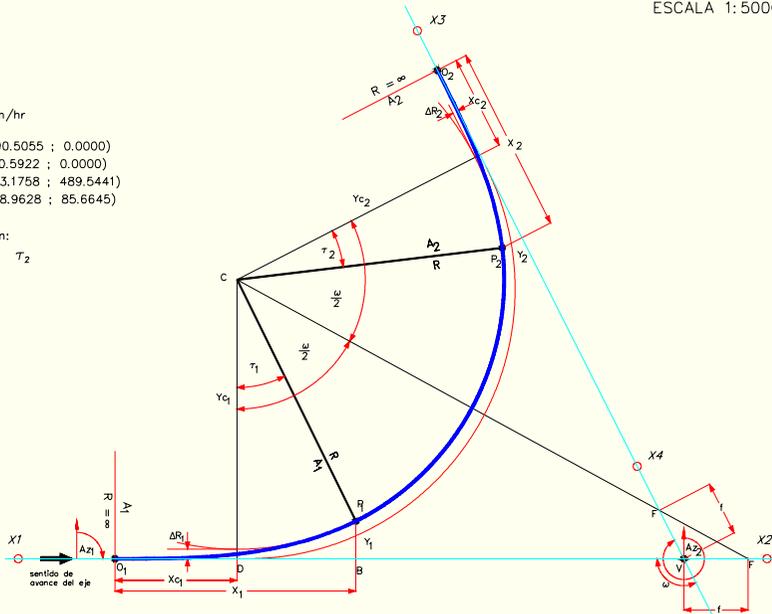


Lámina 2.2-7 Configuración ARB

ESCALA 1:5000

DATOS:
 A1=240
 A2=210
 R = 250
 Vd=80 km/hr
 X1 = (-90.5055 ; 0.0000)
 X2 = (610.5922 ; 0.0000)
 X3 = (283.1758 ; 489.5441)
 X4 = (488.9628 ; 85.6645)

Restricción:
 $\omega > T_1 + T_2$



$$\omega = 400 - (Az_2 - Az_1)$$

Desarrollo y deflexiones curvas de enlace :

$$L_1 = \widehat{O_1 P_1} = A_1^2 / R$$

$$T_1 = \frac{L_1}{2R} \text{ (rad)}$$

$$L_2 = \widehat{O_2 P_2} = A_2^2 / R$$

$$T_2 = \frac{L_2}{2R} \text{ (rad)}$$

Retranqueos:

$$\Delta R_1 = Yc_1 - R = Y_1 + R (1 - \cos T_1)$$

$$\Delta R_2 = Yc_2 - R = Y_2 + R (1 - \cos T_2)$$

Coordenadas de C :

$$Xc_1 = X_1 - R \text{ sen } T_1; Yc_1 = Y_1 + R \text{ cos } T_1 = \Delta R_1 + R$$

$$Xc_2 = X_2 - R \text{ sen } T_2; Yc_2 = Y_2 + R \text{ cos } T_2 = \Delta R_2 + R$$

Orígenes curvas de enlace :

$$OV = Xp + DF - DB \pm VF$$

$$OV = Xp + (R + \Delta R) \text{ tg } \frac{\omega}{2} - R \text{ sen } T \pm f; f = \frac{|\Delta R_1 - \Delta R_2|}{\text{sen } \omega}$$

$$\text{entonces: } O_1 V = X_1 + (R + \Delta R_1) \text{ tg } \frac{\omega}{2} - R \text{ sen } T_1 - \frac{|\Delta R_1 - \Delta R_2|}{\text{sen } \omega}$$

$$O_2 V = X_2 + (R + \Delta R_2) \text{ tg } \frac{\omega}{2} - R \text{ sen } T_2 + \frac{|\Delta R_1 - \Delta R_2|}{\text{sen } \omega}$$

Desarrollo circular :

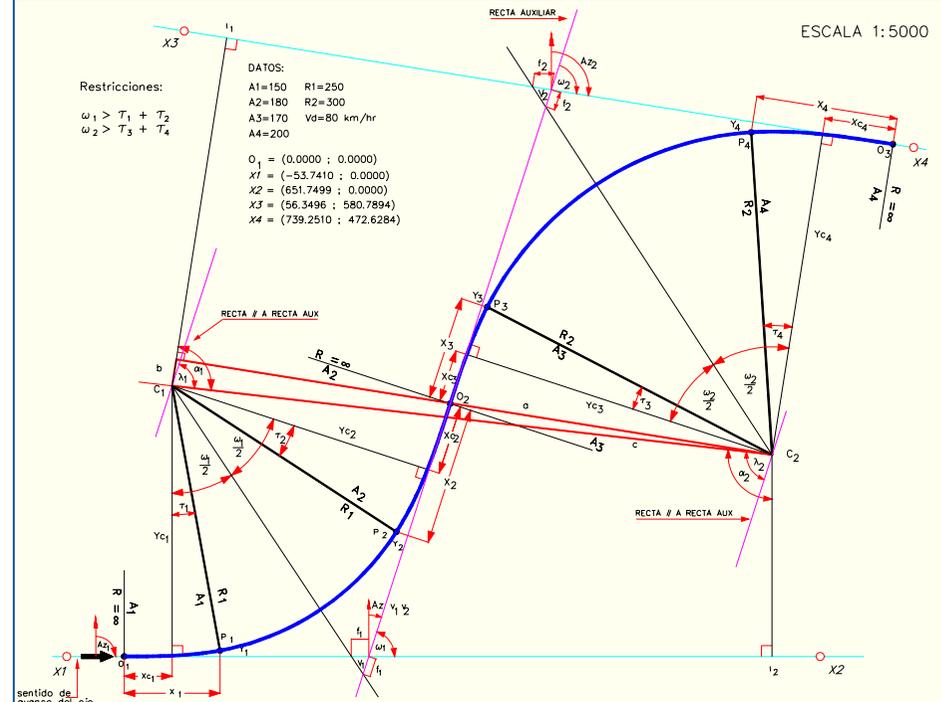
$$\widehat{P_1 P_2} = R(\omega - T_1 - T_2) \pi / 200; \omega, T_1, T_2 \text{ en gradianes.}$$

Lámina 2.2-8 Configuración S

ESCALA 1:5000

Restricciones:
 $\omega_1 > T_1 + T_2$
 $\omega_2 > T_3 + T_4$

DATOS:
 A1=150 R1=250
 A2=180 R2=300
 A3=170 Vd=80 km/hr
 A4=200
 O1 = (0.0000 ; 0.0000)
 X1 = (-53.7410 ; 0.0000)
 X2 = (651.7499 ; 0.0000)
 X3 = (56.3496 ; 580.7894)
 X4 = (739.2510 ; 472.6284)



Desarrollo y deflexiones curvas de enlace:

$$L_1 = \widehat{O_1 P_1} = \frac{A_1^2}{R_1}; T_1 = \frac{L_1}{2R_1}$$

$$L_2 = \widehat{O_2 P_2} = \frac{A_2^2}{R_2}; T_2 = \frac{L_2}{2R_2}$$

$$L_3 = \widehat{O_3 P_3} = \frac{A_3^2}{R_3}; T_3 = \frac{L_3}{2R_3}$$

$$L_4 = \widehat{O_4 P_4} = \frac{A_4^2}{R_4}; T_4 = \frac{L_4}{2R_4}$$

Desarrollos circulares:

$$\widehat{P_1 P_2} = R_1(\omega_1 - T_1 - T_2) \pi / 200$$

$$\widehat{P_3 P_4} = R_2(\omega_2 - T_3 - T_4) \pi / 200$$

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda = \text{arctg } \frac{Yc_2 + Yc_3}{Xc_2 + Xc_3}$$

$$200 = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_4 + \omega_2 - 2\lambda$$

$$\omega_2 - \omega_1 = Az_2 - Az_1$$

$$\alpha_2 - \alpha_1 = Az_2 - Az_1$$

$$\omega_1 + \alpha_2 - \lambda = 100$$

$$\omega_2 + \alpha_1 - \lambda = 100$$

$$\omega_1 = Az_1 - Az_1 v_2$$

$$Az_1 v_1 v_2 = Az_1 c_1 c_2 - \lambda$$

$$Az_1 c_1 c_2 = Az_2 - 100 + \alpha_1 = Az_1 - 100 + \alpha_2$$

$$\alpha_1 = \text{arctg } (\bar{a}/\bar{b}); \alpha_2 = \text{arctg } (\bar{a}_2/\bar{b}_2)$$

$$\bar{a} = \sqrt{C_1^2 - b^2}; \bar{a}_2 = \sqrt{C_1^2 - \bar{b}_2^2}$$

$$\bar{b} = C_1 T_1 - Yc_4; \bar{b}_2 = Yc_1 - C_2 T_2$$

$$C_1 C_2 = \sqrt{(Xc_2 + Xc_3)^2 + (Yc_2 + Yc_3)^2}$$

Retranqueos:

$$\Delta R_1 = Yc_1 - R_1 = Y_1 + R_1(1 - \cos T_1)$$

$$\Delta R_2 = Yc_2 - R_2 = Y_2 + R_2(1 - \cos T_2)$$

$$\Delta R_3 = Yc_3 - R_3 = Y_3 + R_3(1 - \cos T_3)$$

$$\Delta R_4 = Yc_4 - R_4 = Y_4 + R_4(1 - \cos T_4)$$

Coordenadas del centro:

$$Xc_1 = X_1 - R_1 \text{ sen } T_1; Yc_1 = Y_1 + R_1 \text{ cos } T_1 = \Delta R_1 + R_1$$

$$Xc_2 = X_2 - R_2 \text{ sen } T_2; Yc_2 = Y_2 + R_2 \text{ cos } T_2 = \Delta R_2 + R_2$$

$$Xc_3 = X_3 - R_3 \text{ sen } T_3; Yc_3 = Y_3 + R_3 \text{ cos } T_3 = \Delta R_3 + R_3$$

$$Xc_4 = X_4 - R_4 \text{ sen } T_4; Yc_4 = Y_4 + R_4 \text{ cos } T_4 = \Delta R_4 + R_4$$

Orígenes curvas de enlace :

$$O_1 V_1 = X_1 + (R_1 + \Delta R_1) \text{ tg } \left(\frac{\omega_1}{2} \right) - R_1 \text{ sen } T_1 + f_1$$

$$f_1 = \frac{|\Delta R_1 - \Delta R_2|}{\text{sen } \omega_1}$$

$$O_2 V_2 = X_2 + (R_2 + \Delta R_2) \text{ tg } \left(\frac{\omega_2}{2} \right) - R_2 \text{ sen } T_2 - f_1$$

$$O_3 V_3 = X_3 + (R_3 + \Delta R_3) \text{ tg } \left(\frac{\omega_3}{2} \right) - R_3 \text{ sen } T_3 + f_2$$

$$f_2 = \frac{|\Delta R_3 - \Delta R_4|}{\text{sen } \omega_2}$$

$$O_4 V_4 = X_4 + (R_4 + \Delta R_4) \text{ tg } \left(\frac{\omega_4}{2} \right) - R_4 \text{ sen } T_4 - f_2$$

$$\omega_2 = \omega_1 + Az_2 - Az_1$$

$$\omega_2 = Az_2 - Az_1 v_2$$

$$\alpha_2 = 200 + 2\lambda - (\alpha_1 + \omega_1 + \omega_2)$$

Lámina 2.2-9 Configuración Ovoide

ESCALA: 1:5000

DATOS:
 A1=200
 A2=230
 A3=180
 R1=400
 R2=250
 V=80 km/hr

$X1 = (-107.9781 ; 0.0000)$
 $X2 = (526.9679 ; 0.0000)$
 $X3 = (332.4540 ; 508.7713)$
 $X4 = (555.5851 ; 70.8519)$

Condiciones:
 - El menor de los círculos debe ser interior al mayor.
 - Los círculos deben ser no concéntricos.

Restricciones:
 $\omega_1 > T_1 - T_2$
 $\omega_2 > T_3 + T_4$

Desarrollo y deflexiones curvas de enlace:
 $L_1 = \frac{A_1^2}{R_1^2}; T_1 = \frac{A_1}{2R_1}$
 $L_2 = \frac{A_2^2}{R_2^2}; T_2 = \frac{A_2}{2R_2}$
 $L_3 = \frac{A_3^2}{R_3^2}; T_3 = \frac{A_3}{2R_3}$
 $L_4 = \frac{A_4^2}{R_4^2}; T_4 = \frac{A_4}{2R_4}$

Retranqueos:
 $\Delta R_1 = Yc_1 - R_1 = Y_1 + R_1(1 - \cos T_1)$
 $\Delta R_2 = Yc_2 - R_2 = Y_2 + R_2(1 - \cos T_2)$
 $\Delta R_3 = Yc_3 - R_3 = Y_3 + R_3(1 - \cos T_3)$
 $\Delta R_4 = Yc_4 - R_4 = Y_4 + R_4(1 - \cos T_4)$

Coordenadas del centro:
 $Xc_1 = X_1 - R_1 \text{ sen } T_1; Yc_1 = Y_1 + R_1 \text{ cos } T_1 = \Delta R_1 + R_1$
 $Xc_2 = X_2 - R_2 \text{ sen } T_2; Yc_2 = Y_2 + R_2 \text{ cos } T_2 = \Delta R_2 + R_2$
 $Xc_3 = X_3 - R_3 \text{ sen } T_3; Yc_3 = Y_3 + R_3 \text{ cos } T_3 = \Delta R_3 + R_3$
 $Xc_4 = X_4 - R_4 \text{ sen } T_4; Yc_4 = Y_4 + R_4 \text{ cos } T_4 = \Delta R_4 + R_4$

Orígenes curvas de enlace:
 $O_3V = (\sqrt{V^2 + a^2}) + Xc_4$
 $O_3V_2 = X_4 + (R_2 + \Delta R_4) \text{ tg } \left(\frac{\omega_2}{2}\right) - R_2 \text{ sen } T_4 + f$
 $O_2V_2 = X_3 + (R_2 + \Delta R_3) \text{ tg } \left(\frac{\omega_2}{2}\right) - R_2 \text{ sen } T_3 - f$

Desarrollos circulares:
 $P_1P_2 = R_1(\omega_1 - T_1 + T_2) \pi/200$
 $P_3P_4 = R_2(\omega_2 - T_3 + T_4) \pi/200$

$\omega = 400 - (Az_2 - Az_1)$
 $\omega = \omega_1 + \omega_2$
 $\omega_1 = Az_1 - Az_{v1v2}$
 $\omega_2 = 400 - (Az_2 - Az_{v1v2})$
 $Az_{v1v2} = Az_{c1c2} - \lambda$
 $\lambda = \arctg \frac{Yc_2 - Yc_3}{Xc_2 - Xc_3}$
 $Az_{c1c2} = Az_2 - 300 + \alpha$
 $\alpha = \arctg \left(\frac{a}{b}\right)$
 $a = \sqrt{C_1C_2^2 - b^2}$
 $C_1C_2 = \sqrt{(Xc_3 - Xc_2)^2 + (Yc_3 - Yc_2)^2}$
 $b = C_1 - Yc_4$

Lámina 2.2-10 Configuración Ovoide Doble

ESCALA: 1:5000

DATOS DEL EJEMPLO:
 A1=150 R1=250
 A2=220 R2=500
 A3=200 R3=280
 A4=170
 $O_1 = (0.0000 ; 0.0000)$
 $O_4 = (689.5413 ; -18.9409)$
 $X1 = (-16.7740 ; 105.9066)$
 $X2 = (25.1103 ; -158.5403)$
 $X3 = (713.8546 ; 55.8878)$
 $X4 = (636.0085 ; -183.6980)$

Condiciones:
 - Los dos círculos de menor radio deben ser interiores al mayor.
 - Los tres círculos deben ser no concéntricos.

Restricciones:
 $\omega_1 > T_1 + T_2$
 $\omega_3 > T_5 + T_6$

Desarrollo y deflexiones curvas de enlace:
 $L_1 = \frac{A_1^2}{R_1^2}; T_1 = \frac{A_1}{2R_1}$
 $L_2 = \frac{A_2^2}{R_2^2}; T_2 = \frac{A_2}{2R_2}$
 $L_3 = \frac{A_3^2}{R_3^2}; T_3 = \frac{A_3}{2R_3}$
 $L_4 = \frac{A_4^2}{R_4^2}; T_4 = \frac{A_4}{2R_4}$
 $L_5 = \frac{A_5^2}{R_5^2}; T_5 = \frac{A_5}{2R_5}$
 $L_6 = \frac{A_6^2}{R_6^2}; T_6 = \frac{A_6}{2R_6}$

Orígenes curvas de enlace:
 $O_1V_1 = X_1 + (R_1 + \Delta R_1) \text{ tg } \left(\frac{\omega_1}{2}\right) - R_1 \text{ sen } T_1 + f_1$
 $O_2V_1 = X_2 + (R_1 + \Delta R_2) \text{ tg } \left(\frac{\omega_1}{2}\right) - R_1 \text{ sen } T_2 - f_1$
 $O_3V_3 = X_3 + (R_3 + \Delta R_3) \text{ tg } \left(\frac{\omega_3}{2}\right) - R_3 \text{ sen } T_5 - f_2$
 $O_4V_3 = X_4 + (R_3 + \Delta R_6) \text{ tg } \left(\frac{\omega_3}{2}\right) - R_3 \text{ sen } T_6 + f_2$
 $f_1 = \frac{|\Delta R_1 - \Delta R_2|}{\text{sen } \omega_1}; f_2 = \frac{|\Delta R_3 - \Delta R_6|}{\text{sen } \omega_3}$

Retranqueos:
 $\Delta R_1 = Yc_1 - R_1 = Y_1 + R_1(1 - \cos T_1)$
 $\Delta R_2 = Yc_2 - R_2 = Y_2 + R_2(1 - \cos T_2)$
 $\Delta R_3 = Yc_3 - R_3 = Y_3 + R_3(1 - \cos T_3)$
 $\Delta R_4 = Yc_4 - R_4 = Y_4 + R_4(1 - \cos T_4)$
 $\Delta R_5 = Yc_5 - R_5 = Y_5 + R_5(1 - \cos T_5)$
 $\Delta R_6 = Yc_6 - R_6 = Y_6 + R_6(1 - \cos T_6)$

Desarrollos circulares:
 $P_1P_2 = R_1(\omega_1 - T_1 - T_2) \pi/200$
 $P_3P_6 = R_3(\omega_3 - T_5 + T_6) \pi/200$

$\omega = Az_1 - Az_2 = \omega_1 + \omega_2 + \omega_3$
 $\omega_1 = Az_1 - Az_{v1v2}$
 $Az_{v1v2} = Az_{c1c3} + \lambda_1 - 200$
 $Az_{c1c3} = Az_{c1c3} - \sigma; \lambda_1 = \arctg \left| \frac{Yc_3 - Yc_2}{Xc_3 - Xc_2} \right|$
 $\sigma = \arccos \left(\frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac} \right)$
 $Az_{c1c3} = \arctg \left(\frac{Cx_1 - Cx_3}{Cy_1 - Cy_3} \right)$
 $a = C_1C_2 = \sqrt{(Xc_2 - Xc_3)^2 + (Yc_3 - Yc_2)^2}$
 $b = C_2C_3 = \sqrt{(Xc_3 - Xc_4)^2 + (Yc_4 - Yc_3)^2}$
 $c = C_1C_3 = \sqrt{(Xc_1 - Xc_3)^2 + (Yc_1 - Yc_3)^2}$
 $Cx_1 = X_0 + Xc_1 \text{ sen } Az_1 - Yc_1 \text{ cos } Az_1$
 $Cy_1 = Y_0 + Xc_1 \text{ cos } Az_1 + Yc_1 \text{ sen } Az_1$
 $Cx_3 = X_0 + Xc_3 \text{ sen } Az_2 - Yc_3 \text{ cos } Az_2$
 $Cy_3 = Y_0 + Xc_3 \text{ cos } Az_2 + Yc_3 \text{ sen } Az_2$
 $Cx_2 = Cx_1 + a \text{ sen } Az_{c1c2}$
 $Cy_2 = Cy_1 + a \text{ cos } Az_{c1c2}$
 $\omega_2 = \omega - (\omega_1 + \omega_3) = Az_{v2v3} - Az_{v1v2}$
 $\omega_3 = Az_{v2v3} - Az_2$
 $Az_{v2v3} = Az_{c2c3} - \lambda_2$
 $Az_{c2c3} = Az_{c1c3} + \rho; \lambda_2 = \arctg \left| \frac{Yc_4 - Yc_5}{Xc_4 - Xc_5} \right|$
 $\rho = \arccos \left(\frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} \right)$

Lámina 2.2-11
Configuraciones Límite en Alineaciones Compuestas

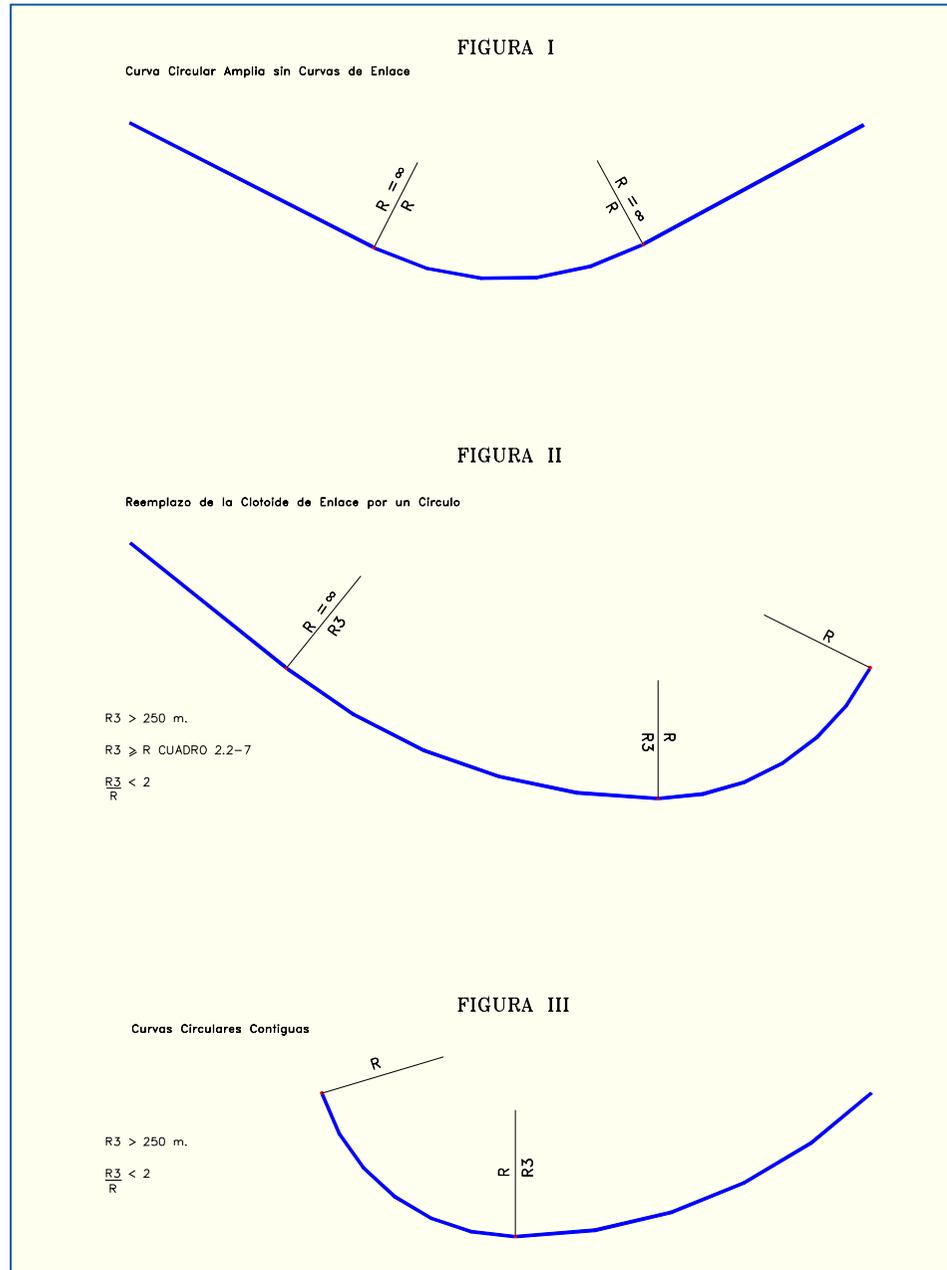
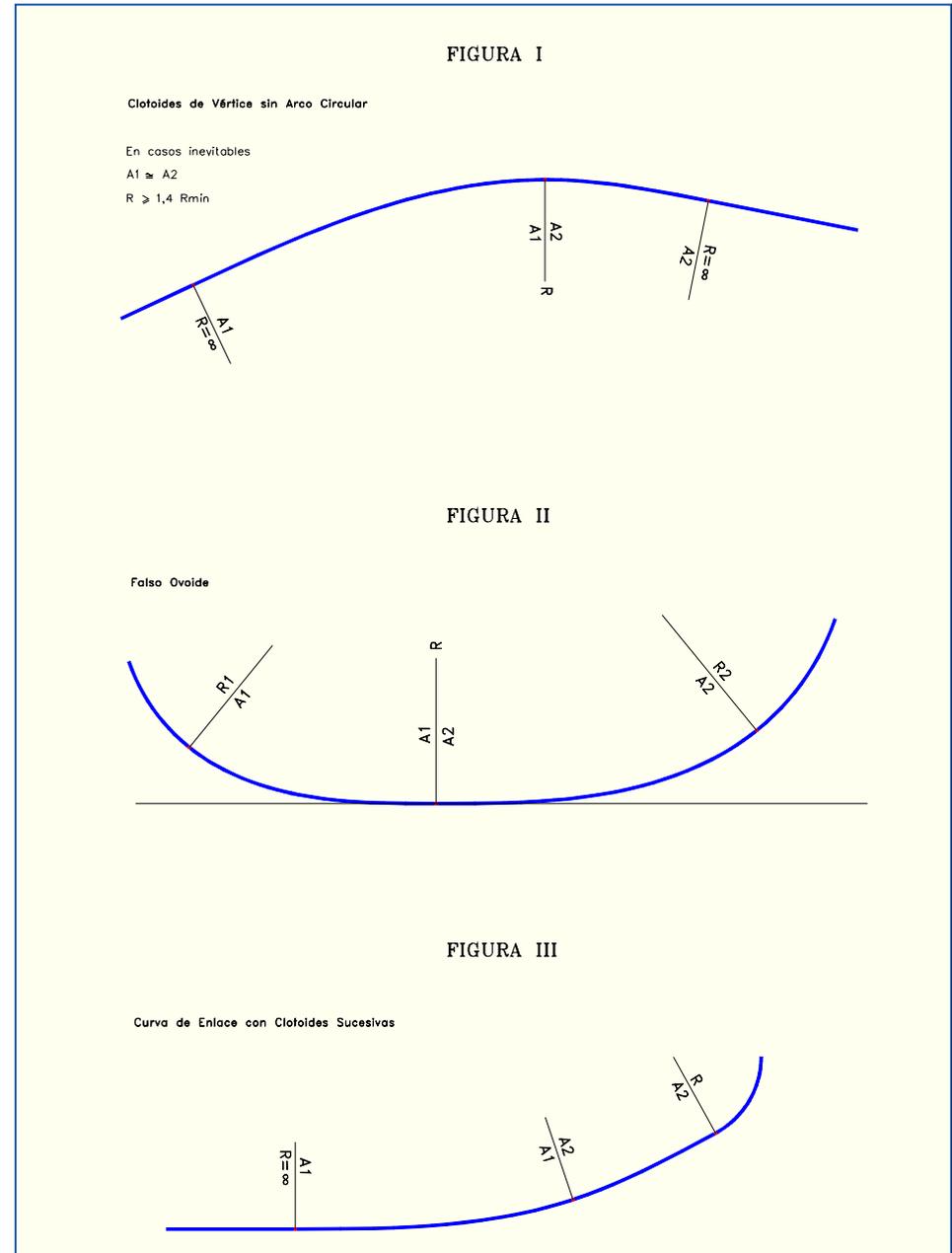


Lámina 2.2-12
Configuraciones No Recomendables en Alineaciones Compuestas



2.2.1.04 TRANSICIONES DE PERALTE

a) Descripción del Problema y Pendiente Relativa de Bordes

El cambio de sentido de curvatura o su variación de magnitud puede suponer un cambio en el valor de la inclinación transversal de la calzada o de alguna(s) de sus pistas. Esto, que en carreteras es un fenómeno frecuente y sistemático, no lo es tanto en la vialidad urbana, principalmente porque los trazados curvos son menos frecuentes y porque se utiliza exhaustivamente el contraperalte (véase 2.2.1.02 b.iv.).

El cambio de inclinación transversal a lo largo de un tramo, llamado desarrollo o transición del peralte, supone un giro de parte o de la totalidad de la calzada en torno a un eje, llamado “eje de giro de peralte”, comunmente asociado al eje de replanteo o eje en planta, aunque excepcionalmente puede coincidir con un borde de la calzada. Para la materialización en terreno del peralte prescrito será necesario entregar, además de las cotas del eje de replanteo, las de los bordes de las calzadas involucradas. Una de las maneras de hacer esto es mediante un diagrama de peraltes, en el cual aparece horizontal el eje de giro, midiéndose con respecto a él las diferencias de cota que representan ambos bordes de la calzada, si dicho eje de giro coincide con el eje en planta. O sea, en cualquier punto del trazado se pueden obtener las cotas de los bordes de la calzada: restando o sumando, de la cota en el eje (perfil longitudinal), las dimensiones correspondientes del diagrama de peraltes. En el caso especial de girar con respecto a un borde, será éste el que mantenga la cota del eje en alzado en cada perfil y será preciso modificar dicho eje en elevación, restándole o sumándole las diferencias de cota correspondientes del diagrama. Para producir un diagrama de peraltes hay que tener en cuenta que los bordes, al subir y bajar con respecto al eje de giro, lo hacen con una pendiente relativa a dicho eje, que en el diagrama de peraltes aparece como el ángulo que forman las líneas de borde con la horizontal, de acuerdo a una aproximación aceptable.

Esta pendiente, representada con la letra “j” y llamada “Pendiente Relativa de Borde”, no puede ser muy grande, para evitar que se produzca un efecto dinámico desagradable (momento de vuelco) y/o un efecto antiestético, como resultado de acentuadas subidas y bajadas de los bordes de la calle. Los máximos recomendables y absolutos para la pendiente relativa de borde se tabulan en el cuadro 2.2-12.

Cuadro 2.2-12
Pendientes Relativas de Borde j (%)

n ^(*)	TIPO DE MÁXIMO	j SEGÚN EL NÚMERO DE PISTAS ^(*) PARA V (km/h) =							
		30	40	50	60	70	80	90	100
1	NORMAL	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	ABSOLUTO	1,80	1,50	1,20	1,00	0,80	0,70	0,60	0,50
1,5	NORMAL	1,20	1,05	0,95	0,90	0,80	0,75	0,65	0,60
	ABSOLUTO	2,10	1,70	1,30	1,20	1,10	1,00	0,90	0,80
≥ 2	NORMAL	1,60	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00	0,90	0,80
	ABSOLUTO	2,50	2,00	1,30	1,20	1,10	1,00	0,90	0,80

(*) El número de pistas n se mide a partir del eje de giro del peralte.

b) Longitudes para la Transición de Peraltes

En la lámina 2.2-13 se bosqueja un tramo de calzada en el cual se ejecuta una transición de peraltes. Esta calzada tiene dos pistas y su eje de replanteo coincide con el eje de giro de peraltes (Figura I).

La transición del ejemplo consiste en el paso desde un peralte p_1 a otro p_2 , a lo largo de una longitud l . En las figuras II y III se muestran las secciones transversales de la calzada en el último punto con peralte p_1 y el primero con peralte p_2 .

En los puntos A y B se tienen anchos de pistas a_1 y a_2 , respectivamente. Esto determina, en conjunción con dichos peraltes, variaciones de los bordes de calzada h_1 y h_2 con respecto al eje de replanteo. Los bordes exteriores, en este caso, se elevan sobre este eje, y los interiores se encuentran bajo él. Las expresiones para h_1 y h_2 aparecen en las figuras.

Para la construcción del diagrama de peraltes, como se verá más adelante, se considera sólo el ancho básico de las pistas, despreciándose los sobrecanchos por curvatura.

Puede ocurrir que entre el eje de giro y el borde más alejado de la calzada exista más de una pista; n representa dicho número de pistas, que puede ser fraccionario si el total de pistas es impar y el eje de giro coincide con el de simetría.

En el caso general, entonces, $h_1 = nap_1$ y $h_2 = nap_2$. Estas expresiones aparecen bajo las figuras II y III, y de ellas se deriva el concepto de “pendiente relativa de borde”. En el caso del ejemplo, los bordes exteriores e interiores han variado su cota entre los puntos A y B en un valor igual a $+\Delta h$ y $-\Delta h$, respectivamente. Como esta variación se ha producido a lo largo de la longitud l , la pendiente relativa de borde será $j = \Delta h/l = (h_2 - h_1)/l$

Las figuras IV y V muestran dos secciones distintas, también separadas en una longitud l , pero considerando el paso desde una situación con bombeo doble a un peralte p . Aparecen bajo ellas las correspondientes expresiones.

c) Transición Cuando no Existen Clotoides

i) Proporción del Peralte a Desarrollar en Recta

El requisito de longitud precisado en el acápite anterior no constituye problema si se han utilizado clotoides, porque en tal caso, según lo visto en 2.2.1.02 c. iii. • Verificación por Transición de Peraltes, se ha impuesto la condición de que el desarrollo de la curva de acuerdo cumpla con la condición de no producir una pendiente relativa de borde superior a los valores aceptados.

Cuando no se utilizan curvas de acuerdo, siempre deberá existir un tramo recto entre dos curvas circulares (véase 2.2.1.02 a.iii.). Si éstas tienen el mismo sentido, el tramo en cuestión cumple una función de guiado óptico y su longitud mínima $L_{rm} = V \cdot 10$ (m) es más que suficiente para resolver las transiciones de peralte, sobre todo porque se permite mantener dicho tramo con una inclinación transversal única, en la zona del mismo que no es afectado por el desarrollo del peralte, con una inclinación transversal de 3% y excepcionalmente hasta del 3,5%. Si las curvas tienen distinto sentido, se exige que la recta intermedia tenga el desarrollo suficiente para transitar peraltes.

La inexistencia de clotoide plantea el problema de dónde ejecutar la transición: ¿en la recta, en la curva, o entre ambas? Evidentemente, sólo la última solución supone un compromiso adecuado entre la primera, que obliga a tener una recta con inclinación transversal excesiva, incómoda y hasta peligrosa para vehículos altos si p es considerable, y la segunda, que obliga a tener parte de una curva con peralte insuficiente, más peligroso aún. La proporción del peralte que se debe desarrollar en la recta se tabula a continuación:

Cuadro 2.2-13
Proporción del Peralte Final a Desarrollar en Recta

MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMA
0,5 p	0,7 p	0,8 p

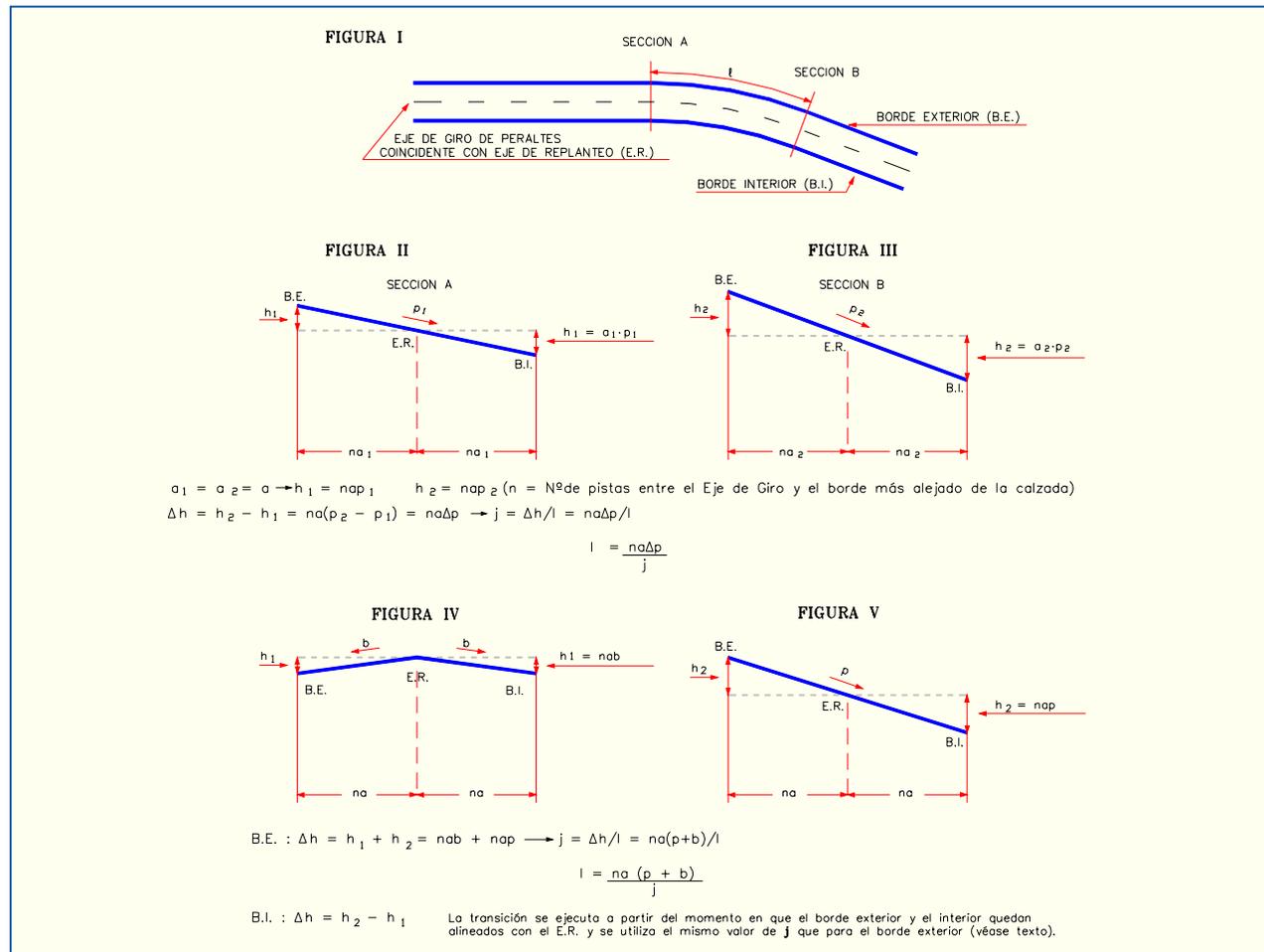
Los valores mínimos pueden usarse cuando el tramo recto entre dos curvas de distintos sentido es breve. En este caso, puede ocurrir que no exista un tramo con bombeo, sino un punto con pendiente transversal nula, producto del paso de uno a otro peralte en forma continua.

Los valores máximos pueden utilizarse cuando una curva circular tiene un desarrollo breve, ya que el peralte que le corresponde a dicha curva debe mantenerse al menos en una longitud igual a $V/4$ (m), que corresponde a una distancia (m) cercana a la recorrida en l seg. por el vehículo.

ii) Ejemplos de Transición Cuando no Existen Clotoides

En la lámina 2.2-14 se presenta la manera de resolver la transición de peralte en un trazado que pasa directamente de una recta a una curva circular, suponiendo que el eje de giro es el eje de la calzada.

Lámina 2.2-13
Elementos de la Transición de Peraltes



Se reitera que este es el caso normal y preferible, ya que el efecto visual es mucho menor que cuando el eje de giro es un borde -caso que se presenta en la lámina 2.2-15- salvo que se utilice valores de j menores, lo cual produce longitudes proporcionalmente mayores.

En ambas láminas se muestra también las variaciones de los mismos diagramas si en vez del bombeo inicial "a dos aguas" se tiene uno "a una agua" ("doble" y "único", respectivamente).

Cada ejemplo muestra un diagrama de curvaturas y las secciones transversales inicial, final e intermedias (A, B, C...), situadas éstas en el punto singular de su ocurrencia. Esta ubicación queda explícita con los acotamientos que muestran las distancias relativas entre las distintas secciones singulares en cuestión. A continuación aparece el diagrama de peraltes propiamente tal, donde los bordes reflejan la situación esquematizada mediante las secciones transversales (A, B, C,....).

d) Transiciones con Clotoides

Cuando existen arcos de enlace, al cual se le exige una longitud compatible con la transición del peralte (véase 2.2.1.02 c. iii. • Verificación por Transición de Peraltes), el desarrollo del mismo se puede hacer linealmente a lo largo de las clotoides, teniendo en cuenta dos aspectos importantes:

Primero, que cuando la calzada presenta bombeo a dos aguas (bombeo doble) o bombeo único opuesto al peralte de la curva siguiente, se debe transitar la inclinación transversal de la calzada -o de las pistas en cuestión- desde -b a 0% dentro de la alineación recta, para así tener la pendiente transversal nula al comienzo de la clotoide (si el bombeo es doble, sólo la mitad de la calzada estará en esa situación y la otra mantendrá su inclinación transversal b). Esto se muestra en las láminas 2.2-16 y 2.2-17.

Segundo, que la longitud de la curva de enlace sea muy superior a la necesaria para desarrollar el peralte entre 0% y $p\%$. En estos casos la pendiente relativa de borde "j" del (de los) borde (s) peraltado (s) puede resultar pequeña y por lo tanto la zona con pendiente transversal cercana al 0% puede ser demasiado extensa desde el punto de vista del drenaje, lo cual se torna grave si la pendiente longitudinal es escasa. En tal caso se tomará la precaución de efectuar la transición entre el valor -b% hasta +b% en torno al punto de inicio de la clotoide o el punto de inflexión si se tratase de una curva en "S", con el valor de j que le corresponda a la velocidad de diseño, y el resto de la transición, desde +b% a $p\%$ se ejecutará linealmente en lo que resta de la clotoide. Este caso se muestra en las láminas 2.2-18 y 2.2-19, donde se muestran las soluciones con eje de giro coincidente con el eje en planta y con el borde derecho, respectivamente.

Lámina 2.2-14
Transición de Peralte: Recta-Círculo. Eje de Giro = Eje de Replanteo

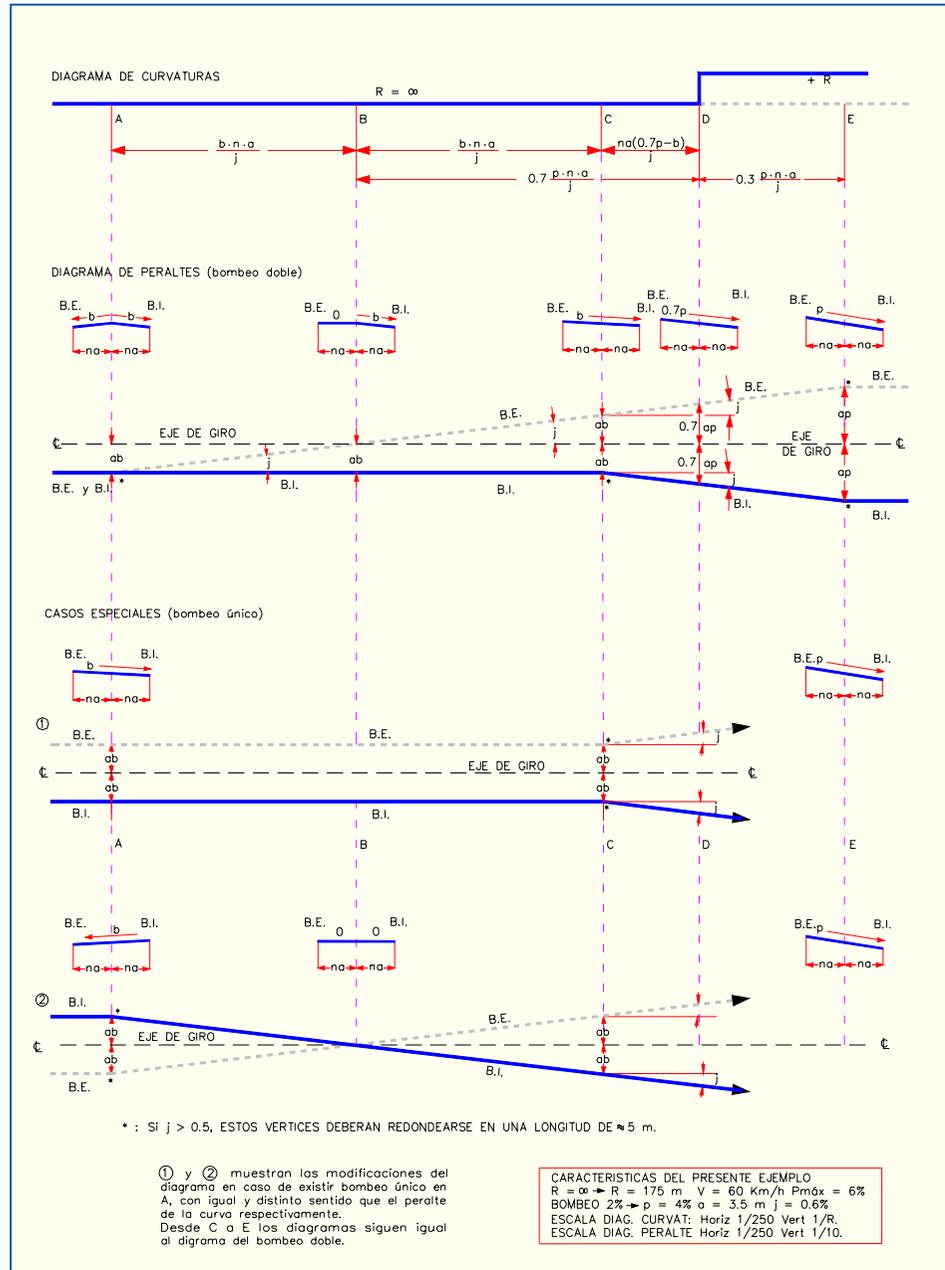


Lámina 2.2-15
Transición de Peralte: Recta-Círculo. Eje de Giro = Borde

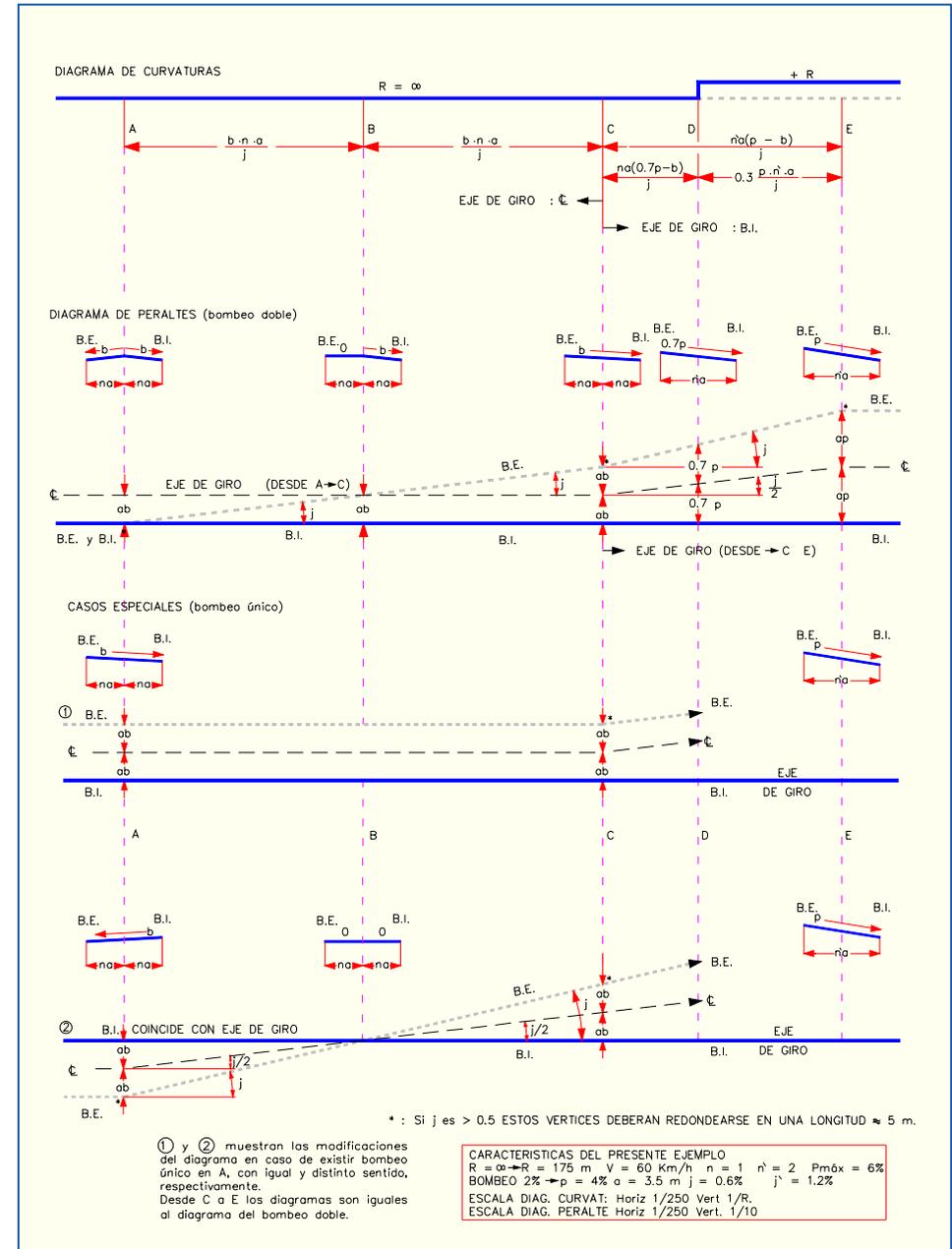


Lámina 2.2-16
Transición de Peralte con Clotoide Corta. Eje de Giro = Eje de Replanteo

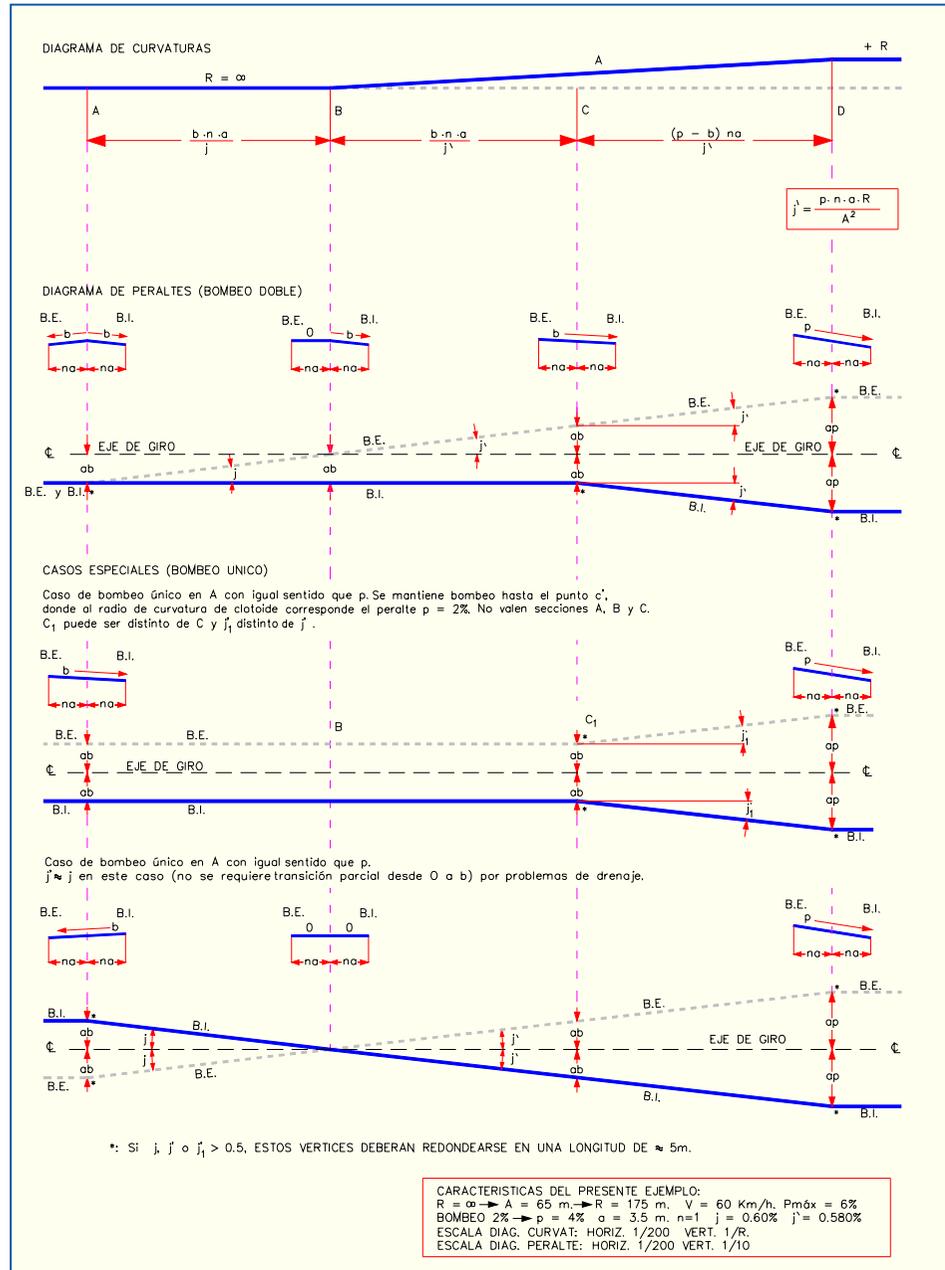


Lámina 2.2-17
Transición de Peralte con Clotoide Corta. Eje de Giro = Borde Derecho

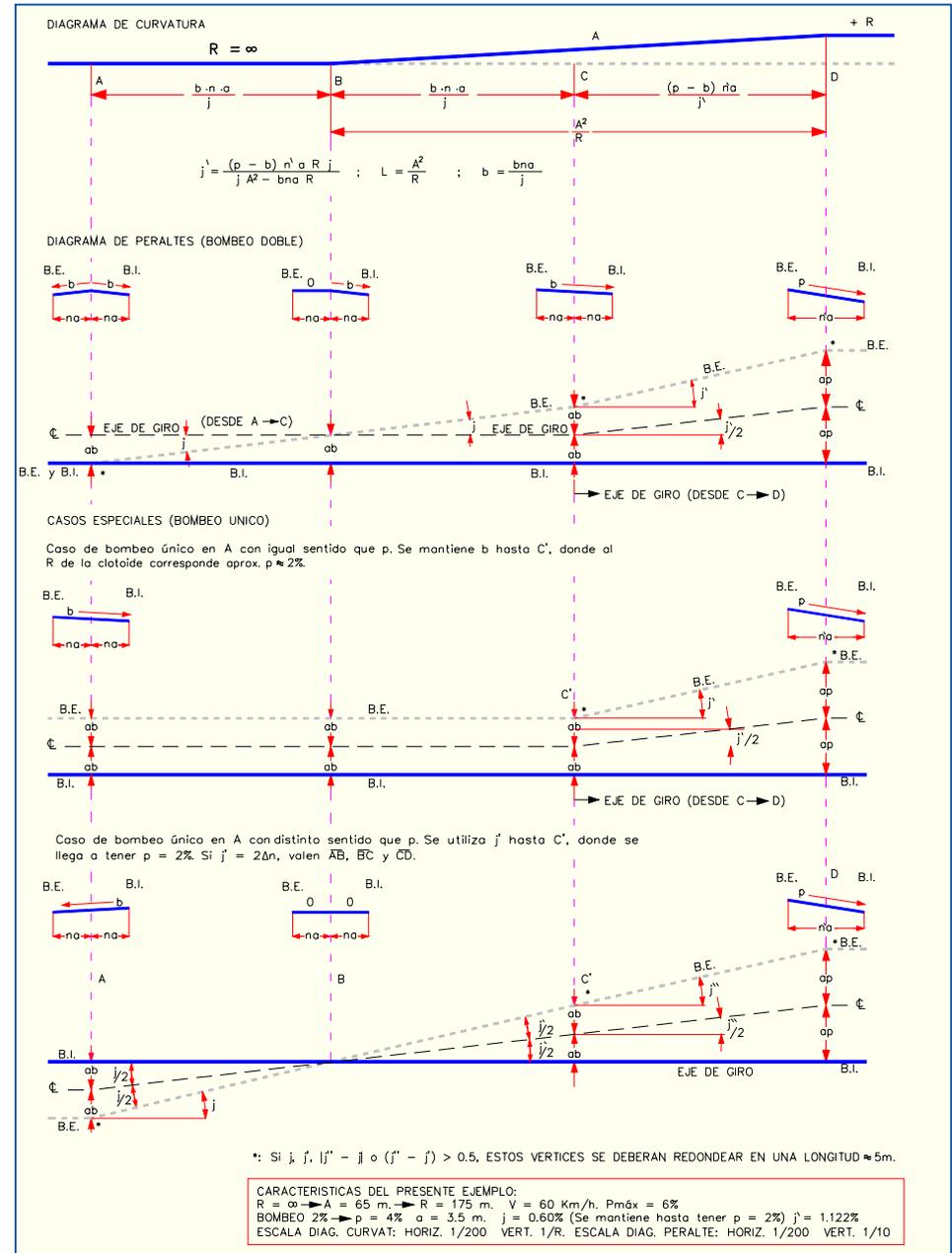


Lámina 2.2-18
Transición de Peralte con Clotoide Larga. Eje de Giro = Eje de Replanteo

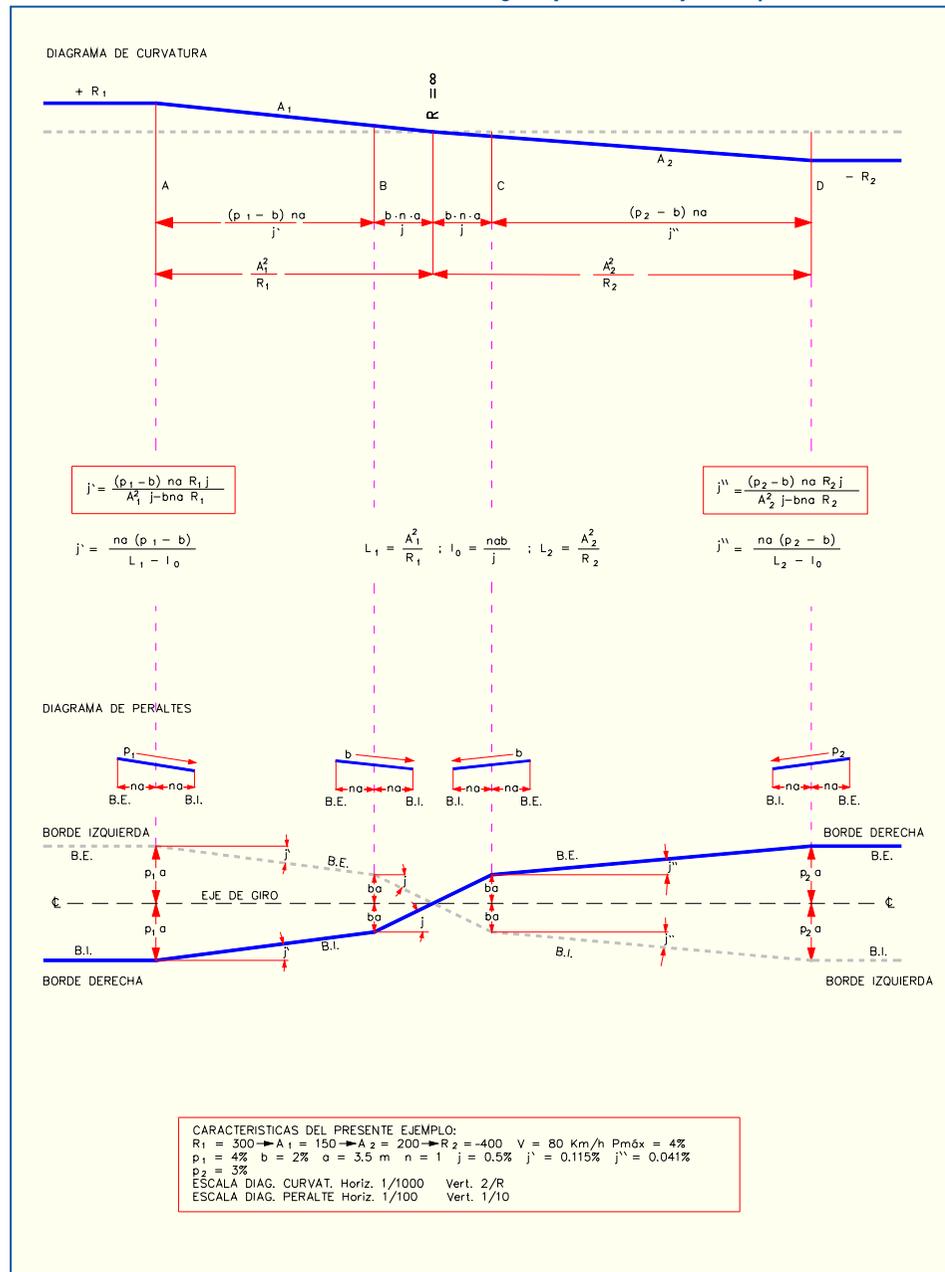
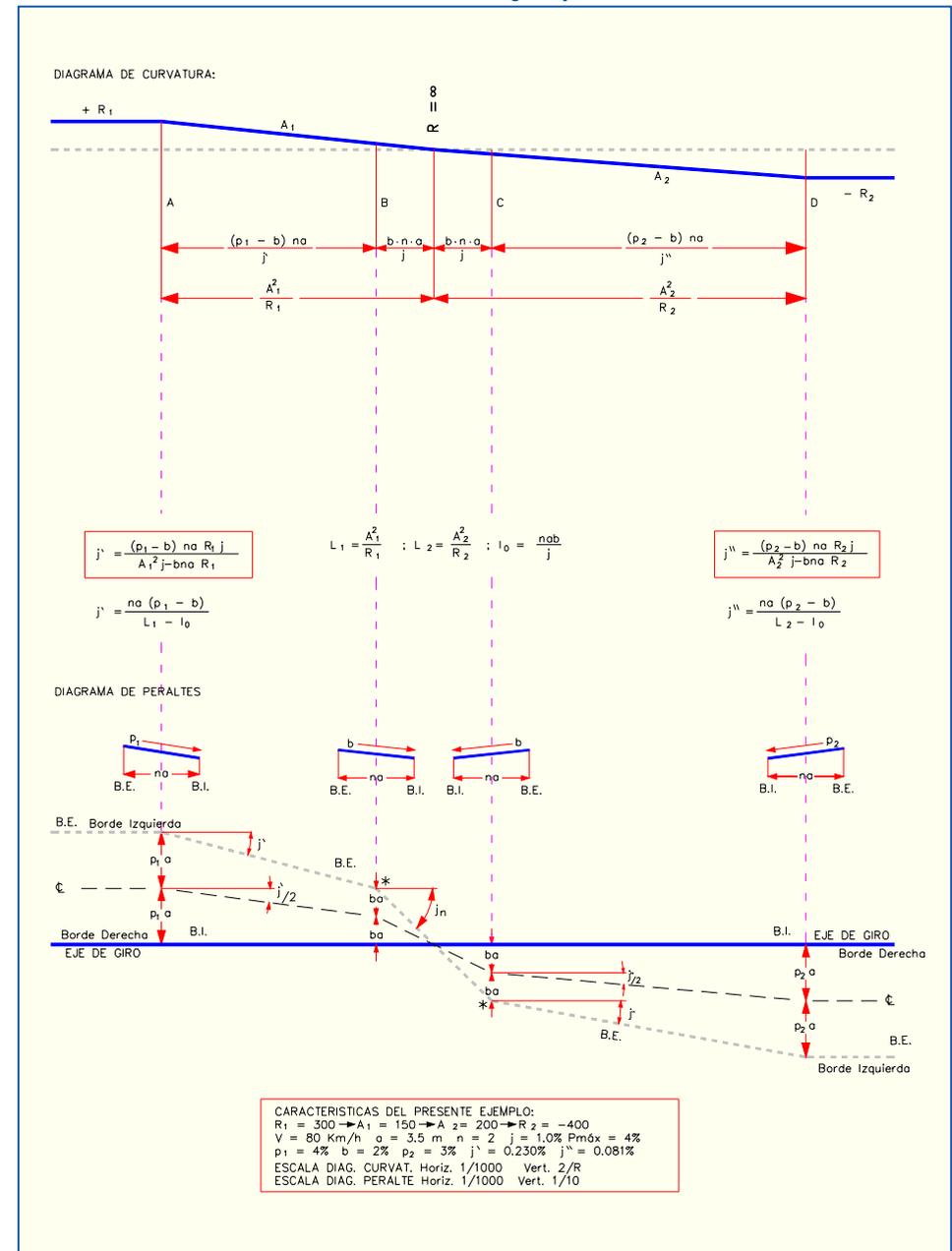


Lámina 2.2-19
Transición de Peralte con Clotoide Larga. Eje de Giro = Borde Derecho



2.2.2 PERFIL LONGITUDINAL

2.2.2.01 DESCRIPCIÓN

El eje de replanteo (2.2.1), asociado a un elemento característico de la sección transversal (por lo general su eje de simetría), queda definido en planta por las coordenadas horizontales (x,y) de los puntos singulares: puntos de empalme de las distintas alineaciones que configuran el trazado en planta, y de una serie de puntos fijos espaciados en forma regular, según la precisión que sea deseable dar al replanteo (10 ó 20 metros, por ejemplo) y que habrán de servir de base para los perfiles transversales.

Para la completa descripción del eje será preciso asociar al eje en planta un eje en alzado o elevación que defina en forma continua las cotas de todos sus puntos y, en particular, de cada uno de dichos puntos fijos, al nivel de la superficie del pavimento (rasante).

El perfil longitudinal estará constituido por tramos que presentan pendientes constantes de distinta magnitud y sentido, empalmándose entre sí mediante parábolas de segundo grado, que permiten una transición paulatina entre los tramos rectos, que al cortarse lo hacen en un ángulo que representaría un quiebre inadmisibles de la rasante.

Convencionalmente se define como pendientes positivas aquéllas que, al avanzar el kilometraje de la vía, van haciendo aumentar la cota del eje, y negativas las que la hacen disminuir.

2.2.2.02 INCLINACIÓN DE LAS RASANTES

a) Pendientes Máximas Admisibles y sus Restricciones

Las rasantes de las vías urbanas deben presentar pendientes máximas de acuerdo a su categoría. Es imprescindible recordar que los valores máximos, tabulados a continuación, corresponden por lo general a accesos a estructuras a distinto nivel, y que su utilización puede ser antieconómica si se consideran sus efectos sobre los flujos; han de evitarse, por lo tanto. Por otra parte, hay que tener en cuenta que la aplicación de estos valores se relativiza cuando se trata de vías en topografía de fuertes pendientes, obligando en ocasiones a diseñar con pendientes verticales mayores que las tabuladas en el Cuadro 2.2-14.

Cuadro 2.2-14
Pendientes Verticales Máximas

V (km/h)	PENDIENTES POSITIVAS MÁXIMAS SEGÚN CATEGORÍA (SIN SEMÁFORO)				
	AUTOPISTAS	AUTOVÍAS	TRONCAL MAYOR	TRONCAL MENOR	MIXTAS
40	--	--	--	10,0	10,0
45	--	--	--	9,5	10,0
50	--	--	8,5	9,0	9,5
55	--	--	8,0	8,5	9,0
60	--	--	7,0	8,0	8,5
65	--	--	7,5	--	--
70	7,0	7,5	7,5	--	--
75	6,5	7,0	7,0	--	--
80	6,0	6,5	7,0	--	--
85	6,0	6,5	--	--	--
90	5,5	6,0	--	--	--
95	5,5	--	--	--	--
100	5,0	--	--	--	--

En calzadas unidireccionales independientes, las pendientes de bajada podrán superar estos valores hasta en un 2%. En pasos inferiores de gálibo reducido (2.5.2), estos valores pueden ser aumentados en un 2%.

La existencia de semáforos o señalización que limite la preferencia de paso, obliga a imponer ciertas restricciones a estos valores: En el caso de pendientes positivas independientes, deberán reducirse los máximos de la tabla en un 2%, y en el caso de bajadas, ya sean independientes o no, deberá intentarse una reducción de la pendiente de tal modo que al menos 60 metros antes del punto de eventual detención, si la velocidad de diseño es igual o superior a 60 Km/h, o 40 metros en caso contrario, se tenga una pendiente no superior al 4%, y además se deberá tratar de conseguir un tramo de unos veinte metros antes de dicho punto con la pendiente lo más próxima a la mínima que sea posible (véase literal siguiente).

b) Pendientes Mínimas

En las vías urbanas, sobre todo en los diseños tradicionales bordeados por soleras, es indispensable conferir al eje una pendiente no inferior al 0,35% si se tiene peralte o bombeo. Si se tienen zonas de transición de peraltes, en las cuales la inclinación transversal puede llegar a ser nula, este mínimo es de 0,5% y en lo posible un 1%.

En el caso de vías sin solera, o con solera permeable, se puede aceptar pendientes nulas si se tiene peralte o bombeo.

2.2.2.03 ENLACE DE RASANTES

a) Descripción

El ángulo de deflexión entre dos tramos rectos que se cortan, con pendiente i_1 e i_2 respectivamente (en tanto por uno y con su signo convencional), queda definido por la expresión $\theta = |i_1 - i_2|$.

Cuando $\theta \geq 0.005$ (0,5%) se deberá proyectar una curva vertical para enlazarla, que será una parábola de segundo grado.

Para todos los efectos de cálculo y replanteo, la longitud de la curva vertical de enlace está dada según medidas proyectadas sobre la horizontal y vale $2T = K\theta = K|i_1 - i_2|$, siendo K una constante expresada en la nomenclatura propia de las parábolas y que es asimilable, por aproximación, al valor del radio de curvatura del círculo que es tangente a ambas rectas en los mismos puntos que la parábola de segundo grado.

En la lámina 2.2-20 se ilustran los elementos y características de estas curvas y se incluyen las expresiones algebraicas que permiten calcularlas.

b) Parámetros Mínimos

i) Aspectos Generales

A diferencia de lo que ocurre en la determinación de los valores mínimos de los radios de curvatura en planta, en la que no intervienen directamente los criterios de visibilidad, la definición de los parámetros de las curvas verticales se basa en dichos criterios.

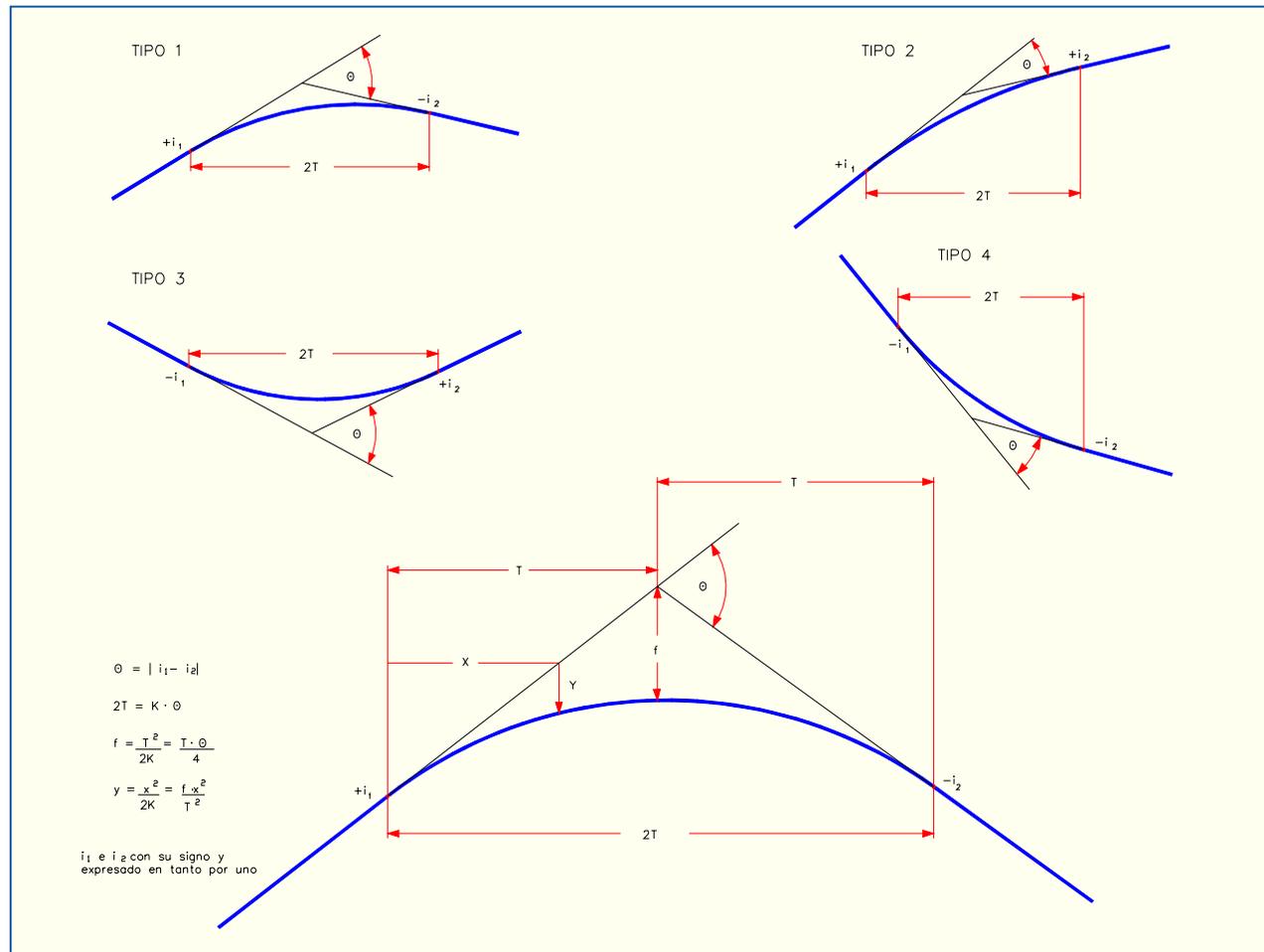
Es así que debemos introducir dos conceptos fundamentales para la comprensión del problema, a saber: Tiempo de percepción y reacción y Distancia de visibilidad de parada, tratados a continuación.

• Tiempo de Percepción y Reacción

Es el tiempo que transcurre desde el momento que un conductor recibe un estímulo lo suficientemente fuerte como para producir su percepción, hasta que se completa un complejo proceso que lleva a éste a actuar en respuesta a dicho estímulo.

Los tiempos de Percepción y Reacción (t_p), medidos en segundos, varían según tantas circunstancias que no es posible cifrarlos exactamente. El Manual de Carreteras define t_p como 1,8 y 2,0 segundos si la velocidad de diseño es 100 km/h o más, o inferior a 100 km/h, respectivamente. Estos valores los aplica también para intersecciones y enlaces rurales.

Lámina 2.2-20
Curvas de Acuerdo Vertical



sin pasar sobre un obstáculo inmóvil de cierta altura, situado en su trayectoria, suponiendo que su vehículo se desplaza a la velocidad de diseño.

Esta distancia mínima se llama Distancia de Visibilidad de Parada (D_p) y se calcula mediante la expresión:

$$D_p = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 (r + i)}$$

Donde V es la velocidad de diseño de la calle, en km/h; t_p es el tiempo de percepción y reacción en seg.; r es el coeficiente de roce rodante en pavimento húmedo, e i es la pendiente longitudinal, en tanto por uno, considerando el signo positivo para subidas con respecto al sentido de circulación y negativo para bajadas.

Esta expresión es válida matemáticamente para alineaciones rectas de pendiente uniforme, pero los coeficientes de seguridad implícitos en la determinación de los valores de r , i y t_p permiten aplicarla en trazados con alineaciones curvas, tanto en planta como en alzado, siendo necesarias, eso sí, algunas comprobaciones que más adelante se detallan. A continuación se entregan los valores de r en función de V .

Cuadro 2.2-15
Valores del Coeficiente de Roce Rodante (r)
en Pavimento Húmedo

V	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
r	0,50	0,45	0,41	0,38	0,365	0,35	0,34	0,335	0,33	0,32

ii) Curvas Convexas

El parámetro mínimo está dado por la expresión:

$K_v = D_p^2 / 2(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2$, en la cual D_p es la distancia de visibilidad de parada, en metros, h_1 y h_2 son las alturas de los ojos del conductor y de un obstáculo fijo en el suelo respectivamente. Si $h_1 = 1,15$ m. y $h_2 = 0,15$ m., la expresión anterior se reduce a $K_v = D_p^2 / 4,26$. Los valores de K_v para cada velocidad de diseño se tabulan en 2.2-16.

iii) Curvas Cóncavas

En este caso se suponen tres casos distintos: que la curva está iluminada, que no lo esté, o que exista un obstáculo sobre la rasante (por ej. viga de paso superior que cruza la vía en cuestión) que obstruya la visión de un conductor de vehículo alto.

Lo normal y deseable en una ciudad es que la vía esté iluminada. En tal caso, el parámetro mínimo de una curva de acuerdo cóncava se calcula de tal modo que el conductor no sufra los efectos de una aceleración radial superior a 0,5 m/s², lo cual produce la expresión:

$$K_{ci} = V^2 / (3,6^2 \cdot 0,5) = V^2 / 6,48$$

Se utiliza aquí un valor de $t_p = 1,5$ seg, en atención a las condiciones de conducción propias de las ciudades, que mantienen al conductor en un estado de constante alerta, y atendiendo también a la conveniencia de posibilitar diseños más económicos y/o que se ajusten mejor a las limitaciones espaciales propias de la ciudad.

• Distancia de Visibilidad de Parada

La visión que un conductor tiene de la vía y de sus vecindades depende de sus características personales y de las características físicas y geométricas de dichas vías y vecindades.

La seguridad en la vía pública, tanto de conductores como de pasajeros y peatones depende en gran parte de la posibilidad que tengan los primeros de detener sus vehículos, en caso de ser ello necesario, frente a la aparición de un obstáculo que pudiera afectar su desplazamiento.

Esta posibilidad depende de la distancia a la cual dicho conductor percibe el obstáculo, de la velocidad a que se desplaza y de la eficacia y oportunidad de su decisión y maniobra consiguientes.

La distancia mínima de visibilidad que debe proveerse a todo conductor en toda circunstancia es aquella que le permite detenerse

Si la vía no consulta iluminación, el parámetro mínimo está dado por la expresión $K_c = D_p^2 / 2(h + D_p \text{ sen } \beta)$, donde h es la altura de los focos del vehículo y β es el ángulo de abertura del haz luminoso de los focos del vehículo con respecto a su eje (la visibilidad queda limitada sólo por la noche).

Si $h = 0,6$ m. y $\beta = 1^\circ$, $K_c = D_p^2 / (1,2 + 0,035 D_p)$.

El caso del obstáculo sobre la rasante obliga a un parámetro mínimo $K_{ce} = D_p^2 / (8c - 4(h_3 + h_4))$, donde c es la menor luz libre entre la estructura y la rasante, h_3 es la altura de los ojos de un conductor de camión o bus y h_4 la de las luces traseras de un vehículo o nivel inferior perceptible de un vehículo en sentido contrario. Si $h_3 = 2,5$ m. y $h_4 = 0,5$ m. $K_{ce} = D_p^2 / (8c - 12)$. Si c corresponde al gálibo normal (4,5 m.) se observa que esta exigencia no es relevante. Si se tratase de un gálibo reducido (3,0 m.), es preciso contrastar el valor de K_c o de K_{ci} con el de K_{ce} .

Los valores de los parámetros mínimos para curvas cóncavas aparecen en el cuadro 2.2-16.

Cuadro 2.2-16
Parámetros Mínimos para Curvas Verticales

V (km/h)	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
K_v	100	100	150	200	250	375	550	750	1000	1300	1750	2200	2800	3500	4200	5200	6400
K_{ci}^*	100	100	150	200	250	320	400	470	550	650	750	850	1000	1100	1250	1400	1600
K_c^*	150	150	250	350	450	600	800	1000	1200	1500	1750	2050	2400	2700	3000	3500	4000

(*) Si existen pasos superiores de gálibo reducido, verificar K_{ce} (véase texto)

c) Longitudes Mínimas de Curvas Verticales

Conviene evitar los desarrollos demasiado cortos de las curvas verticales, que se producen cuando θ es pequeño y se usan valores de K próximos a los mínimos. Por ello se recomienda hacer que $2T$ (m) $\geq [2/3V$ (km/h)]. Es decir, que el desarrollo en metros sea mayor o igual a 2/3 del número de km/h. de la velocidad de diseño. Ejemplo: Si $V = 60$ km/h., $2T \geq 2/3 \times 60 = 40$ m.

d) Drenaje en Curvas Verticales

En curvas verticales con i_1 e i_2 de distinto signo, los valores grandes de K producen zonas relativamente extensas en que la pendiente longitudinal es inferior a los mínimos que garantizan el escurrimiento de las aguas superficiales. En el caso de existir soleras, se deberá hacer a éstas discontinuas o bien disponer sumideros. Si no hay soleras, la pendiente transversal bastará para evacuar las aguas hacia el borde de la plataforma y desde allí hacia el dispositivo proyectado para disponer de ellas.

2.2.3 PERFIL TRANSVERSAL

La definición transversal de un diseño vial-urbano es resultado final del proceso retroalimentario descrito en la Sección 1.3.

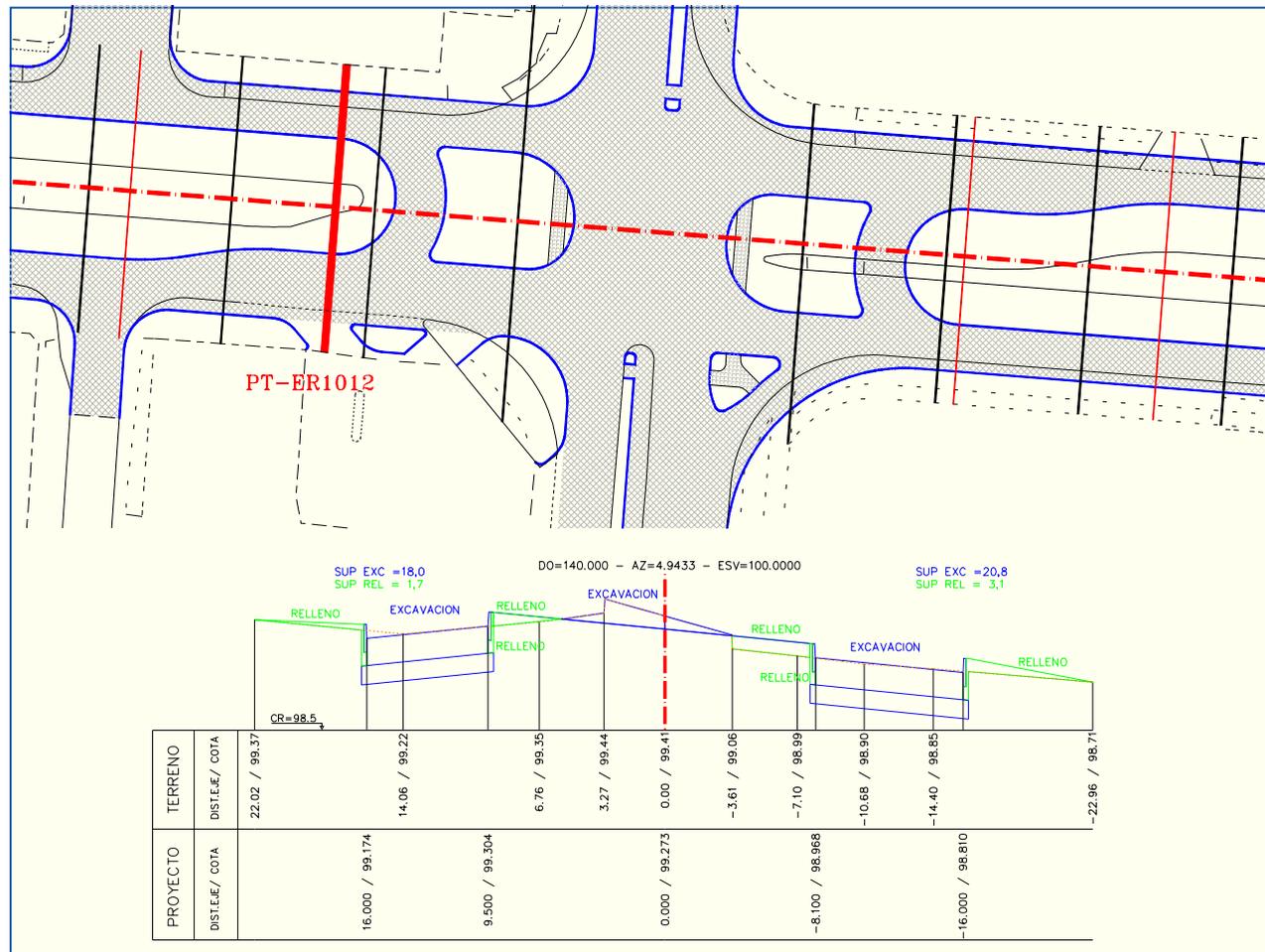
Este proceso, en sí, no está supeditado a normas, puesto que los perfiles transversales sólo reflejan, en cada uno de los puntos del eje de replanteo elegidos para la descripción del proyecto, la geometría que la obra proyectada presenta en la dirección perpendicular a dicho eje. Sin embargo, tal descripción lleva implícitas, a través de la elección previa de los anchos e inclinaciones transversales de las unidades constitutivas del perfil, todas las normas y recomendaciones aplicables al diseño y los cuidados tenidos frente a los imperativos de drenaje.

El dibujo del perfil transversal es la culminación del referido proceso de definición altimétrica, y es recomendable que se realice en intervalos regulares del desarrollo de los ejes de replanteo -cada diez o veinte metros por ejemplo- y también en puntos donde la planta presente singularidades cuya definición ayude a clarificar sus complejidades. Ejemplos de estas singularidades son las siguientes:

- Inicio y final de tramos donde se han generado medianas.
 - Inicio y final de cuñas cuando se generan pistas de cambio de velocidad y ramales de giro.
 - Puntos donde los ramales de giro se independizan altiméricamente del tronco de la vía y donde se inicia la definición de sus propios perfiles transversales, que generalmente coinciden con las puntas de las islas respectivas.
 - Inicio y final de zonas donde se realizan cambios de ancho de pistas.
 - Ejes de elementos de estructuras, como pilares y estribos.
- Los perfiles transversales permiten, además de definir cabalmente la geometría vial, cubicar las demoliciones y los movimientos de tierras necesarios para la construcción de las obras.

En la lámina 2.2-21 se presenta una definición en planta de perfiles transversales y un ejemplo de los mismos (figura I y II, respectivamente).

Lámina 2.2-21
Perfiles Transversales



No se utilizan cuando no existe una zona peatonal después de una berma -lo que puede ocurrir si allí existe un muro, un terraplén o una estructura sin pasillo- salvo que ella opere como elemento de recolección de aguas (terraplenes altos) o que se haya preferido como complemento a la demarcación y no se desee interrumpirla.

El caso previsto de terraplenes altos, por lo general poco frecuentes en zonas urbanas, salvo en vías troncales, responde a la necesidad de evitar que las aguas acumuladas sobre la calzada se derramen sobre los taludes y produzcan erosiones importantes al adquirir velocidad. Esto es particularmente válido cuando la calzada vierte hacia dicho terraplén. Entonces se recomienda utilizar soleras y disponer bajantes desde ellas, a distancias calculadas hidráulicamente para que no se produzcan desbordes.

Cuando en un proyecto de vialidad se consulten sistemas de control coordinado o se prevea su instalación, para el emplazamiento de cables de la red de semáforos puede aplicarse el esquema de solución presentado en la lámina 2.4-1 (en caso de espacios disponibles en aceras) o, en su defecto, deberán respetarse las secciones tipo modificadas según la figura correspondiente de la lámina 2.2-22, que considera un ducto de cuatro pulgadas destinado a dicho uso.

No existen reglas absolutas ni definitivas para la instalación de los tipos de soleras. Ellas deberán considerar la coherencia topográfica y la geometría existente, la proporcionalidad entre las secciones de la plataforma vial de uso diferente y además se deben tener consideraciones de tipo estéticas y, por supuesto, funcionales.

2.2.4.03 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

Las soleras deben ser capaces de resistir los eventuales impactos que inevitablemente van a tener que soportar, principalmente como elementos de contención, para lo cual se debe exigir un grado H_{cl}-30 (Resistencia a los 28 días mayor o igual a 30 MPa (306 kgf/cm²))

Las terminaciones de las soleras deben ser de primera calidad, rechazándose hormigones porosos y aquellos que presenten irregularidades bruscas de más de ± 2 mm, también se rechazarán elementos cuyas dimensiones difieran en más de 5 milímetros respecto a las especificadas, y ningún punto de la superficie deberá estar por debajo de 3 mm del borde de la regla recta utilizada como referencia.

Si las caras expuestas no cumplieran con las condiciones de terminación exigidas, deberán pulirse con agua hasta obtener la superficie requerida, en ningún caso se rebocarán para afinar la superficie, para completar saltaduras o para cubrir otros defectos.

Las soleras prefabricadas deberán tener como máximo 1,0 metro de largo y estar en buenas condiciones, sin saltaduras, trizaduras, manchadas u otros desperfectos en las caras expuestas.

2.2.4 SOLERAS

2.2.4.01 DEFINICIÓN

Se define como solera la banda o cinta que delimita la superficie de la calzada, la de una acera, la de un andén o cualquier otra superficie de uso diferente, formada por elementos prefabricados de hormigón, hormigonadas in situ, colocados con anclajes o sobre cimientos de hormigón de dosificación adecuada o adheridos con pegamentos especiales si el pavimento es asfáltico.

2.2.4.02 ASPECTOS GENERALES

Las soleras realzan altiméricamente zonas de usos diferentes (calzadas, aceras, medianas o bandejones, estacionamientos, áreas verdes, etc.), cumpliendo distintas funciones, tipos y usos según el sea el caso y que más adelante se detallan.

Si existen bermas, las soleras se colocan sólo si ellas cumplen una función delimitadora o de drenaje. En ambos casos se colocarán en los bordes de las bermas más alejados de la calzada.

Los elementos prefabricados recuperados podrán utilizarse siempre que se empleen unidades con sus caras expuestas en buenas condiciones y no se intercalarán entre ellos unidades nuevas.

En los elementos prefabricados de hormigón, la base de fundación consistirá en una zanja de ancho mínimo igual al espesor o ancho del elemento a colocar más 20 cm. y de la profundidad requerida.

Sobre el sello de fundación de deberá colocar una capa de 0,1 m de espesor constituida por suelos tipo relleno, compactada al 90% D.M.C.S., según la norma LNV 95-85 ó al 70% de la DR, según la norma LNV 96-85. Los elementos se deberán colocar de manera que las caras y líneas superiores estén de acuerdo con las alineaciones y cotas indicadas en el proyecto. Se deberán asentar en una cama de hormigón de grado $H_{ci}-16$ (Resistencia a los 28 días mayor o igual a 16 MPa (163 kgf/cm²)) de 0,1 m de espesor y que deje un respaldo igual a la mitad de la altura del elemento en la cara posterior.

Las unidades deberán colocarse tan pegadas entre sí como sea posible. Las juntas se deberán rellenar con un mortero de proporción 1:3,5 en peso. En zonas rurales y cuando no se proyecte aceras, se deberá consultar un relleno de respaldo hasta 1,0 m de las caras expuestas y en una altura igual a la del elemento. El nivel mínimo de compactación de este relleno será 90% D.M.C.S., según la norma LNV 95-85 ó al 70% de la DR, según la norma LNV 96-85. La parte superior de este relleno deberá tener una pendiente no inferior al 3% para permitir el escurrimiento de las aguas; normalmente la pendiente deberá permitir un escurrimiento fuera de la plataforma, sin embargo, para casos especiales se podrá autorizar que ella evacue hacia la calzada. En vialidad urbana el confinamiento lateral de las soleras generalmente tiene otra solución, consultándose veredas u otro tratamiento superficial, con pendientes vertiendo hacia la calzada para evitar la invasión de aguas lluvias a las propiedades.

Las soleras realizadas in situ usarán moldes metálicos y no deberán retirarse antes de 24 horas después del hormigonado. Las soleras se construirán por secciones de largos uniformes que no sobrepasen los 3,0 m cada una, excepto cuando queden adosadas a un pavimento de hormigón, en cuyo caso las juntas deberán coincidir con las juntas de contracción del pavimento. En los elementos hormigonados in situ, en cuanto a la base de fundación, rellenos de fondo y laterales, las especificaciones técnicas son las mismas que para los elementos prefabricados.

La instalación de las soleras debe proveer una banda de altura constante, según la sección tipo que se considere. En caso de consultar rebajes, véase 3.6.5.03.

2.2.4.04 FUNCIONES

Las soleras podrán cumplir distintas funciones según sea el perfil tipo que se considere. Las funciones podrán ser complementarias, sin perjuicio, de que una de ellas determine las características dimensionales principales.

a) Delimitación

Se entenderá como soleras de delimitación, aquellas que permiten delimitar las superficies de uso diferente, generalmente establecidas por una diferencia altimétrica. Todos los tipos de soleras cumplen con esta función.

b) Recolección

Se entenderá como soleras de recolección aquellas destinadas a la contención, conducción y evacuación de aguas superficiales que escurran por la calzadas y eviten la invasión, por parte de éstas, de superficies aledañas, especialmente aquellas de uso peatonal.

c) Contención

Se entenderá como soleras de contención aquellas que por el hecho de servir como elemento canalizador de tránsito, deben ser capaces de resistir los eventuales impactos que tienen que soportar. Se entenderá también como elemento de contención aquel que cumpla con la función de no permitir la intrusión de material (perteneciente a un terraplén u otra estructura que ocasione desprendimiento de material) a la zona destinada a la circulación vehicular, para proporcionar un grado de seguridad tal que el conductor pueda realizar maniobras normales en su conducción.

d) Demarcación

Se entenderá como soleras de demarcación aquellas que sirven de continuidad espacial para efectos de conducción del tránsito, serán una prolongación física de las demarcaciones y complemento de las mismas, para casos como islas, generación de bandejones y medianas, disminuciones del número de pistas de la calzada y en zonas de estacionamientos.

e) Seguridad

Se entenderá como soleras de seguridad aquellas que proporcionan seguridad tanto a los peatones que circulan por aceras adyacentes o incorporadas en medianas, como a los vehículos que circulan por la calzada y a los ciclistas que circulan por las ciclistas. Se situarán principalmente en zonas donde existe riesgo de efectuar maniobras de emergencia que signifiquen salirse de la pista de circulación que le corresponda o en tramos de pistas donde se desee relevar la conducción con precaución en dicha zona. En general, al margen del uso de soleras para una situación particular donde se quiera destacar la función de seguridad, esta condición es un requisito fundamental para la mayoría de las soleras que se utilizan y que a continuación se tipifican.

2.2.4.05 TIPOS DE SOLERA

a) Soleras Normales

Serán aquellas de uso común, generalmente prefabricadas y existentes en el mercado. Estas soleras pueden tener una cara superior redondeada o recta. Las soleras de este tipo se designan con las letras A, B y C, y se describen a continuación.

i) Tipo A

Dimensiones especificadas en lámina 4-203-001-A, del Volumen 4 del Manual de Carreteras, y en lámina 2.2-22, a continuación. Se recomienda para toda categoría de vías, preferentemente para calzadas importantes de alto tránsito (vías expresas troncales) o pavimentos de gran espesor, pero también en vías de categorías inferiores y en accesos a pasajes donde se deben rebajar. Se prefiere el canto redondeado en su cara superior, para proporcionar un grado de seguridad al vehículo en caso de que este tenga que impactarla debido a maniobras de emergencia, esto sin perjuicio de lo que se especifique en el proyecto de diseño respectivo.

Es de uso generalizado como elemento delimitador entre calzada y otra superficie adyacente desnivelada (acera, bandejón, mediana, isla, etc.). También puede consultarse en vías exclusivas para buses como separador entre las pistas de aquella y las de transporte privado (véase tópico 3.3.4). Si bien en ciclistas puede consultarse su uso también, no es recomendable por cuanto las dimensiones son desmedidas para efectos de canalizar flujo de vehículos menores, como lo son los bicicletas, encareciendo el proyecto en forma injustificada. Particularmente, su excesiva altura constituye un obstáculo visual, lo que redundaría en una reducción de la capacidad de la vía, lo que induce a pensar que podría consultarse en ciclistas de anchos holgados (superiores a los mínimos) (véase 3.1.3.02 b.). Se hace alusión específica a las ciclistas por cuanto las ciclobandas resultan de la utilización de parte de la pistas para tránsito normal, las cuales consultan preferentemente soleras tipo A o con zarpa. El uso, por tanto, de soleras tipo A en proyectos de ciclistas debe responder a requerimientos bien específicos y justificados, por parte del especialista.

ii) Tipo B

Dimensiones especificadas en lámina 4-203-001-A, del Volumen 4 del Manual de Carreteras, y en lámina 2.2-22, a continuación. Se recomienda para vías de poco tránsito o pavimentos de reducido espesor, en vías de categorías inferiores y en accesos a pasajes donde se deben rebajar. Se prefiere canto redondeado por motivos de seguridad. Sus usos son similares a las de tipo A, pero no como elemento separador para vías exclusivas.

iii) Tipo C

Dimensiones especificadas en lámina 4-203-001-A, del Volumen 4 del Manual de Carreteras, y en lámina 2.2-22, a continuación. Se recomienda para calzadas de poco tránsito, preferentemente vías locales, o pavimentos de reducido espesor.

Sus usos son similares a los del tipo B, pero, además, por sus menores dimensiones es recomendable para ciclistas.

b) Soleras Especiales

Serán aquellas que cumplan funciones específicas, fundamentalmente de recolección, contención y demarcación.

i) Tipo Rebajada

Independientemente de la solera tipo que se consulte normalmente en un proyecto, debe considerarse rebajes de solera en cruces de peatones, ciclovías, accesos a estacionamientos y a la propiedad. Como los requerimientos de confort y seguridad son distintos para un usuario y otro, los rebajes son distintos según el caso. De este modo, se establece rebaje a nivel de calzada (0,0 cm) en cruces peatonales y de ciclovías, y entre 3,0 y 5,0 cm en accesos a la propiedad y estacionamientos. La materialización del rebaje se hará con elementos de hormigón prefabricado u hormigonado *in situ*, de similares características de calidad que la usada en la sección normal. En la lámina 2.2-23 se presenta las dimensiones para rebajes de soleras tipo A. La conexión con la solera tipo proyectada se hará mediante una transición de hormigón *in situ*. La construcción de los cruces peatonales se hará según lo descrito en 3.6.5.03.

ii) Tipo Zarpa

Dimensiones especificadas en lámina 4-203-001-A, del Volumen 4 del Manual de Carreteras, y en lámina 22-23, a continuación. Existen en el mercado otras soleras con zarpa, de uso común, con variantes a dichas dimensiones. Aunque existe, entre las alternativas, aquellas donde la zarpa es una unidad independiente, la cual se adosa a la solera normal, con una longitud libre de la zarpa de 45 ó 65 cm, son recomendables las que constituyen un elemento común, prefabricadas o *in situ*.

Se recomienda el tipo zarpa cuando se planifica una pavimentación por etapas, en que la primera fase se contempla la ejecución de aceras y colocación de soleras, mientras que la segunda se pavimenta la calzada. Las zarpas prefabricadas no deben tener una longitud menor a 0,5 m ni mayor que 1,0 m; cuando son hormigonadas en sitio llevarán juntas cada 3,0 m, excepto cuando vayan adosadas a un pavimento de hormigón en cuyo caso éstas deben coincidir con las juntas de contracción del pavimento. Su función principal será el encauzamiento de aguas superficiales. Se recomienda el tipo zarpa para uso tanto en la zona Norte, Centro y Sur (Ref: Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones).

Sus usos son similares a los del tipo A y B. En ciclistas puede consultarse solera con zarpa pero rebajada, de altura libre menor (entre 5 y 8 cm), por las mismas razones expuestas que para la solera tipo A.

iii) Tipo Bordillo

Elemento de hormigón, generalmente prefabricado. Corresponde a aquellos elementos de altura libre reducidas y canto redondeado o de cara frontal con inclinación 1:1,2, según lo indicado en la lámina 2.2-23. Se dispone en reemplazo de la solera tipo que se esté usando, lo cual reduce la gravedad de eventuales impactos por parte de vehículos sobre la solera.

Se recomienda su uso en las puntas de islas, medianas, bandejes o bifurcaciones, siempre y cuando la evaluación que se haga de la geometría, ubicación y uso de la zona afectada, concluya que resulta particularmente riesgosa para los vehículos y no representa riesgos para los peatones rebajar el nivel de la plataforma en cuestión.

iv) Tipo Montable

Elemento de hormigón prefabricado. Tal como el nombre lo indica, se trata de soleras sobrepuestas en el pavimento existente, fijadas mediante clavijas, si se trata de pavimento rígido (hormigón), o adhesivo, si el pavimento es flexible (asfalto), preservando el existente. Se aplica esta técnica ya sea porque no se desea romper éste y/o porque las características del flujo que circula por la calzada colindante lo permite, como por ejemplo ciclistas generadas a partir de calzadas existentes. En otras ocasiones, cuando se desea generar un separador físico entre pistas de distinta naturaleza (véase 3.3.4), también puede usarse soleras montables, como por ejemplo en una vía exclusiva para buses, para separar las pistas de ésta con la pista para vehículos particulares.

En general se recomienda para calzadas de poco tránsito o para requerimientos específicos, como los mencionados anteriormente u otro que el especialista considere oportuno. Actúa como elemento de contención. Las dimensiones especificadas en la lámina 2.2-23, corresponden a la de la lámina 4-203-002 del Volumen 4 del Manual de Carreteras.

v) Tipo Solerilla

Elemento prismático de hormigón, generalmente prefabricado. Su canto superior puede ser redondeado o biselado. Se utiliza principalmente como contención lateral en pasajes, calles-vereda, estacionamientos; contención de elementos prefabricados como baldosas, adoquines y empedrados; definición de áreas verdes en aceras y paseos, delimitación de tazas de árboles y jardines, etc. En la lámina 2.2-24 se presentan los diseños más usados.

vi) Tipo Barrera

Elemento de hormigón, generalmente prefabricado. Se recomienda para evitar que un vehículo se salga del cauce de circulación, reduzca la velocidad y se reorienta. Se pueden adoptar sobre estas barreras dispositivos de seguridad peatonal como vallas u otros elementos similares que cumplan la función de impedir el paso de los peatones y encauzarlos a zonas destinadas para tal efecto.

A diferencia de las soleras tipo mencionadas en el presente tópico, este elemento no coincide estrictamente con el concepto de solera, por cuanto opera más bien como separador infranqueable (aun cuando existan de dimensiones que sí lo permitan) y no según las funciones tipificadas para soleras. Se pueden distinguir barreras rectas y especiales.

Las barreras rectas son utilizadas principalmente como barreras de seguridad laterales (2.3.1.02) de calzada en vías expresas o troncales mayores, en accesos a pasos a desnivel y como parapetos de construcciones cercanas a la calzada. También como elementos de seguridad en zonas de corte o terraplén cercanas a la calzada, en vías de cualquier categoría que tengan estas características. Por último, también se recomienda usarlas a los costados de las calzadas en curvas pronunciadas, luego de un tramo recto en vías de categoría expresa o troncal.

Las barreras especiales se utilizan principalmente como separadoras de flujo de tránsito de sentido opuesto, barreras medianeras (2.3.1.03), para evitar choques frontales, o para reorientar a los vehículos que se salgan de la pista de circulación, sin ocasionar daño debido a la forma geométrica de la barrera que permite la absorción de la energía de impacto de los neumáticos y no de la carrocería. En la lámina 2.2-24 se presentan diseños típicos de barreras rectas y especiales.

vii) Tipo A aumentada

Se define este tipo de solera que tendrá las mismas dimensiones de la solera tipo A, pero con una altura libre de 20 cm y será de uso exclusivo para zonas de paraderos con refugio peatonal. La mayor altura se establece para mejorar el acceso a los medios destinados al transporte público y para evitar que las aguas superficiales inunden las zonas destinadas a la espera y acceso de los peatones.

viii) Tipo Resalto

Elemento de hormigón, generalmente prefabricado. A diferencia de las anteriores, el resalto opera de manera distinta, por cuanto no es un elemento que, dispuesto colinealmente, delimita superficies de distinto uso, sino más bien resalta superficies de riesgo para un vehículo. Su principal función es de demarcación, dispuestos transversalmente al sentido del flujo, como elemento preventivo, para advertir al conductor de la presencia de zonas no transitables, definiendo una banda lateral (como separador de flujos opuestos o sobre la berma) o superficie (puntas de isla retranqueadas). Sus dimensiones y características de uso están normadas en el Volumen 4 del Manual de Carreteras, Lámina 4-203-003, y se presenta su sección tipo en la lámina 2.2-25.

ix) Otros Tipos

Existen otros tipos de soleras en el mercado que se diferencian de las mencionadas anteriormente porque se busca resolver situaciones específicas de un proyecto. Algunas de ellas puede consultarse en la lámina 2.2.25.

Lámina 2.2-22
Soleras Normales: Tipos A, B y C

TIPO A

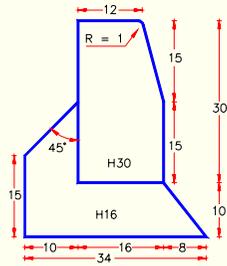


Lámina 4-203-001-A
(Volumen 4 Manual de Carreteras)
L. máx. 1,0 m.
ALTO ≥ 30 cm.
ESPESOR BASAL ≥ 16 cm.
CORONAMIENTO ≤ 12 cm.
CANTO $\left\{ \begin{array}{l} \text{Redondeado (Volumen 4} \\ \text{Manual de Carreteras)} \\ \text{Recto (mercado)} \end{array} \right.$

TIPO B

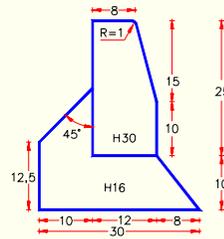


Lámina 4-203-001-A
(Volumen 4 Manual de Carreteras)
L. máx. 1 m.
L. normal 50 cm.

TIPO C

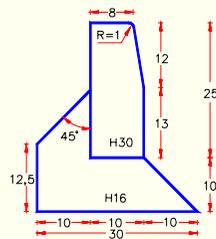
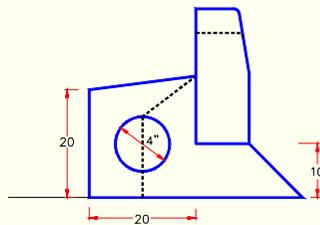


Lámina 4-203-001-A
(Volumen 4 Manual de Carreteras)
L. máx. 1,0 m
L. normal 50 cm

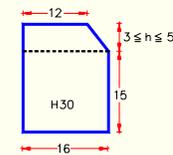
SOLERA CON DUCTO PARA CABLES



La sección tipo de la solera puede ser cualquiera: normal o especial, rebajada o de altura común.

Lámina 2.2-23
Soleras Especiales: Rebajada, Zarpa, Bordillo y Montable

TIPO REBAJADA



Línea llena: accesos a la propiedad y estacionamientos ($3 \leq h \leq 5$ cm)
Línea seg.: cruces peatonales y ciclovías ($h=0$ cm)

TIPO ZARPA

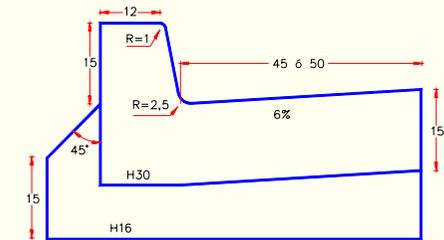
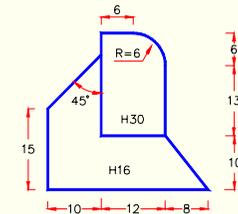
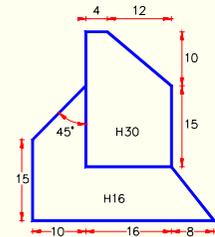
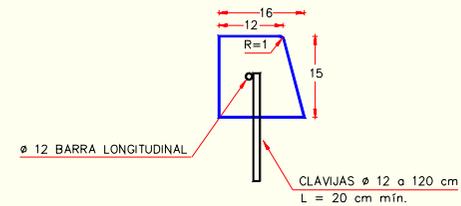


Lámina 4-203-001-B
(Volumen 4 Manual de Carreteras)
L. normal 50 cm.

TIPO BORDILLO



TIPO MONTABLE

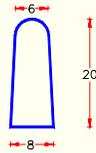


Solución para pavimento de hormigón; para pav. asfáltico puede reemplazarse las clavijas por un adhesivo. La sección tipo de la figura corresponde a la parte libre de una solera tipo A, pero puede ser otra.

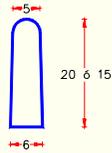
Lámina 2.2-24
Soleras Especiales: Solerilla y Barrera

TIPO SOLERILLA

SOLERILLA
CANTO REDONDEADO

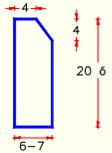
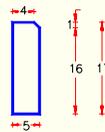


$1,0 \geq L \geq 50$ cm
 ALTURA ≥ 20 cm
 ANCHO BASAL ≥ 6 cm (5 cm)
 CARA SUPERIOR $\left\{ \begin{array}{l} \text{Redondeada} \\ \text{Biselada} \end{array} \right.$



L. normal 50 cm
 L. especial 100 cm

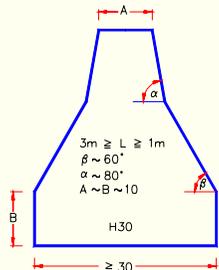
SOLERILLA
CANTO CON BISEL



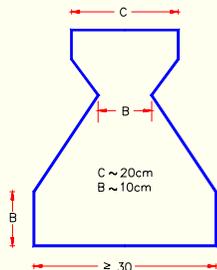
L. normal 50 cm
 L. especial 90 cm

TIPO BARRERA

TIPO BARRERA ESPECIAL

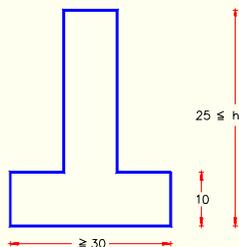


h normal ≥ 25 cm
 h especial ≥ 80 cm

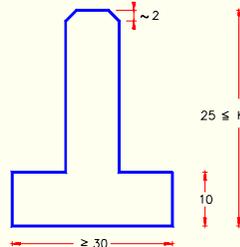


h normal ≥ 25 cm

TIPO BARRERA RECTA



$25 \leq h \leq 80$



$25 \leq h \leq 80$

Lámina 2.2-25
Soleras Especiales: Resalto y Otras

TIPO RESALTO

Lámina 4-203-003
 Volumen 4 Manual de Carreteras

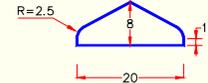
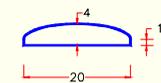
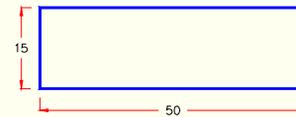


Lámina 4-203-003
 Volumen 4 Manual de Carreteras

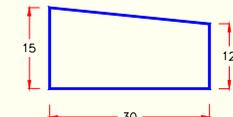


OTROS TIPOS

SOLERAS ESPECIALES DE CONTENCIÓN

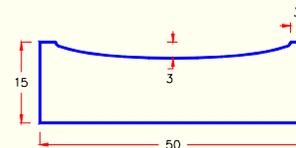


LONGITUD SOLERA = 50 cm

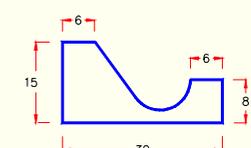


LONGITUD SOLERA = 50 cm

PARA RECOLECCIÓN Y EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS

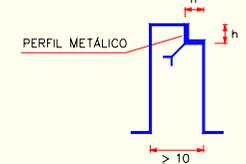


LONGITUD SOLERA = 50 cm



LONGITUD SOLERA = 50 cm

PARA DELIMITACIÓN DE TAZAS CON REJILLA



h, h' depende de la altura del tipo de rejilla
 Hormigonada in situ preferentemente

2.2.5 BORDE DE BERMA Y S.A.C.

Dada la importancia de las bermas desde un punto de vista físico y operacional el borde de berma es una de las principales alineaciones a considerar tanto en su identificación en el levantamiento topográfico como en la definición en la etapa de proyecto.

En la etapa de proyecto tanto la berma como el S.A.C. resulta, por lo general, de una alineación paralela al eje de replanteo.

La descripción y características planimétricas y altimétricas de bermas y S.A.C. se presenta en el tópico 3.3.5.

2.2.6 BORDE DE CALZADA

Se define como borde de calzada a aquella alineación que circunscribe una superficie continua y que delimita en planta las obras de pavimentación proyectadas para uso vehicular.

2.2.7 BORDE DE PAVIMENTO

Para efectos del presente Manual entenderemos como borde de pavimento a la alineación que separa una superficie pavimentada de un terreno natural, sin que se pueda identificar una superficie intermedia, como una berma sin pavimentar, y sin que se encuentre confinado mediante una solera. Esto ocurre principalmente en caminos rurales y ocasionalmente en zonas urbanas, como un estado transitorio en la pavimentación de una vía.

Hay casos donde la calzada presenta una franja de tierra entre una superficie pavimentada y una solera. Según se observe si se trata de un espacio habilitado para berma o corresponde a una futura pista, aún no pavimentada, dicha alineación que delimita ambas superficies será borde de berma o de pavimento, respectivamente.

En la etapa de proyecto la representación en planta de los bordes de pavimento se sustituye por las líneas de solera o borde de berma, y la definición en alzado se resuelve mediante el Diagrama de Peraltes.

2.2.8 BORDE DE ZARPA

Entre las soleras especiales se encuentra la solera con zarpa (ver 2.2.4.05 b.ii.). La alineación borde de zarpa corresponde al borde externo de dicho elemento, adyacente a la calzada y se encuentra tanto en el catastro de la situación actual como en proyecto. En este último caso corresponde a una alineación paralela a la solera proyectada, por lo general a 0,50 m.

2.2.9 BORDE DE VIALIDAD

Cuando se tiene una representación de una zona de estudio sin mucha precisión, obtenida por ejemplo de una aerofotogrametría, y se desea hacer un ajuste del proyecto al terreno, se puede hacer un levantamiento topográfico de mayor precisión de ciertas alineaciones,

como ejes o bordes de pavimento o calzada, que empalman con las vías proyectadas y que servirán para efectos de ajustar la planimetría y altimetría del proyecto en su conjunto. Dichas alineaciones se registran como bordes de vialidad.

2.2.10 CURVA DE NIVEL

Se deberá incorporar a la planimetría curvas de nivel que reflejen diferencias de cota de 0,25, 0,50 ó 1,0 metros, dependiendo la cifra definitiva de las pendientes naturales del terreno.

2.2.11 LÍMITE DE OBRA

El alcance de las obras queda determinado por los límites de taludes o cortes que resultan de los perfiles transversales de proyecto. Esta información al ser trasladada a los planos de planta define un conjunto de puntos ubicados en los extremos de las líneas de los perfiles transversales que permiten construir una alineación que abarca la zona de proyecto.

2.2.12 LÍNEA DE FERROCARRIL

Corresponde a una alineación no virtual coincidente con la línea de rieles. Ésta puede ser de terreno o proyectada y por lo tanto su representación en los planos de planta son distintas.

2.2.13 LÍNEA DE TALUDES

En aquellas zonas donde el terreno se presenta en estado natural, sin tratamiento alguno, es necesario recoger información adicional que dé cuenta de la variabilidad altimétrica del terreno. Esta variación de pendientes se presenta básicamente de dos modos: suave o continua y brusca o quebrada. La segunda da origen a las líneas de taludes como resultado de la intersección de planos con pendientes claramente diferenciadas.

En la etapa de proyecto también se definen líneas de taludes como resultado de la proyección en planta de las conexiones de las distintas superficies proyectadas en el perfil transversal con el terreno, mediante taludes y/o cortes. Esta alineación puede coincidir con la línea de límite de obras.

2.2.14 MANTENCIÓN \ REHAB. CALZADAS

Las distintas obras a realizar sobre un pavimento existente deben identificarse tanto en planta como en elevación. La alineación que delimita aquellas superficies en planta corresponde a la línea de mantención\rehabilitación de calzadas.

2.2.15 PUNTO DE COTA

Son puntos que se definen en el levantamiento topográfico cuando sobre el terreno natural se observa ondulaciones, y que sirven de apoyo para definir posteriormente con mayor justeza las curvas de nivel.

2.2.16 PTO. DECAMÉTRICO DEL EJE DE REPLANTEO

Punto referencial que se ubica cada 20 metros sobre el eje de replanteo, a partir de su origen.

2.2.17 PTO. HECTOMÉTRICO DEL EJE DE REPLANTEO

Punto referencial que se ubica cada 100 metros sobre el eje de replanteo, a partir de su origen.

2.2.18 PUNTO KILOMÉTRICO DEL EJE DE REPLANTEO

Punto referencial que se ubica cada 1000 metros sobre el eje de replanteo, a partir de su origen.

2.2.19 PUNTO SINGULAR DEL EJE DE REPLANTEO

Punto que indica cambio de alineación del eje de replanteo. Es, por lo tanto, el punto de tangencia entre las alineaciones que conforman dicho eje. Debe estar debidamente individualizado y registrado en los cuadros de replanteo.

2.2.20 PUNTO DE TANGENCIA EN EJE DE RIELES

Al igual que el eje de una calzada, el eje de rieles lo conforma una sucesión de alineaciones tangentes entre sí. Dichos puntos corresponden a los puntos de tangencia del eje de rieles.

2.2.21 PUNTO DE TANGENCIA EN SOLERAS

Para el replanteo de bordes, especialmente soleras, es necesario identificar en el plano de Geometría en Planta los puntos de tangencia entre las alineaciones que conforman un borde, e incluso, según sea la complejidad del caso, se deberá registrar dichos puntos en un cuadro de replanteo de soleras.

2.2.22 QUIEBRE DE PAVIMENTO

Cuando entre dos superficies pavimentadas se observa un cambio brusco de pendientes, la alineación que resulta de la intersección de ambas superficies se debe considerar en el levantamiento topográfico. En esos casos entrega una información relevante acerca de la altimetría de los pavimentos (bombeos o peraltes, variaciones longitudinales, inclinaciones en cuñas, etc.).

El problema surge cuando estos cambios de pendiente son fuertes, lo que no favorece un tránsito cómodo, e incluso, a mayor variación de pendiente, puede provocar daño al vehículo.

La reglamentación de estas inclinaciones se trata desglosadamente en la Sección 3.1. Pistas.

2.2.23 VÉRTICE DE POLIGONAL

A partir de los vértices de poligonal se construye la poligonal sobre la cual descansará la representación de la topografía y posteriormente el proyecto.

Dichos vértices deben definirse y materializarse según las indicaciones del Manual de Carreteras, Volumen 2, del MOP.

2.2.24 VÉRTICES DE POLIGONAL (MALLA)

La malla que resulta de la unión de los vértices consecutivos de la poligonal es un sistema cómodo de transporte de coordenadas, que permite representar en sus tres dimensiones los elementos del mundo real.

Su importancia radica en que la representación de la topografía y el proyecto descansa sobre este sistema coordinado, por lo tanto, la precisión final dependerá directamente de la precisión de la poligonal.

La normativa acerca de la clasificación, características y precisiones de las poligonales se encuentra en el Manual de Carreteras, Volumen 2, del Ministerio de Obras Públicas.

2.2.25 VÉRTICE PARA REPLANTEO

Al momento de ejecutarse las obras se podrá definir puntos auxiliares que sirvan para el replanteo de los ejes y/o soleras. Estos vértices se definen a partir de la poligonal existente.

La conveniencia de su uso dependerá de la comodidad para el replanteo que otorgue los vértices de la poligonal existente.

SECCIÓN 2.3 ELEMENTOS DE TRÁNSITO

2.3.1 BARRERAS Y DEFENSAS

2.3.1.01 DEFINICIONES

Usualmente, los términos: barrera, defensa y valla, se usan indistintamente para significar elementos que cumplen funciones distintas. Para salvar dicha confusión, en el presente manual nos referiremos a las barreras y defensas como términos de igual significado, refiriéndonos a aquellos elementos orientados fundamentalmente a la seguridad del tránsito vehicular y que se usan tanto como separador de flujos (operando como mediana o bandejón, según sea el caso) o como elemento de contención lateral, y que es materia del presente tópico. Nos referiremos a las vallas como aquellos elementos orientados a la seguridad peatonal y que se trata en el tópico 2.3.12 Vallas Peatonales.

Como ya se mencionó, entre las barreras se puede distinguir dos tipos distintos, según su uso; a saber: barrera de seguridad y barrera medianera, con características de diseño distintas, que resuelven problemas distintos, y que se detallan a continuación.

2.3.1.02 BARRERA DE SEGURIDAD

a) Antecedentes

Muchos accidentes en vías de alta velocidad involucran a vehículos que se salen del camino y chocan con obstáculos tales como árboles, soportes de puentes o que simplemente caen hacia un terraplén profundo. De igual forma, un vehículo que se sale de la pista interior, en un carretera de doble calzada, corre el riesgo de colisionar con un vehículo que transite en sentido contrario.

El riesgo de este tipo de accidentes puede reducirse en forma significativa utilizando barreras de seguridad. El objetivo de la barrera es absorber el impacto con la menor violencia posible.

En ocasiones también pueden introducirse estos elementos para proteger de eventuales impactos a obstáculos dispuestos localmente, como por ejemplo: torres de alta tensión, árboles de importancia, alguna obra de arte relevante, etc.

b) Problemas

Las barreras de seguridad se utilizan para proteger a conductores y pasajeros de accidentes graves.

Se presentan problemas cuando:

- Los principios de diseño no son totalmente comprendidos y se incorporan en la construcción. Por lo tanto, al colisionar un vehículo con la barrera de seguridad éste no es adecuadamente contenido. En estos casos se habrán desperdiciado los costos de construcción.

- Las barreras de seguridad se instalan demasiado cerca del peligro, son muy cortas, o el diseño de los extremos es deficiente, agregando otro peligro serio.

- Las barreras de seguridad están sujetas a daños menores producto de impactos de vehículos y rayaduras. Si no se reparan en forma adecuada, perderán muchos de sus beneficios de seguridad

- Las barreras de seguridad se instalan demasiado cerca del borde de la calzada. Una reducción del ancho efectivo de la calzada aumenta las probabilidades de una colisión entre vehículos que se desplazan en direcciones opuestas, especialmente en vías estrechas.

- Las barreras de seguridad se instalan en lugares donde no son necesarias. Esto puede provocar más accidentes.

c) Recomendaciones

Cuando existe espacio entre la barrera protectora y el objeto a proteger, se deben usar barreras flexibles, tensas en ambos extremos pero flexibles en el medio. Esto permite la absorción de energía por la barrera y por ende, resulta en accidentes menos graves. La construcción debe estar de acuerdo a los requerimientos del fabricante, ya que las tolerancias pueden ser pequeñas para lograr mayor eficiencia en la variedad de tipos de vehículos y condiciones de impacto que pueden ocurrir.

Lámina 2.3-1
Barrera de Seguridad

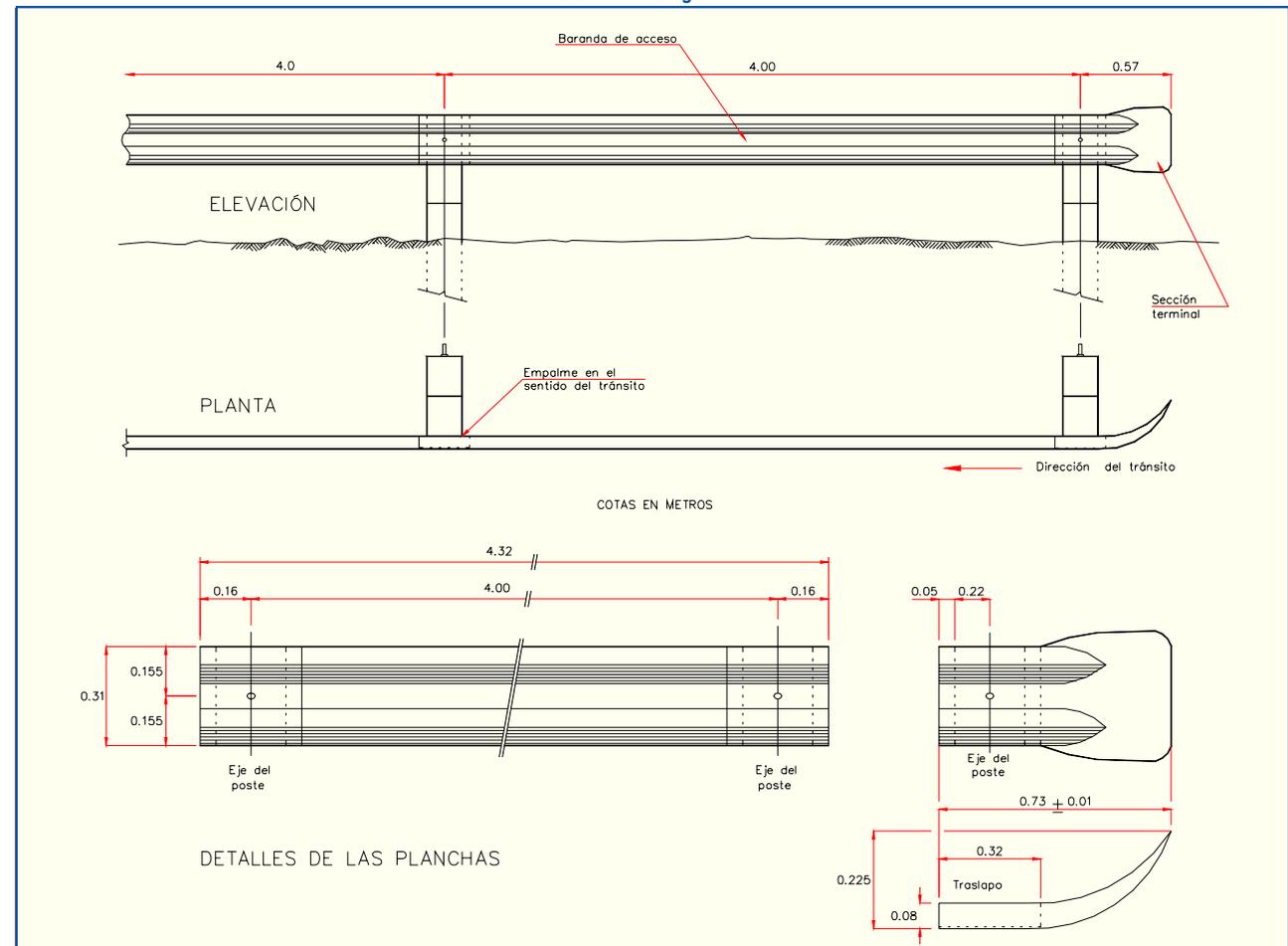
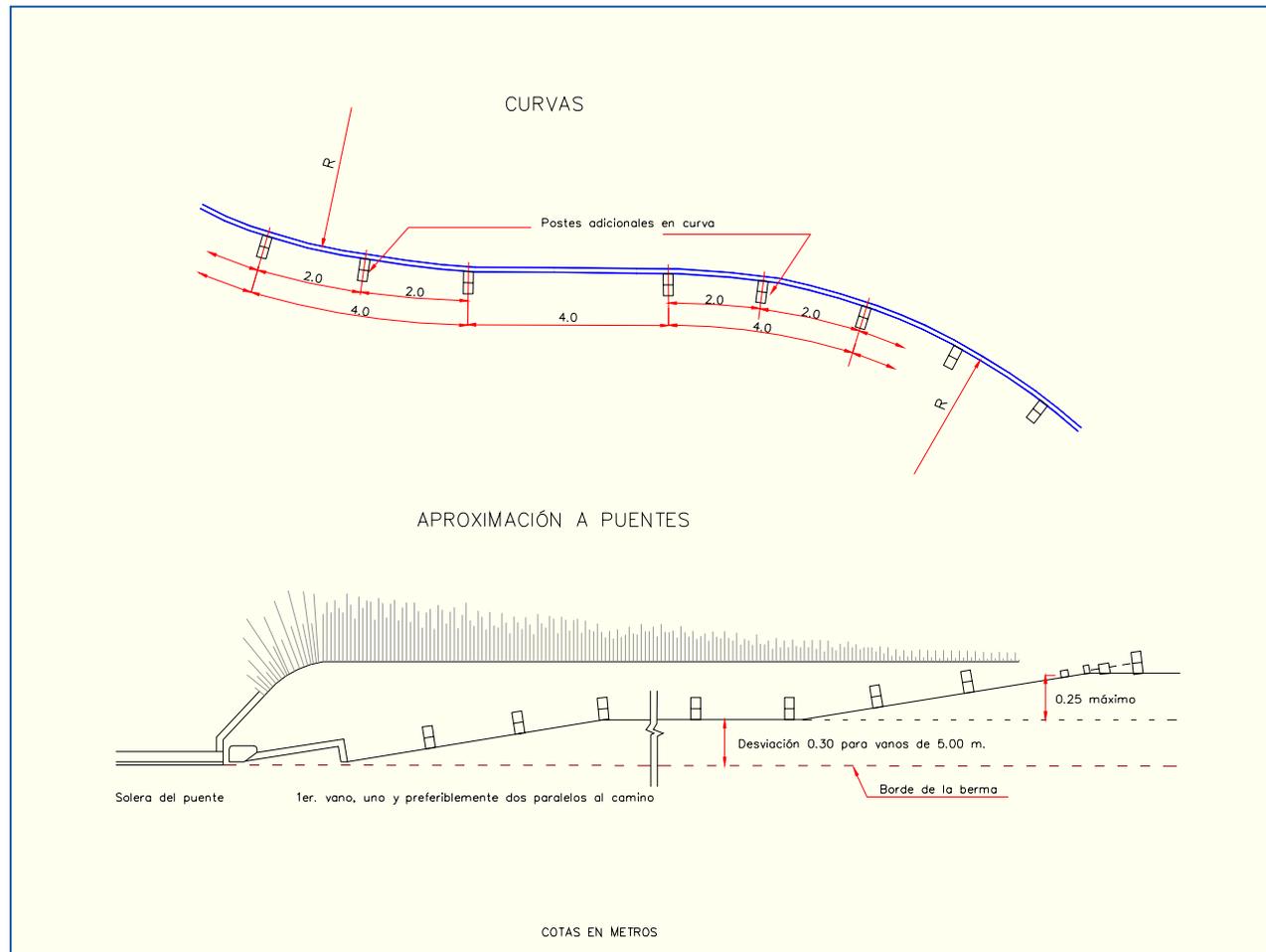


Lámina 2.3-2 Ubicación de Barreras



En las láminas 2.3-1 y 2.3-2 se presenta el esquema de una barrera metálica y su ubicación en curvas y aproximación a puentes, según lo recomendado en el Manual de Carreteras, Volumen 4.

2.3.1.03 BARRERA MEDIANERA

a) Antecedentes

Las barreras medianeras o centrales se utilizan para segregar los flujos de tránsito de sentido opuesto y para desincentivar que los peatones crucen en lugares indebidos. En términos de seguridad evitan colisiones frontales y persuaden a los peatones a usar los cruces peatonales u otro lugar más seguro.

Debe hacerse una distinción entre barreras centrales para orientación del sentido del tránsito, las usadas para la gestión de éste, y las barreras de seguridad, tratadas en el párrafo anterior. Estas últimas deben ser bastante más contundentes, pues su función consiste en devolver al camino los vehículos que se salen de él y absorber gran parte de la energía de colisión. En general, son por lo menos de unos 600 mm de alto, mientras que las barreras centrales para guiar el tráfico pueden consistir solamente en soleras especiales (ver 2.2.4.04 b.vi.) o un riel bajo.

b) Problemas

Los peatones están poco dispuestos a caminar más hacia un lugar seguro para cruzar, y en algunos casos la barrera central sólo tiene el efecto de obligarlos a realizar un peligroso salto o maniobra en el medio de la vía. Las barreras medianeras o centrales pueden restringir la circulación del tránsito en caso de un vehículo en panne o si un vehículo de emergencia necesita abrirse paso en medio de un atochamiento.

Es importante el diseño de los extremos de las barreras, ya que si estos no están protegidos pueden constituir una estructura maciza y potencialmente mortal en el medio de una vía.

Se requieren señalizaciones claras y eficientes y fiscalización para hacerlas respetar. Esto asegurará que los conductores no maniobren -en forma equivocada o deliberada- por el lado incorrecto de la barrera.

c) Recomendaciones

Pueden utilizarse barreras físicas cuando el no respeto de las señalizaciones constituya un riesgo de accidentes graves, y cuando puedan servir para otros objetivos. Estas barreras frecuentemente se ubican en el medio de vías urbanas anchas de varias pistas, e incorporan barreras para peatones. Evitan los virajes en U en lugares inapropiados y, dependiendo de sus características, pueden reducir o eliminar las colisiones frontales. Las barreras medianeras anchas con barreras anti-choque incorporadas, son innecesarias en vías urbanas de baja velocidad.

Las barreras medianeras pueden utilizarse para encauzar a los peatones hacia lugares seguros, donde se provean facilidades especiales. En algunos casos, es recomendable instalar vallas peatonales

Donde no existe espacio para la deflexión, por ejemplo donde el ancho es severamente limitado por un soporte de puente, deben utilizarse barreras rígidas diseñadas adecuadamente (ver 2.2.4.05 b.vi.). Estas no son aptas para vías de alta velocidad, aunque algunos diseños si harán que los vehículos sean devueltos hacia la calzada.

Debe ponerse mucha atención a los extremos de las barreras, los cuales pueden transformarse en un serio peligro debido a su anclaje firme y al hecho de que no están protegidos. La solución más fácil es enterrar el extremo de la barrera en ángulo hacia atrás.

Las barreras de seguridad deben ubicarse lo suficientemente retiradas del borde de la calzada para no transformarse en un peligro para los vehículos que circulan por ella o reducir el ancho efectivo de la calzada. Para vías rurales, la distancia mínima debe ser 0,5 metros, aunque es preferible que sea 1,0 metro. Para vías urbanas, con velocidades bajas, la distancia puede reducirse a 0,33 metros.

El mantenimiento de las barreras es fundamental para mantener su eficacia.

(tópico 2.3.12) sobre estas barreras para evitar que los peatones crucen por encima de éstas. Las barreras medianeras pueden mantenerse en los puntos de cruce peatonal, pero deben ser modificadas para su fácil uso por los peatones.

Debe considerarse el acceso de vehículos de emergencia y de otros vehículos en caso de panne o accidentes. Esto se puede lograr por medio de aperturas estratégicamente ubicadas en las barreras.

Un cuidadoso detalle de terminación de los extremos de la barrera puede reducir el peligro que ellos representan. Esto puede incluir la incorporación de algún tipo de cojín absorbedor del impacto y/o con demarcaciones y señalizaciones de advertencia.

2.3.2 BORDES ALERTADORES

2.3.2.01 ASPECTOS GENERALES

El borde alertador es una línea de demarcación dentada (ver lámina 2.3-3) aplicada al borde o centro de calzada, cuyo objetivo es alertar a los conductores que se están saliendo de la calzada o desviándose hacia la pista contraria en un lugar de riesgo. Al pasar sobre ellas, debido a la vibración, se produce un efecto sonoro dentro del vehículo, lo que hace que el conductor tome alguna acción correctiva. Otros objetivos del borde alertador son mejorar la visibilidad de la demarcación en la oscuridad y bajo la lluvia, pues aquella se proyecta sobre el nivel del agua, y mejorar la óptica visual o delineación del trazado de la vía.

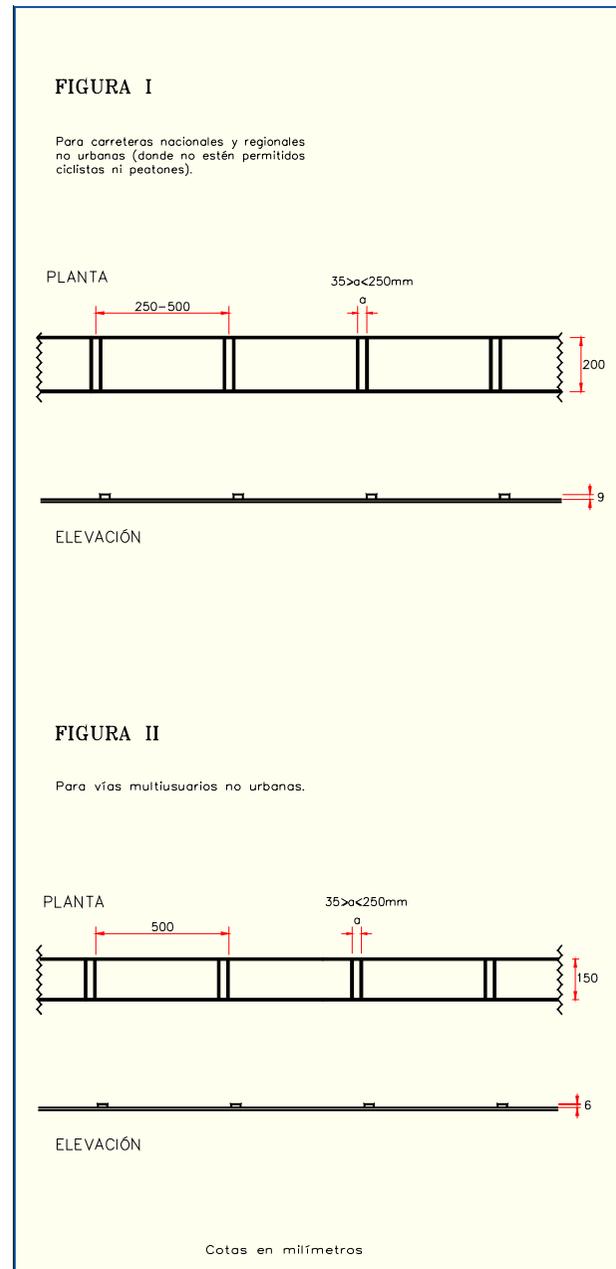
Según antecedentes basados en experiencias internacionales, que demuestran su efecto positivo en la reducción de accidentes, y en un proyecto piloto desarrollado en Chile, la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito propuso ciertas recomendaciones para su instalación, que se resumen en el presente manual.

2.3.2.02 RECOMENDACIONES DE USO

En dos situaciones se recomienda su instalación:

- A lo largo de los bordes de las calzadas de carreteras y en otras vías interurbanas, excepto en donde existan soleras y no haya berma.
- En todos los tramos donde exista línea continua en el eje central, excepto en curvas con menos de 1.000 mts de radio. En los tramos rectos, además de los bordes alertadores en la línea del eje central, deben también instalarse a 50 metros precediendo éstos.

Lámina 2.3-3 Bordes Alertadores



2.3.2.03 RECOMENDACIONES TÉCNICAS

Las siguientes recomendaciones técnicas se basan en normativas del Reino Unido y se resumen a continuación:

a) Materiales

El proyecto piloto desarrollado en Chile se realizó con resina de metacrilato con esferas de vidrio incorporadas (25%) y con postsebrado. Otra alternativa es el termoplástico con esferas de vidrio incorporadas (25%) y postsebrado.

b) Drenaje

Se recomienda dejar intervalos para el drenaje en tramos que tengan una pendiente menor a 1:150 y donde la pendiente de la calzada cae hacia la demarcación.

c) Peatones y Ciclistas

Debe dejarse el espacio requerido cuando existen cruces peatonales definidos, y cuando ciclistas necesitan cruzar el borde vibratorio (desde calzadas laterales).

2.3.3 DEMARCACIONES

2.3.3.01 ASPECTOS GENERALES

La demarcación es un instrumento fundamental en la gestión del tránsito en todo tipo de vías, regulando los conflictos que surgen entre vehículos (de distinto tipo, como autos, buses, bicicletas, y/o entre sí) y entre éstos y los peatones, principal protagonista de la actividad ciudadana. De este modo, la demarcación debe atender las necesidades del desplazamiento de cada uno de estos usuarios y de los conflictos que surgen entre ellos. Es así que se puede distinguir una demarcación propia para el tránsito común, otra específica para el tránsito de buses y una tercera para regular el tránsito peatonal, todas descritas, con mayor o menor desarrollo, en el Manual de Señalización. Habría que agregar una cuarta demarcación tipo, enfocada al tránsito de bicicletas, pero que no existe desarrollada en Chile. En los siguientes párrafos se tratará el tema de las demarcaciones según el enfoque descrito, basándonos en el Manual de Señalización para los tres primeros casos señalados e incorporando una propuesta de demarcación tipo para el tránsito de bicicletas.

En las láminas de demarcaciones para ciclovías se presenta, además de detalles de la demarcación para cruces semaforizados y de prioridad, esquemas de solución tipo que incorpora adicionalmente elementos de señalización y diseño que permiten tener una visión más global del conjunto y así entender mejor el uso de la demarcación específica.

La demarcación de línea segmentada que se hace mención en los párrafos siguientes es del tipo: trazo - espacio - trazo, por ejemplo la demarcación 1m-2m-1m se compone de trazos de 1 m con espaciamiento de 2 m.

2.3.3.02 PARA TRÁNSITO COMÚN

a) Separación de Pistas

Para vías de $V_d \leq 60$ km/h. se emplea la demarcación segmentada 3m-5m-3m y de ancho 0,10 m, y para vías de $V_d > 60$ km/h. se usa la demarcación segmentada 4m-7m-4m, de ancho 0,15 m. Es de color blanco.

En una intersección, cuando exista línea de detención (siempre en cruce semaforizado y en ocasiones en cruce de prioridad), la línea de separación de pista segmentada se reemplaza por una línea continua, en un tramo de 15 a 25 m, manteniendo las características señaladas de las segmentadas.

En condiciones de poca visibilidad se puede reforzar esta demarcación instalando tachas reflectantes blancas, intercalándolas entre los trazos pintados (ver 2.3.10).

b) Aparición/Desaparición de Pistas

Se utiliza la demarcación segmentada 1m-1m-1m. Si $V_d > 60$ km/h., el ancho de la demarcación será de 0,15 m; de lo contrario será de 0,10 m. Es de color blanco.

c) Línea Central

En una calzada bidireccional, sin separadores de flujo, básicamente se presentan dos situaciones: cuando está permitido el adelantamiento a través de la pista de sentido opuesto, y cuando no.

En el primer caso se emplea la demarcación segmentada 2m-3m-2m, con un ancho de 0,10 m., si $V_d \leq 60$ km/h., y 3m-5m-3m, de ancho 0,15 m, si $V_d > 60$ km/h.

En el segundo caso se emplea la línea continua, que indica la prohibición de cruzar el eje de la calzada. En ocasiones, cuando se desea reforzar la presencia del eje y la prohibición de sobrepasarla, esta línea se puede hacer doble. Si es simple, su ancho será de 0,15 m; si es doble será de 0,10 m, separadas por igual distancia.

Al igual que para la demarcación de separación de pistas, en condiciones de poca visibilidad se puede reforzar esta demarcación continua instalando tachas reflectantes de color rojo (ver 2.3.10).

También existe la posibilidad de combinar la línea simple con una segmentada de acuerdo a las condiciones de visibilidad del lugar, de modo de permitir el adelantamiento a los vehículos que tienen la línea segmentada de su lado del eje, sobrepasando dicho eje. Esta línea segmentada debe ser del tipo 1m-5m-1m, y de ancho 0,10 m, y deben estar separadas 0,10 m.

Es de color blanco.

d) No Estacionar

En vías de flujo significativo, con fuerte actividad comercial y con reducidos espacios para disponer estacionamientos (en banda o segregados), en ocasiones se utiliza la calzada para dichos efectos, con

la consecuente disminución de la capacidad de la vía. Pues bien, si se desea reforzar la idea de prohibición de estacionar en ciertos tramos, complementariamente a las señales respectivas (R1-8a ó R-19), se emplea una demarcación que consiste en una línea continua de color amarillo, ubicada a 0,15 m de la solera y de 0,075 m de ancho si aquella es muy larga o de 0,10 m de lo contrario, o aplicada sobre la misma solera (pintando ambas caras libres). Esta demarcación resulta más efectiva cuando tal prohibición quiere efectuarse en tramos extensos. Requiere, eso sí, control riguroso, con grúas y policía, para el cumplimiento de la norma. Si esto no es posible es preferible que no se adopte esta medida.

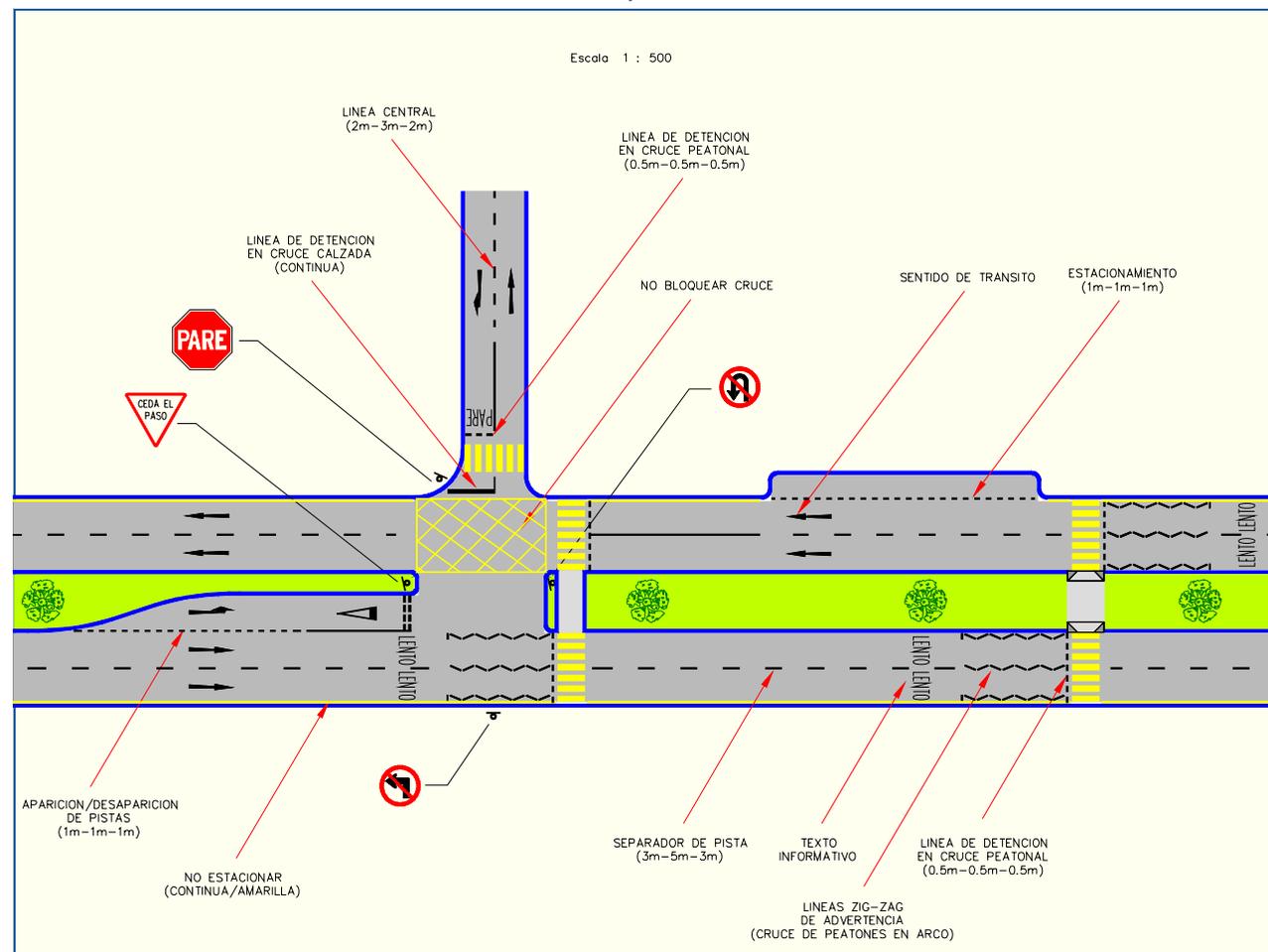
e) Cruce Semaforizado

i) Línea de Detención

Consiste en una línea blanca, continua, de 0,20 m a 0,30 m de ancho. En zonas urbanas se emplea el ancho menor y el ancho mayor en zonas rurales o intersecciones urbanas de relativa complejidad.

A diferencia de los cruces de prioridad, en los cruces semaforizados con cruce peatonal no existe la ambigüedad en la operación, que se produce en los primeros, al existir dos puntos de detención: ante un cruce peatonal (que siempre tienen preferencia) y ante un cruce vehicular (ver cruces de prioridad). En un cruce

Lámina 2.3-4
Demarcaciones para Tránsito Común



semaforizado la detención se resuelve siempre en un mismo punto: antes del cruce peatonal, por lo tanto no se hace necesario diferenciar líneas de detención.

ii) Líneas Trazadoras

En los cruces de gran complejidad y/o de espacios muy abiertos, en ocasiones resulta incierta la trayectoria que debieran seguir los vehículos para cruzar la intersección. En estas circunstancias, es recomendable la demarcación de dichas trayectorias con líneas trazadoras definidas por la demarcación segmentada 1m-1m-1m, de color blanco, de ancho de las mismas características que las líneas separadoras de pista.

f) Cruces de Prioridad

i) Pare

En una intersección no semaforizada y sin cruce peatonal los elementos de demarcación son los siguientes:

- Línea de detención, de las mismas características de las de un cruce semaforizado, pero de ancho único de 0,20 m.

- Texto con la leyenda "PARE", dispuesto entre 2,00 y 2,75 m antes de la línea de detención, en cada pista que enfrenta el cruce.

Ambas demarcaciones son de color blanco y complementan la señal vertical "PARE" (R-1).

Cuando en la intersección existe un cruce peatonal (cebra), éste tiene prioridad por sobre el paso de vehículos, lo que constituye una obligación para el conductor detenerse antes de dicho cruce si hay peatones transitando, independientemente si el vehículo accede por la calzada prioritaria o la secundaria. Ocurre, entonces, el siguiente fenómeno: si el vehículo viene por la rama prioritaria debe detenerse en una ocasión, antes del cruce peatonal; pero si accede desde la rama secundaria, debe detenerse en dos puntos: antes del cruce peatonal y, luego, para ceder el paso a los vehículos que vienen por la calzada prioritaria.

Para distinguir las funciones de cada detención, se propone en este manual demarcar ambas líneas de detención: ante un cruce peatonal con una línea segmentada 0,5m-0,5m-0,5m, y ante un cruce vehicular con la línea continua, descrita más arriba. Ambas de 0,20 m de ancho y de color blanco. La disposición en planta se aprecia en la de la lámina 2.3-4.

ii) Ceda el Paso

En una intersección con ceda el paso y sin cruce peatonal los elementos de demarcación son los siguientes:

- Línea de detención, definida por una doble línea segmentada 0,6m-0,3m-0,6m, separadas 0,30 m, de 0,20 m de ancho.

- Figura Ceda el Paso, dispuesta entre 2,10 y 3,75 m antes de la línea de detención, en cada pista que enfrenta el cruce. De dimensiones especificadas en el Manual de Señalización de Tránsito.

Ambas demarcaciones son de color blanco y complementan la señal vertical "CEDA EL PASO" (R2).

Cuando existe cruce peatonal se aplica el mismo análisis descrito en el literal anterior. De este modo, previo al cruce peatonal, se demarcaría con una línea segmentada 0,5m-0,5m-0,5m, de 0,20 m de ancho, de color blanco, y antes del cruce vehicular, con la línea de detención para ceda el paso, ya descrita.

En la lámina 2.3-5 se aprecia un ejemplo de esta situación.

g) Sentidos de Tránsito

Consiste en flechas, de color blanco y de dimensiones tipificadas en el Manual de Señalización de Tránsito, que indican tanto los sentidos de tránsito como los distintos movimientos permitidos para cada pista en una intersección: seguir derecho, virajes a la derecha e izquierda, y combinaciones de ellos. Para vías con $V_d \leq 60$ km/h. se utilizan las flechas de 4 m y para vías con $V_d > 60$ km/h. se emplean las flechas de 6 m (ver fig. 3.9.2, del citado manual). Se recomienda su uso para la red vial primaria y secundaria.

También en bifurcaciones debe emplearse flechas que informen de la cercanía de la situación, dispuestas al comienzo de las pistas de deceleración. Éstas son de dimensiones y diseños distintos a la anteriores. Para vías con $V_d \leq 60$ km/h. se utilizan flechas de 8 m y para vías con $V_d > 60$ km/h. se emplean flechas de 16 m. También son de blancas y sus dimensiones están tipificadas en el Manual de Señalización de Tránsito.

h) Zonas de Advertencia: Achurado

Se compone de líneas diagonales o quebradas ubicadas en zonas de convergencia y divergencia del flujo vehicular, en los acercamientos a islas y canalizaciones, y en las superficies retranqueadas de las mismas. El achurado es delimitado por líneas continuas que representan los bordes teóricos de las pistas que lo rodean. Su función es prevenir a los conductores la proximidad de islas y bandejones así como canalizar el flujo vehicular. De acuerdo al tipo de elemento que se desea señalar y al sentido de los flujos que lo enfrentan, se definen dos tipos de achurados: en diagonal y en "V".

i) Achurado en diagonal

Se usa en canalizaciones y en islas centrales, cuando los flujos que los enfrentan tienen sentidos opuestos, y en las superficies retranqueadas que se extienden por el costado del separador. Si el separador no se materializa como una mediana, esta superficie se achura totalmente.

ii) Achurado en "V"

Se emplea este tipo de achurado para señalar la presencia de una isla o bandejón cuando los flujos convergen o divergen, es decir, tienen el mismo sentido.

En ocasiones puede ser recomendable destacar estas superficies con tachas reflectantes de color amarillo que indican la presencia de estas zonas (ver 2.3.10).

i) No Bloquear Cruce

Esta demarcación se ubica en las intersecciones donde no se desea que se bloqueen los movimientos que acceden al cruce. Está compuesta por una malla de líneas diagonales de color amarillo, dependiendo su disposición de la geometría del cruce. En la lámina 2.3-4 se presenta un caso típico. Para mayor abundamiento consultar el Manual de Señalización de Tránsito.

j) Textos de Advertencia

i) Lento

Esta demarcación se coloca antes de una señal Ceda el Paso o Pare, siempre que la visibilidad sea inadecuada, o en zonas de velocidad controlada; por ejemplo, en las cercanías de hospitales o escuelas.

ii) No Entrar

Esta demarcación va asociada a una señal vertical "No Entrar" (R-4); se ubica antes de la calzada restringida, eliminándose en caso que exista la demarcación "No Bloquear Cruce".

h) Estacionamientos

i) Comunes

Cuando aparezca una banda de estacionamientos paralela, ésta se demarca longitudinalmente con una línea segmentada 1m-1m-1m. Los sitios no es necesario demarcarlos es este caso. Si los estacionamientos se disponen haciendo uso de un costado de la calzada (sin diseño de una banda adosada), en esta situación es recomendable trazar los sitios con líneas segmentadas 1m-1m-1m.

Cuando esta banda corresponda a estacionamientos en diagonal o ángulo recto, es recomendable demarcar el sitio y no la banda longitudinal, con una línea continua, indicando claramente la disposición de los estacionamientos. El ancho será de 0,10 m y de color blanco.

ii) Para taxis

Cuando se desee delimitar un área para el estacionamiento de taxis debe demarcarse una banda de 2,40 m de ancho, de longitud variable, con una línea segmentada del tipo 0,6m-0,6m-0,6m y de 0,10 m de ancho. Se agrega, además, la leyenda "TAXIS".

Ambas demarcaciones son de color blanco.

2.3.3.03 PARA TRÁNSITO DE BUSES

En la lámina 2.3-5 se presenta un esquema con las demarcaciones para pistas para tránsito de buses.

a) Separación de Pistas

i) Separación pistas "solobús" de las de tránsito común

En vías simples con pistas para buses (4.1.2.02), para separar las pistas "solobús" de las de tránsito común se usa la demarcación continua, interrumpida frente a los cruces.

Cuando se permita el ingreso de vehículos de un tipo de pista a la otra (zona mixta), se deberá emplear la demarcación segmentada 1m-1m-1m, precedida de una flecha que indican el inicio de la zona mixta (tipificadas en el Manual de Señalización de Tránsito).

El ancho de las líneas debe ser de 0,25 m a 0,30 m; y de color amarillo, al igual que las flechas.

ii) Separación de 2 o más pistas "solobús" entre sí

En estos casos se emplea la demarcación segmentada 3m-5m-3m, de 0,20 m de ancho, también de color amarillo.

b) Generación de Pistas

Si en vías simples se genera pistas "solo bus" a media cuadra, ésta debe demarcarse con una línea segmentada 1m-1m-1m, que una el inicio de la línea de separación de pistas de distinto tipo, con la solera, con una inclinación máxima de 1:10. A unos 15 a 30 m antes del inicio de la pista "solobús" debe ubicarse una flecha de advertencia, que indica a los vehículos que no son buses la proximidad de la pista para buses, a la cual no pueden ingresar.

Debe colocarse además la leyenda "Solo Buses" y repetirla después de cada intersección. Si éstas se encuentran a más de 300 m entre sí, debe repetirse la leyenda cada 150 m.

Después de cada intersección, también debe disponerse una demarcación de las mismas características, pero curva, tal como se indica en lámina 2.3-5, y repetirse la leyenda "Solo Buses".

Todas las demarcaciones son de color amarillo.

c) Paraderos

Se emplea la demarcación 1m-1m-1m, de 0,10 m. de ancho y se agrega la leyenda "BUSES".

Ambas demarcaciones son de color blanco.

d) Flechas

Como ya se ha mencionado, la demarcación para buses contempla dos tipos de flechas especiales, la que indica la presencia de una zona mixta, y la flecha de advertencia, que indica la proximidad de una pista "solobús". Ambas son de color amarillo y se presentan en el Manual de Señalización de Tránsito.

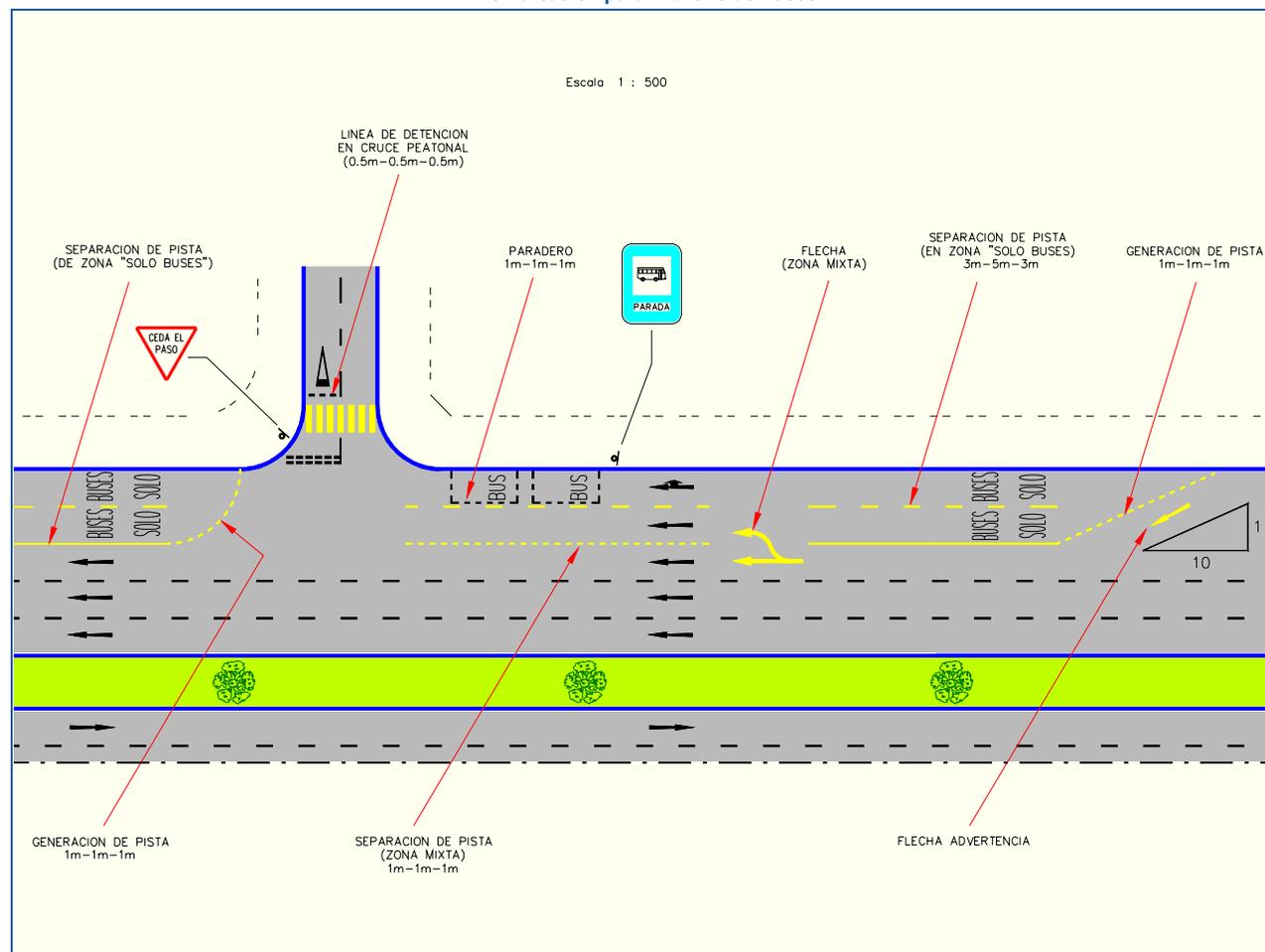
2.3.3.04 PARA TRÁNSITO DE BICICLOS

En Chile no existe mayor experiencia relativa a la habilitación de ciclovías, por ende la tanto la demarcación como la señalización carece de una especificidad que se adecúe a las características funcionales y operacionales de los bicicletas. Ambos instrumentos de control de tránsito están diseñados para responder a las exigencias del flujo vehicular normal y, por lo tanto, resultan sobredimensionados si se desea aplicarlos al diseño de una cicloavía. Los ciclistas no requieren de demarcaciones y señales de las dimensiones usadas para vías normales, fundamentalmente por sus velocidades de operación, sus posibilidades

de mejor visión y por la sencillez mecánica del bicicleta, lo que redonda en una mejor maniobrabilidad del vehículo.

Lo anterior hace recomendable desarrollar una normativa específica que dé cuenta de lo señalado, para lo cual en el presente párrafo se hace una primera propuesta en esa dirección; teniendo en cuenta que se requiere avanzar mucho más al respecto.

Lámina 2.3-5
Demarcación para Tránsito de Buses



a) Cruce Semaforzado

En la figura I de la lámina 2.3-6 se muestra en detalle la demarcación tipo de un cruce semaforizado. Además, en la lámina 2.3-7 se presenta esquemas de solución de una intersección tipo con su demarcación, para ciclista y ciclobanda.

i) Línea de Detención

Cuando se trata de una ciclista, se emplea una línea continua de 0,20 m de ancho, de color blanco, dispuesta a 0,30 m de la línea de cruce peatonal, si lo hay, o a 0,50 m de la intersección, en caso contrario.

En el caso de una ciclobanda, la línea de detención se ubica colinealmente con la de la pista común, si la llegada al cruce se hace conjuntamente.

ii) Borde de Ciclovía

Para flanquear el paso por donde se realiza el cruce de bicicletas, sea ciclista o ciclobanda, se establece una demarcación que consiste en cuadrados de 0,30x0,30 m, separados 0,30 m, de color blanco, dispuestos por el borde externo de la ciclovía.

b) Cruces de Prioridad

Nos encontramos ante las siguientes situaciones: cuando el cruce sea de la vía secundaria o de la primaria. A su vez cada cual puede ser en esquina o en arco.

Cuando la ciclovía cruce la vía secundaria de una intersección de prioridad o una vía secundaria en arco, se propone lo siguiente:

- Establecer la prioridad de la ciclovía, al igual como la tienen los peatones.
- Elevar estos cruces a nivel de la acera, conjuntamente con el paso peatonal, si lo hay.

Lo primero, para mantener la prioridad de la vía secundaria ante cualquier franja de circulación que se le cruce, sea esta una vía primaria, ciclovía o cruce peatonal.

Lo segundo, porque generalmente esta norma no es respetada, principalmente cuando el cruce ocurre en arco o cuando los vehículos acceden a la intersección por la rama prioritaria. Incluso podría pensarse en elevar toda la intersección, incluyendo la zona vehicular, lo que reduciría la incomodidad de la maniobra.

Si bien esta última propuesta parece radical, considerando el mal hábito que existe en Chile de conducir a exceso de velocidad (causa principal de los accidentes de tránsito), es totalmente consistente con la normativa y con la necesidad de controlar la velocidad de los vehículos motorizados en las intersecciones y en algunos arcos de vía.

Por las novedades que resultan de lo anterior, en el presente literal se tratará en forma más completa la solución tipo para las

distintas situaciones que se presentan, abarcando aspectos de señalización y diseño, contextualizando los distintos tipos y usos de la demarcación propuesta.

En la figura II de la lámina 2.3-6 se muestra en detalle la demarcación tipo de un cruce de prioridad. Además, en las figuras II y III de la lámina 2.3-7 y en las figuras I y II de la lámina 2.3-8 se presentan esquemas de solución tipo para cruces de prioridad en arco y en esquina, con su respectiva demarcación

i) En Arco

• En Vía Importante

En estas situaciones, la ciclovía cede el paso, para lo cual se establece una solución que contempla lo siguiente:

- Una línea de detención que consiste en una demarcación especial que regula el conflicto auto-biciclo, formada por triángulos de color blanco, dispuesta a 0,50 m de la vía para vehículos normales, tal como se presenta en la figura II, de la lámina 2.3-6.

- Una figura de bicicleta, de color blanco (ver figura III de la lámina 2.3-9), orientada según el sentido de tránsito y dispuesta en los accesos de cada rama de la ciclovía.

- La demarcación para cruce de ciclovía que define el borde de la ciclovía (ver acápite ii. del literal anterior).

- Una señal especial de "Ceda el Paso" (R-2b), dispuesta en cada rama de la ciclovía, al costado de ella, orientada hacia los ciclistas que se acercan al cruce. Además, una señal reglamentaria para ciclovías (R-40B), en cada acceso, orientada hacia la calzada, para informar a los automovilistas del carácter exclusivo de la vía. Cuando en el diseño se incluya una isleta medianera o separadora, debe colocarse en cada extremo una señal "Paso Obligado" (R-34b). Estas tres señales son especiales para ciclovías, pues son de dimensiones menores y difieren algunas respecto al diseño normal (ver lámina 2.3-14).

- Un par de señalizaciones luminosas (*flashing*), por cada sentido de tránsito, dispuesto a los costados de la calzada, justo antes del cruce de la ciclovía.

- Un área sonora (2.3.5) ubicada a 30 m del cruce, por cada sentido de tránsito, que prevenga a los automovilistas de la cercanía de dicho cruce.

- Una señal preventiva de cruce de bicicletas (P-21), por cada sentido de tránsito de la vía para vehículos normales, ubicada a 50 m antes del cruce.

El cruce se hace a nivel de la calzada.

Entra en este tipo de soluciones, al menos, todas las vías de la red vial primaria y, eventualmente, según una evaluación caso a caso, las de la red vial secundaria.

• En Vía Secundaria

La prioridad en estos cruces la tendrá la ciclovía, por lo tanto, de acuerdo a lo señalados al comienzo del literal, será a nivel de la acera, mediante la construcción de un lomo de toro, tipo cruce peatonal, según se indica en la figura IV, de la lámina 2.3-11. La solución contempla lo siguiente:

- Una línea de detención, orientada hacia la vía secundaria, de iguales características que la señalada en el punto anterior, dispuesta a 0,20 m de la demarcación de borde de ciclovía, tal como se presenta en la figura II, de la lámina 2.3-6 y en la figura III de la lámina 2.3-7. Esta demarcación se dispone sobre la parte elevada de la plataforma.

- Una figura de bicicleta, de color blanco (ver figura III de la lámina 2.3-9), orientada según el sentido de tránsito y dispuesta en los accesos de cada rama de la ciclovía.

- La demarcación para cruce de ciclovía que define el borde de la ciclovía (ver acápite ii. del literal anterior). Esta demarcación se ubica sobre la parte elevada de la plataforma.

- Una señal reglamentaria para ciclovías (R-40B), en cada acceso, orientada hacia la calzada, para informar a los automovilistas del carácter exclusivo de la vía, y la de "Paso Obligado" (R-34b), en cada extremo de la isleta, si la hay.

- Una señal preventiva de cruce de bicicletas (P-21) y otra de proximidad de lomo de toro (P-13a), por cada sentido de tránsito de la vía para vehículos normales, ubicada a 50 m antes del cruce, la primera, y la segunda, a no menos de 20 ó 50 m del lomo de toro, dependiendo si el flujo vehicular viene de o va hacia una intersección normal, respectivamente (ver 2.3.6.04 c.).

- Demarcación de los lomos de toro (2.3.6), pero con refuerzo de dos líneas de tachas reflectantes amarillas en las ramas de la vía normal, tal como se dispone en la fig. II, de la lámina 2.3-15 (ver demarcación de lomos de toro en 2.3.6.04 b.)

ii) En Esquina

• A Nivel

Cuando en una intersección de prioridad, sin paso cebra, la ciclovía cruce la calzada primaria y se evalúe no desnivelarla, ésta debe ceder el paso a los vehículos motorizados.

La solución es similar a la de un cruce en arco de vía importante, pero no habría necesidad de instalar *flashing*s; pues, se supone que en un cruce, aunque sea de prioridad, existe la tendencia a conducir con mayor precaución que en un arco de vía importante.

• Desnivelada

Si corresponde desnivelar la intersección completa o sólo la franja por donde cruce la ciclovía, la solución será similar a la de un cruce en arco de vía secundaria.

c) Línea Central y División de Pistas

Si la ciclovía es bidireccional y con una pista por sentido, la línea central se demarca con una línea segmentada 1m-2m-1m.

Si se contempla más de una pista por sentido, la separación de pista se materializará con una demarcación 2m-3m-2m. En este caso, la línea central será continua.

El ancho será de 0,10 m y de color blanco.

d) Separación de Ciclobandas

En la figura I de la lámina 2.3-9 se muestra la demarcación de ciclobandas, en calzada y en acera.

i) En Calzada

La línea de separación de la ciclobanda y de la calzada será continua, de 0,50 m de ancho y de color blanco. Además deberá disponerse la figura de la bicicleta (ver fig. I, de la lámina 2.3-9) cada 50 m y orientada según el sentido del tránsito, y frente a las bocacalles de calzadas transversales que no cruzan la vía por donde transcurre la ciclobanda.

ii) En Acera

La línea, en este caso, también será continua y de color blanco, pero su ancho será de 0,25 m. Se empleará también la figura de la bicicleta cada 50 m y frente a accesos masivos (colegios, teatros, etc.)

e) Aberturas

En la figura II de la lámina 2.3-9 se presenta las aberturas típicas de la ciclovías, con su demarcación y/o señalización.

i) Accesos a la Propiedad

Los accesos a la propiedad deben contemplar la demarcación de borde de ciclovía (cuadrados de 30x30 cm) en el tramo donde se realice la apertura de la ciclopista o ciclobanda.

ii) Conexiones con la Calzada

En las conexiones simples con la calzada lateral, no se requiere demarcación especial, sólo se dispone de la señal especial, reglamentaria, de exclusividad de la vía para bicicletas (R-40b).

f) Figuras Informativas

Se contempla dos figuras tipo:

- Las flechas de sentido de tránsito, cuyo diseño es similar a las flechas para tránsito común, pero de 2,0 m de longitud.
 - La figura de la bicicleta, cuyas dimensiones se presentan en la lámina 2.3-9, fig. III
- Ambas son de color blanco.

2.3.3.05 PARA TRÁNSITO DE PEATONES

a) Cruce Semaforizado

Se emplea una línea continua, amarilla, de 0,20 a 0,30 m de ancho. Se ubica entre 1,0 y 2,0 m de la intersección y a igual distancia de la línea de detención. Debe definir un paso peatonal entre 2,0 y 5,0 m de ancho. El cruce semaforizado puede ocurrir en arco también.

b) Cruces de Prioridad

i) En Arco

Cuando el cruce peatonal ocurre en arco, debe contemplarse lo siguiente:

- La demarcación cebra, que consiste en franjas paralelas al eje de la calzada, de color amarillo, de 0,30 m de ancho y separadas por la misma distancia, que definen un paso peatonal entre 2,0 y 5,0 m de ancho.

- Una línea de detención segmentada del tipo 0,5m-0,5m-0,5m, de color blanco, de 0,20 m de ancho.

- Líneas de zig zag de advertencia y líneas de término del área de control del cruce cebra, de color blanco, de dimensiones y diseño especificados en el Manual de Señalización.

En la lámina 2.3-4 se muestra un ejemplo de dicha demarcación.

ii) En Esquina

En una esquina sólo se aplica la demarcación cebra y la línea de detención, descritas anteriormente. Ver ejemplo en láminas 2.3-4 y 2.3-5.

Lámina 2.3-6
Demarcaciones en Cruce Semaforizado y de Prioridad para Ciclovías

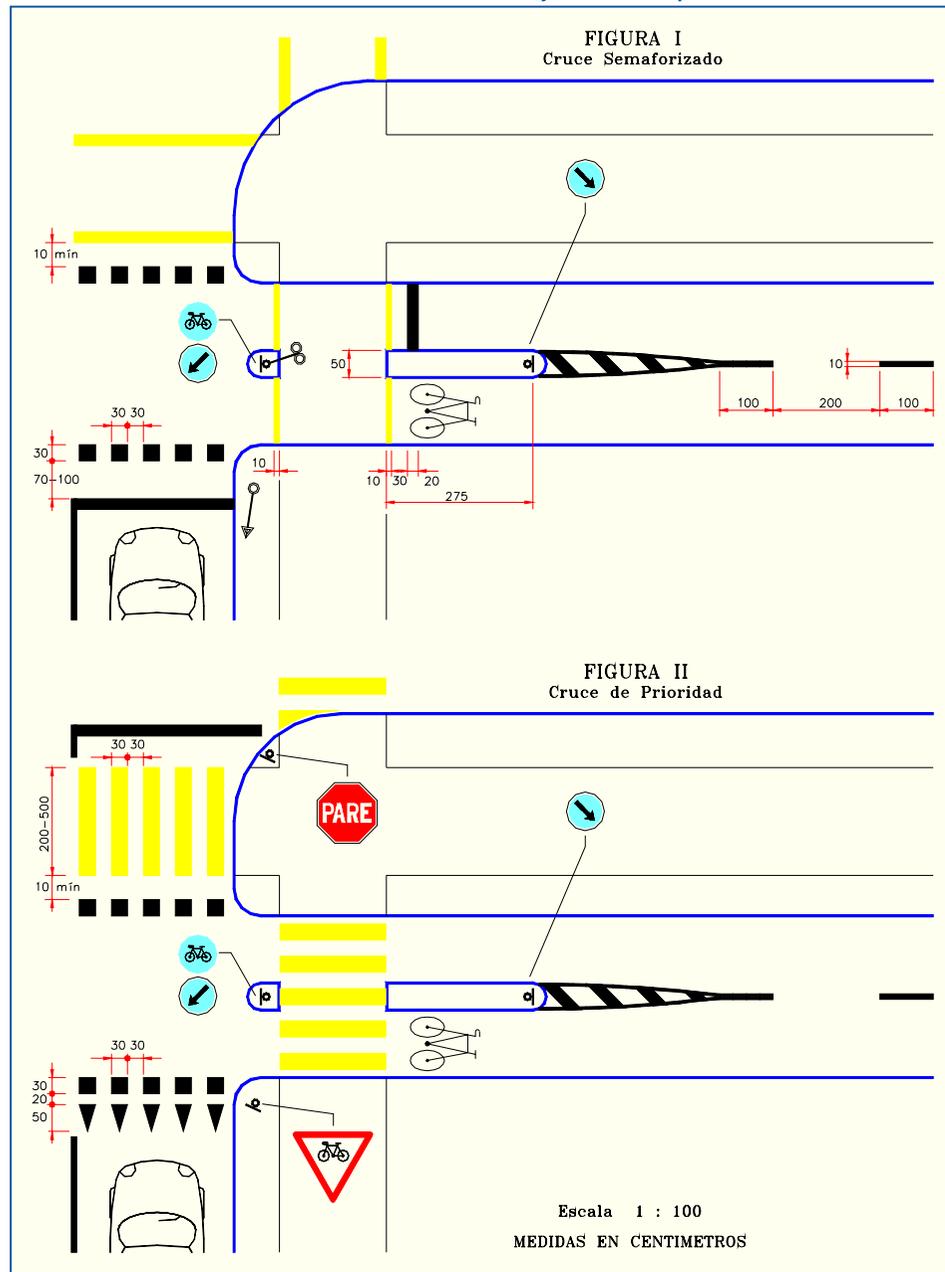


Lámina 2.3-7
Esquemas de Solución y Demarcación para Ciclovías

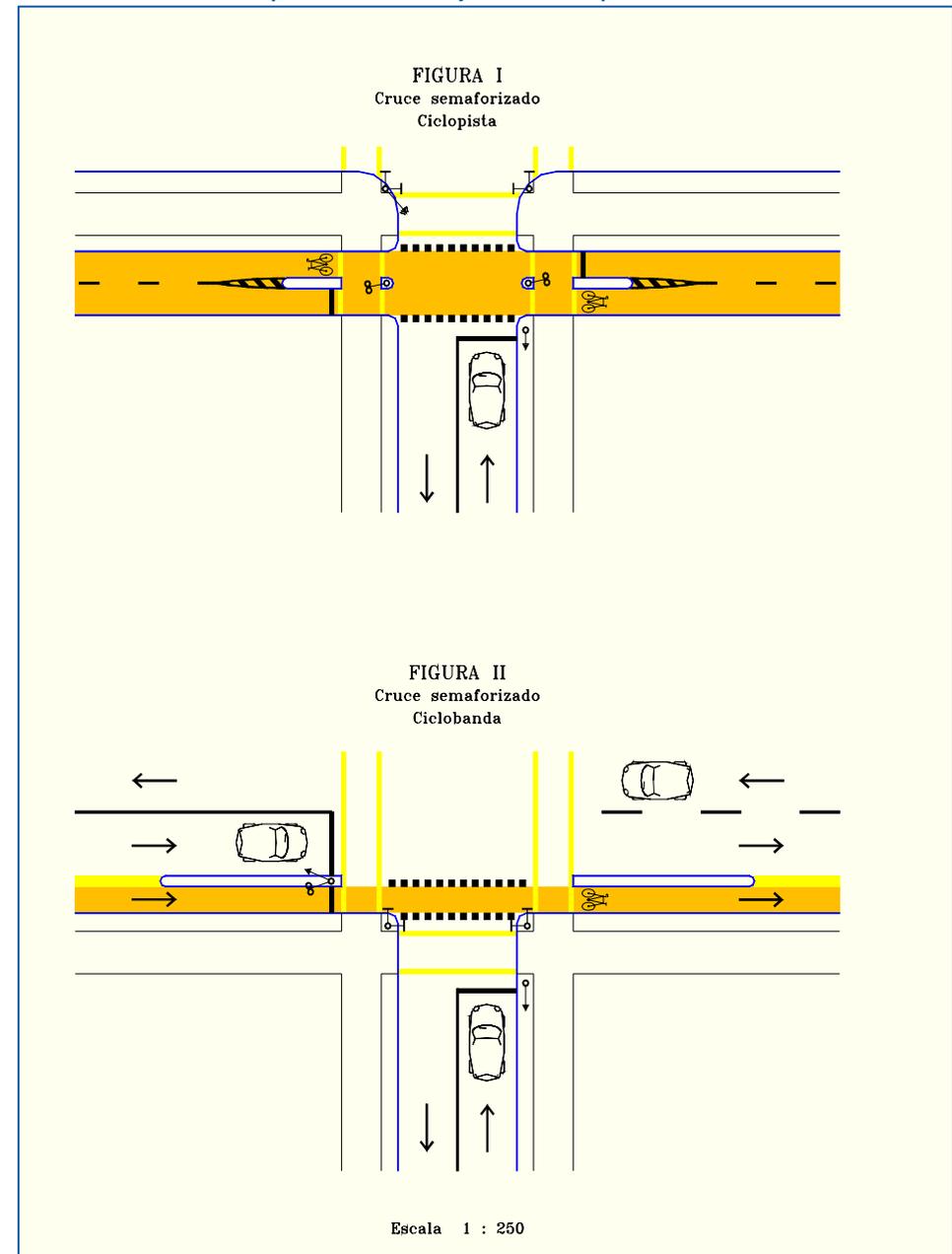


Lámina 2.3-8
Esquemas de Solución y Demarcación para Ciclovías

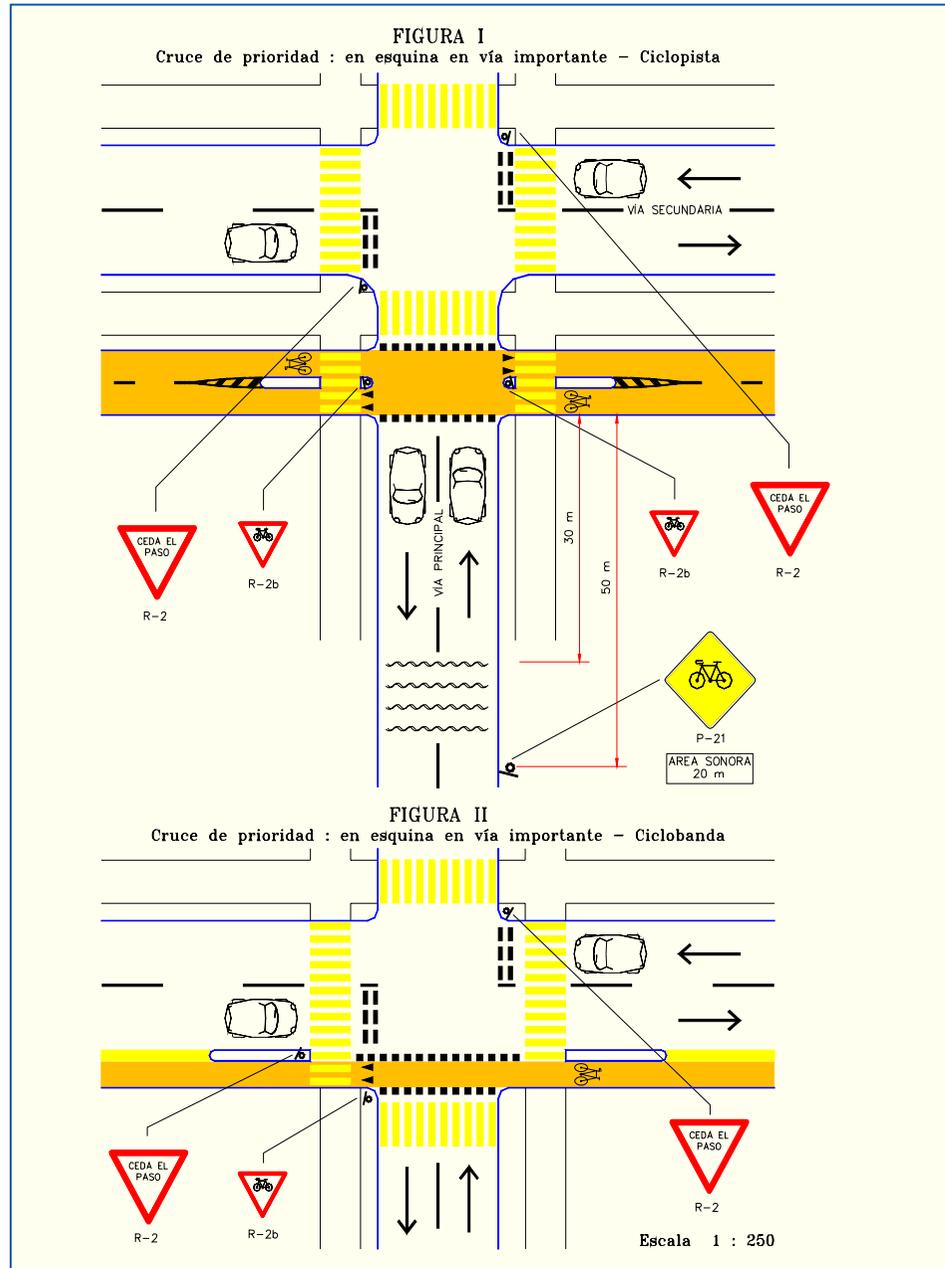


Lámina 2.3-9
Esquemas de Solución y Demarcación para Ciclovías

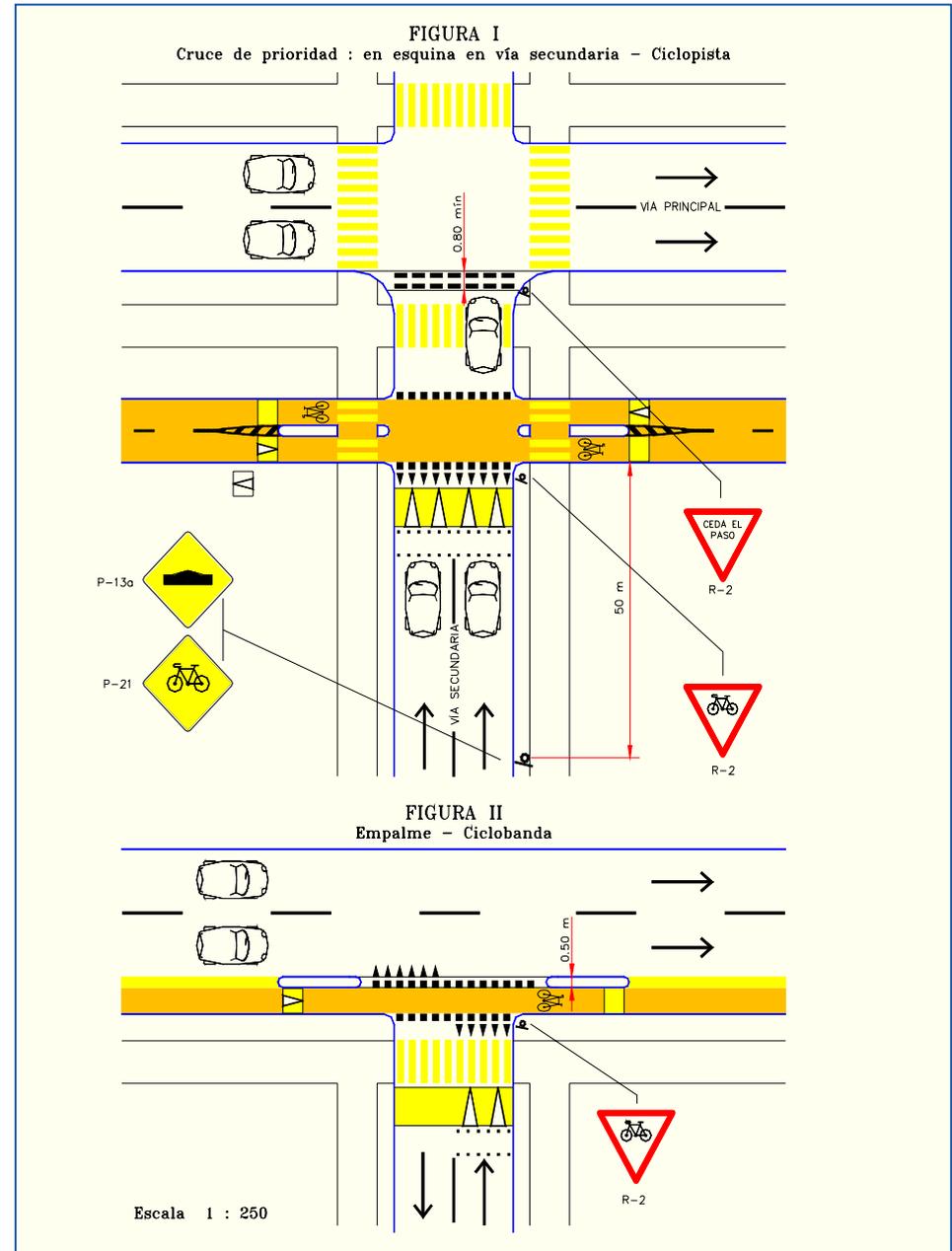


Lámina 2.3-10
Esquemas de Solución y Demarcación para Ciclovías

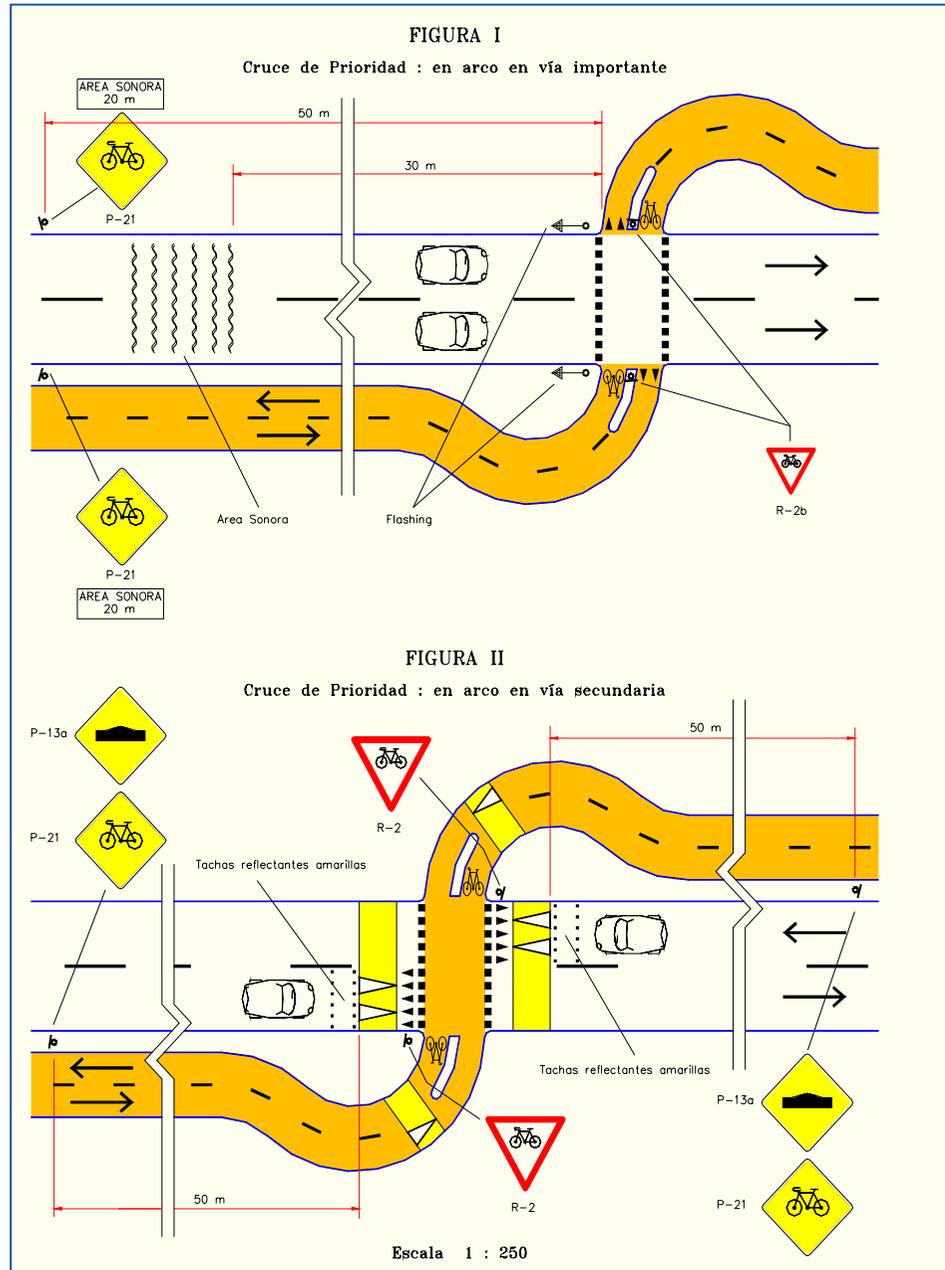
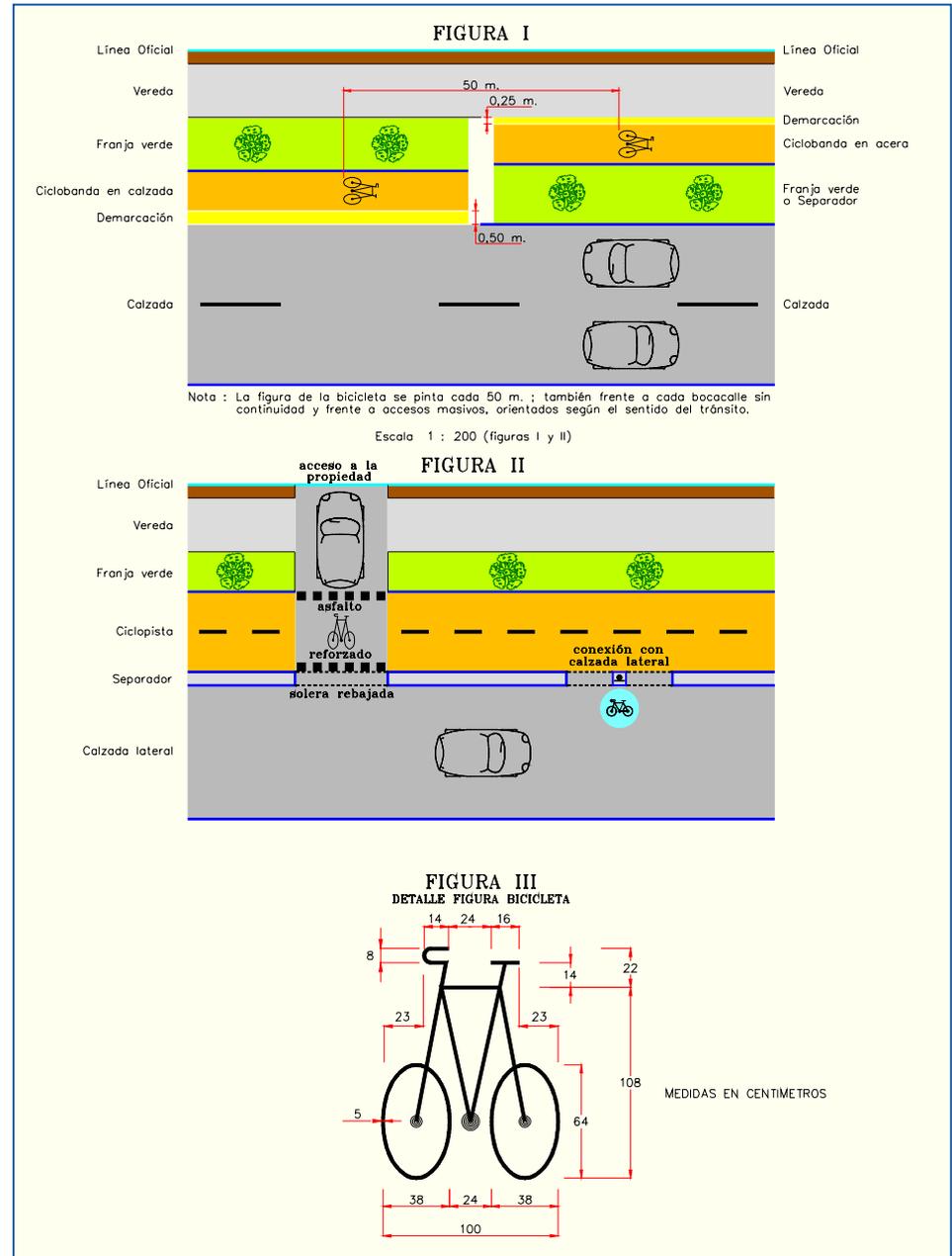


Lámina 2.3-11
Singularidades y Detalles en Demarcación para Ciclovías



2.3.4 DETECTOR VEHICULAR

Es un elemento de detección orientado a proporcionar a un computador información sobre flujos, velocidades, densidades de tránsito y longitud de colas, con el objetivo de realizar un manejo eficiente de los semáforos. El tipo de detector más usado es el de lazo de inducción, que tiene buena confiabilidad en tanto se realice una mantención adecuada. También existen detectores basados en ultrasonido o radar, pero presentan inconvenientes ya sea por su mantención, calibración o emisión de señales incorrectas.

2.3.5 ELEMENTOS SONOROS

2.3.5.01 PROPÓSITOS

Entre los elementos reductores de velocidad se encuentran los elementos sonoros, que si bien no tienen la efectividad de los lomos de toro (ver 2.3.6), constituyen una medida que aporta a la seguridad vial, alertando al conductor de la cercanía o presencia de zonas de riesgo, como curvas o intersecciones peligrosas, o proximidad de escuelas, hospitales, cruces importantes de peatones o de bicicletas en arcos, u otras singularidades en la vía que merezcan un tratamiento similar. La ventaja de estas medidas es que se pueden aplicar en vías importantes (como las de la red vial básica) sin afectar mayormente a la operación de las mismas.

Entre las medidas físicas más aceptadas, según la experiencia internacional, están las áreas sonoras, las franjas sonoras y las barras vibratorias.

Confeccionados con efecto vibratorio y audible alertan a los conductores de que tengan cuidado al acercarse a una zona de peligro. En combinación con un pórtico sobre el camino ellas pueden indicar la entrada a un poblado o el comienzo de una serie de zonas de tránsito lento.

También pueden ser usados para indicar el comienzo de una zona de vía especial, como una calle-vereda.

Además, los elementos sonoros pueden ser usados, en algunos lugares, con la ayuda de señalización vertical, a reducir la velocidad. No obstante, la experiencia internacional indica que cualquier reducción de velocidad obtenida inicialmente, tiende a ser mínima y luego volver a aumentar después. También argumentan que en algunos lugares los conductores han aprendido que acelerar sobre estos elementos disminuye su efecto vibratorio. Por ello, no es recomendable confiar sólo en los elementos sonoros para lograr la reducción de la velocidad.

2.3.5.02 TIPOS

Los elementos sonoros más conocidos son los ya mencionados: áreas sonoras, franjas sonoras y barras vibratorias. Las franjas sonoras y las barras vibratorias son similares en concepto y

diseño, ambas constan de estrechas bandas de material que se disponen transversalmente en la vía.

Una sola franja sonora pocas veces será apropiada. Sin embargo, para que tenga un efecto notorio, será necesario un grupo de al menos 10 franjas. También pueden ser colocadas en series de grupos que consisten en 2 a 5 barras por grupo. El espacio entre grupos es variable.

Las áreas sonoras generalmente son fabricadas de material de textura tosca, pero también son creadas a partir de bloques de pavimento o bloques con grava. Por otro lado, pueden ser dispuestos como una sola área o una serie de áreas. Las áreas simples pueden tener poco efecto, no sólo con respecto a la reducción de la velocidad sino como elemento para alertar.

2.3.5.03 RUIDO

Los elementos sonoros pueden generar considerable ruido en una extensa área dependiendo de la topografía y el ruido ambiental existente en ésta. Las áreas sonoras tienden a ser menos ruidosas que las franjas sonoras y las barras vibratorias, pero tienen un costo de construcción mayor. Para prevenir problemas que se generen por este motivo, y la necesidad subsiguiente de la remoción de dichos elementos, la posible ruidosidad producida por estos elementos debe ser contemplada en el diseño de los mismos. La ruidosidad varía de lugar en lugar, y depende del patrón y tipo de elemento utilizado.

En general, situar los elementos sonoros cerca de zonas residenciales debe ser evitado. No obstante, donde exista conflicto entre seguridad vial e incremento de los niveles de ruido, se debe considerar primordialmente la seguridad contra accidentes; adicionalmente deberán considerarse elementos que produzcan poco ruido, pero esto último no debe ser a expensas de la efectividad de la medida.

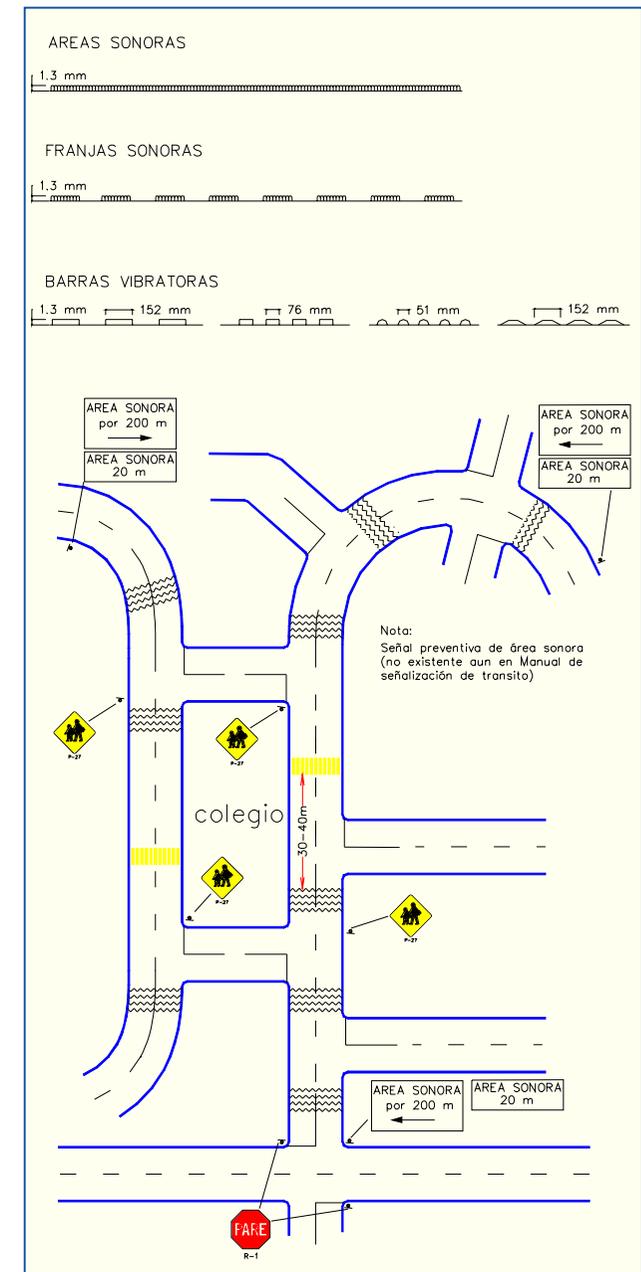
2.3.5.04 PLANEAMIENTO

La elección del elemento sonoro más apropiado dependerá en mayor medida de las circunstancias locales. Lo siguiente debe ser considerado sólo como un consejo general y será modificado cuando sea necesario.

a) Ancho Total o Medio

En vías bidireccionales, sin mediana, los elementos sonoros pueden ser contruidos solamente en la(s) pista(s) del sentido de tránsito que conduce a una zona de peligro, pero, según la experiencia internacional, existirían evidencias de que en este caso los conductores tenderían a atravesar la línea central de la vía, lo cual sería muy peligroso: se agregaría otro problema, sin resolver el primero. Extendiendo estos elementos a todo lo ancho de la vía se evita que suceda esto; sin embargo, será necesario considerar el incremento adicional de ruido que será generado por los vehículos que avanzan por la senda opuesta.

Lámina 2.3-12
Elementos Sonoros



b) Ciclistas y Drenaje

Para permitir el drenaje y ayudar a los ciclistas a evitar estos elementos es recomendable proveer un espacio libre, entre el borde de la vía y el elemento.

c) Apariencia

Los elementos sonoros deberán ser de un color que contraste con la generalidad de la vía, así los conductores podrán verlo desde lejos. El blanco no deberá ser usado, para prevenir confusión con las demarcaciones de la vía. Deberán ser claramente visibles durante la noche, se recomienda para ello usar material altamente reflectante.

d) Localización

Se recomienda su colocación en lugares rurales, cerca de zonas de peligro tales como curvas e intersecciones y, en general, en las cercanías de puntos de conflicto.

Hay evidencias que sugieren no utilizar barras vibratorias en curvas con un radio menor de 1000 m, por el posible peligro de los motociclistas. Los elementos sonoros deberán ser controlados en áreas urbanas por el ruido que pueden generar.

e) Señalización

Deben señalizarse adecuadamente, para lo cual debe diseñarse una señal ad hoc de tipo preventiva, dispuesta a no más 40 m del elemento sonoro. Se puede reforzar dicha señal con una señal informativa ad hoc que indique la distancia del primer elemento sonoro o advierta del inicio de una zona de velocidad controlada con elementos sonoros dispuestos a lo largo de dicha zona. Eventualmente, si se considerase elementos de dimensiones diferentes a las propuestas, requerirían señalización específica.

f) Altura

Para uso normal una altura de 13 mm es la adecuada para indicar mediante señales auditivas y vibratorias del peligro, con la obtención de algún tipo de reducción de la velocidad. Si es usado con otros medios tales como lomos de toro, podrían considerarse alturas menores. En cualquier caso es importante garantizar que las caras verticales no superen los 6 mm. Para áreas sonoras, gránulos de 12 mm sobre resina epóxica, tiene excelentes resultados, cumpliendo con la altura propuesta de 13 mm.

Sin embargo podrían utilizarse elementos que excedan estas medidas, con una justificación adecuada de estas variaciones.

El requerimiento de que no exceda a los 6 mm es muy importante. Alturas mayores podrían provocar problemas de circulación a los ciclistas. Si son usados materiales termoplásticos para construir estos elementos sonoros, ellos conferirían la ventaja de que cualquier cara de los mismos será redondeada.

g) Modelo

Cuando se desee aplicar un patrón en un amplio sector o tramo de vía, éste va a depender de las características físicas, de la

conducta de los conductores y de la particular localización. La distribución irregular entre grupos o áreas ayuda a disminuir el patrón de ruidos generado, lo cual lo haría más aceptable para cualquier vecindario. Decrecer el espacio entre grupos parece ser generalmente lo más efectivo. El número de grupos/áreas y franjas por grupo debe mantenerse en el mínimo. En el caso de las franjas sonoras, alrededor de 50 franjas, divididas en 2 ó 4 grupos normalmente será suficiente. Con respecto a las áreas sonoras, con 4 a 6 áreas serán normalmente adecuadas, aunque donde éstas tengan la forma de estrechas bandas, el número podrá ser duplicado. Normalmente el espacio entre las franjas sonoras dentro de los grupos es de 300 mm. a 500 mm. Un espaciado menor de 400 mm es más aceptable en vías donde el límite de velocidad es menor de 60 k/h. En vías con velocidades mayores, un espaciado reducido hace que los vehículos “floten” sobre las barras, lo cual hace recomendable aumentar la separación al máximo. El modelo de los elementos sonoros deberá terminar dentro de los 30 m de distancia de cualquier peligro asociado a éste.

h) Materiales

De acuerdo a los materiales usados en Inglaterra, las áreas sonoras son considerablemente más baratas que las franjas sonoras. Pues, generalmente éstas son fabricadas fundamentalmente de material termoplástico, que es de alto costo. Su precio por esquema es menor, sin embargo deben ser reemplazados con mucha más frecuencia que las áreas sonoras.

2.3.6 LOMOS DE TORO**2.3.6.01 ASPECTOS GENERALES**

La influencia del exceso de velocidad sobre la ocurrencia y gravedad de accidentes de tránsito se encuentra documentada en un gran número de investigaciones nacionales e internacionales. En efecto, son múltiples las situaciones donde una reducción de la velocidad ha permitido disminuir el número de accidentes y aún más su gravedad y número de fatalidades.

La creciente demanda por soluciones al problema de velocidad excesiva, ha llevado al desarrollo de una gran variedad de medidas reductoras, independientes de la voluntad del conductor, dentro de las cuales destacan, por su eficiencia, los denominados Resaltos o Lomos de Seguridad. Estos dispositivos han sido utilizados exitosamente en accesos a intersecciones con altas tasas de accidentes, en cruces donde es necesario proteger el flujo peatonal y en diversos tipos de vía donde es necesario disminuir las velocidades de circulación vehicular. Así lo demuestran estudios pilotos realizados en conjunto por la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito y la Municipalidad de Santiago, en los que se han alcanzado tasas de reducción de accidentes de hasta un 100%.

Si bien lo anterior muestra que este tipo de reductores constituye un real aporte al mejoramiento de la seguridad vial local, un

incorrecto diseño, ubicación y construcción de éstos puede generar impactos nocivos como, reasignación de flujos no deseados, demoras excesivas y migración de accidentes. Por ello, en base a antecedentes internacionales, producto de más de veinte años de experiencia e investigación, a los referidos estudios pilotos y a normativas nacionales, se han desarrollado los criterios de justificación y especificaciones técnicas presentadas a continuación. Estas servirán de apoyo a las distintas entidades encargadas de la implementación de la medida (Departamentos de Obras y Tránsito municipales, Dirección de Vialidad, Serviu regionales).

2.3.6.02 IDENTIFICACIÓN DE DEMANDA**a) Ubicación**

Este tipo de resaltos apuntan al tratamiento de las siguientes situaciones:

- Cruces regulados por señal de prioridad donde ésta no se respeta y/o se observa exceso de velocidad por la rama secundaria.
- Cruces de vías de acceso o locales no reguladas, donde se requiere reducir la velocidad.
- Cruces y tramos de vía donde es necesario proteger el flujo peatonal.
- Tramos de vía donde se registra exceso de velocidad.

En cada caso, la vía donde se ubicará el resalto no debe tener más de 2 pistas por calzada, y la velocidad máxima permitida no debe ser mayor a 50 Km/hr.

b) Requisitos Básicos para su Instalación

Los requisitos básicos para considerar la instalación de resaltos en un cruce o tramo de vía son:

- Antecedentes estadísticos: Debe registrarse al menos un accidente por año, según estadística de Carabineros de Chile, o en su defecto deben existir denuncias de vecinos o usuarios de la vía y/o encuestas a ellos.

- Visita a terreno: Esta debe ser realizada por personal técnico capacitado, el cual precisará si el exceso de velocidad es efectivamente un factor de riesgo en el sector y evaluará otros impactos del dispositivo, como la reasignación de flujos por vías alternativas a la de ubicación del resalto.

Este dispositivo no debe ser instalado sin una autorización expresa en vías de la Red Vial Básica, la cual es definida por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. En el caso de vías bajo la jurisdicción de la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas, la autorización de construcción debe provenir de esta Dirección. En otro tipo de vías, la implementación de los diseños detallados en este documento es resorte de la autoridad local (Municipios), pues ellos no comprometen la estructura de pavimentos.

Los resaltos no deben ser instalados en puentes u otras estructuras como pasos a desnivel, dentro de un túnel o a menos de 25 metros de estos elementos. Ello por el riesgo de daño estructural que puede causar el impacto de los vehículos sobre el lomo.

2.3.6.03 CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

Los resaltos pueden ser redondeados o planos y deben estar en ángulo recto con respecto al eje longitudinal de la calzada. Para permitir el drenaje de agua se construye una canaleta recortando los costados del lomo adelfaños a las soleras.

a) En Cruces de Prioridad

Para disminuir la velocidad de acceso a un cruce y/o provocar la detención del vehículo que pierde prioridad, se debe utilizar un resalto redondeado, según diseño de figura II de la lámina 2.3-11, ubicado en la vía secundaria. La disposición de lomos en la rama prioritaria genera demoras innecesarias.

No existen restricciones en cuanto a la proximidad del lomo a la intersección, pero para evitar problemas de estabilidad de los vehículos, éste debe estar a por lo menos ocho metros de ella, como se muestra en diagrama.

En el caso de vías bidireccionales, el dispositivo debe estar a más de 20 metros y a menos de 40 metros del cruce. Esto evita la formación de colas que pudieran bloquear la intersección (ver figura I de la citada lámina).

Si en la vía se ubica un paradero de buses a menos de 20 metros de la intersección, el resalto debe desplazarse a lo menos 15 metros antes de dicho paradero, como se detalla en la figura I.

El resalto se justifica en intersecciones con menos de 600 Veh/hr en su rama prioritaria o menos de 150 Veh/hr en su rama secundaria, ambos medidos en las horas de mayor demanda. Para volúmenes vehiculares superiores a esos límites, debe estudiarse la conveniencia de instalar un semáforo.

Las especificaciones mencionadas en este punto son aplicables también a cruces de vías de acceso o locales, no reguladas por señal de prioridad.

b) En Arco

Si se busca reducir la velocidad en un cierto tramo de vía, deben utilizarse resaltos redondeados alargados, según se detalla la figura III. No existen restricciones en cuanto al número de lomos a ser instalados en el tramo, pero la distancia entre resaltos no debe ser ni menor a 20 metros, ni mayor a 150 metros. El primer resalto de la serie no debe ubicarse a menos de 20 metros ni a más de 40 metros de la intersección desde donde proviene el tráfico, como lo especifica la figura I.

c) Cruces Peatonales

Si se busca segregar o proteger el cruce de peatones, se debe utilizar un resalto plano coincidente con el paso peatonal, ver fig. IV. En este caso, el resalto se dispone a nivel de vereda. A fin de prevenir su ubicación en sitios donde no se justifica una facilidad peatonal explícita, este tipo de resaltos no debe ser instalado en vías con flujo vehicular menor a 300 Veh/hr; considerado como promedio de los períodos de mayor demanda. Ello con la sola excepción de que el resalto plano forme parte de un proyecto de diseño y gestión vial urbana a nivel de eje o área.

d) En Vías con Pendiente

En los casos que el resalto se construya en una calzada con pendiente mayor al 10%, éste no debe estar a menos de 20 metros de la cima. Si se proyecta más de un lomo, la distancia de separación entre ellos no debe ser de más de 20 metros.

e) En Cruces Ferroviarios

Se recomienda una distancia mínima de 20 metros entre el resalto y el cruce. Como modelo se recomienda el especificado en la figura III.

**Lámina 2.3-13
Lomos de Toro**

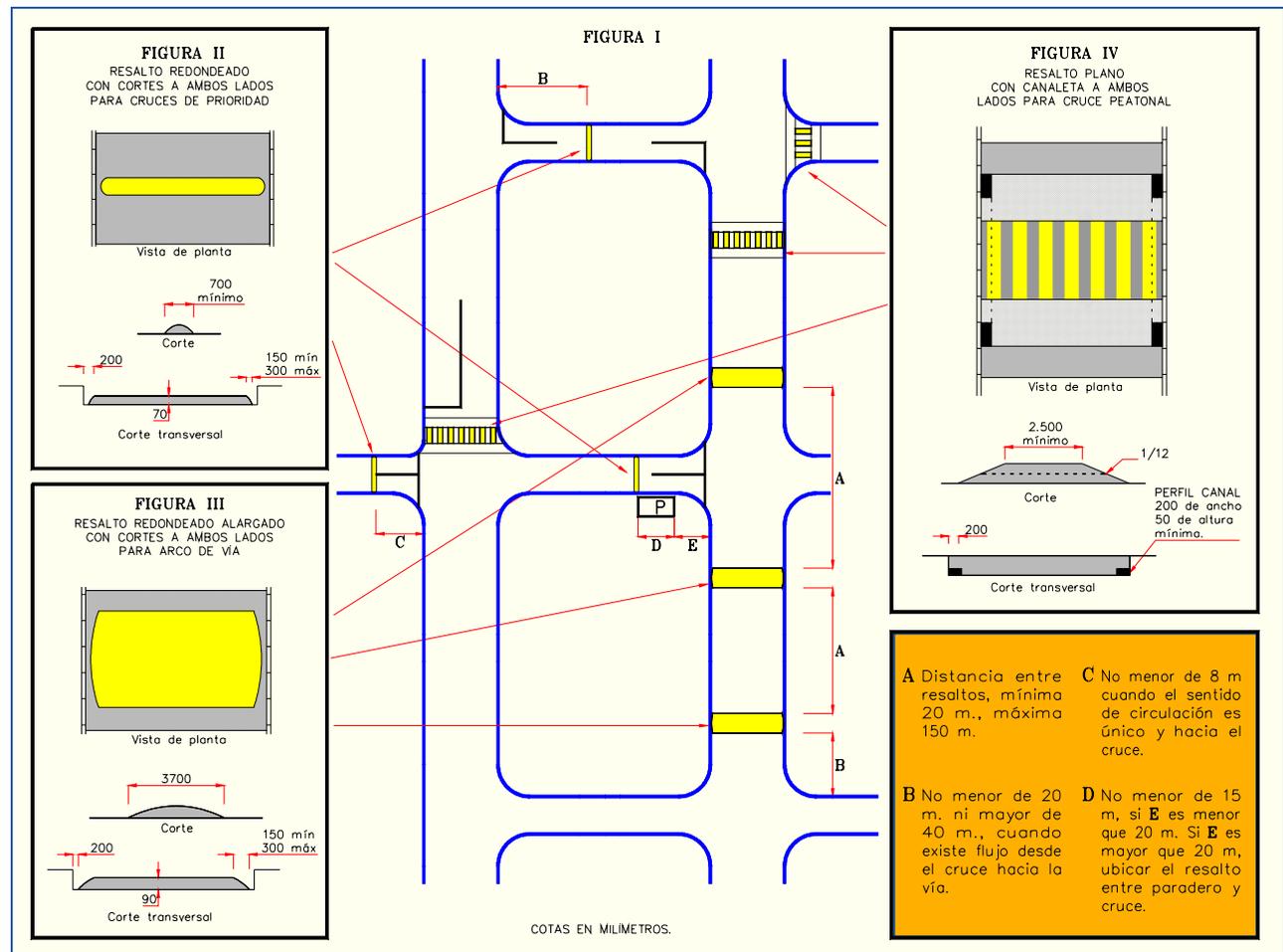
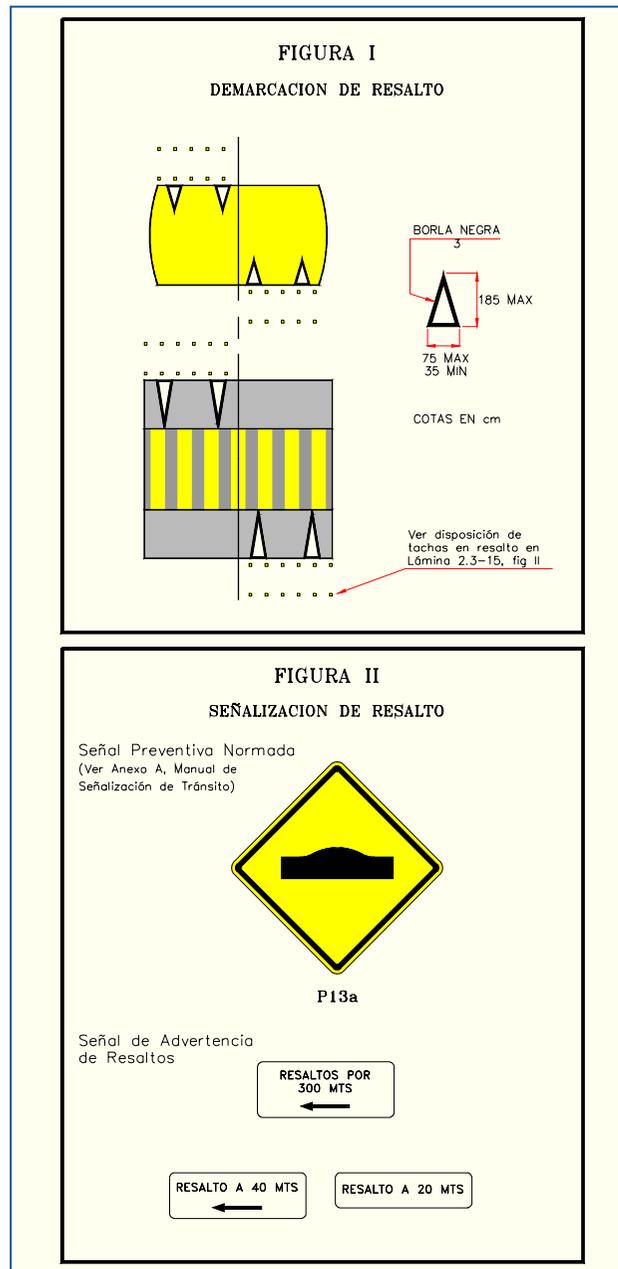


Lámina 2.3-14
Demarcación de Lomos de Toro



2.3.6.04 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Con el objeto de evitar riesgos de accidentes, tanto la construcción, como la señalización y demarcación del resalto son actividades que deben realizarse en forma simultánea; en ningún caso podrán estar desfasadas en el tiempo unas respecto de las otras.

a) Construcción

El resalto puede construirse utilizando concreto asfáltico, con una impregnación bituminosa o riego de liga para la adherencia con el pavimento existente. Para obtener la forma requerida se utiliza una plantilla de madera. Una vez obtenida la forma apropiada, se agrega gravilla para aumentar la rugosidad.

Ya que el dispositivo debe mantener coherencia con el entorno urbano donde se inserta, los materiales de construcción pueden variar, especialmente si el resalto es plano, incorporando adoquines u otros elementos. En estos casos debe tenerse en cuenta que, cualquiera acción que dañe la estructura de pavimentos requiere la aprobación del SERVIU regional. En todo caso, se reitera que los diseños presentados en este documento no comprometen dicha estructura.

Para evitar la acumulación de agua, el lomo debe contar con un sistema de drenaje adecuado. La forma más conveniente es construir una canaleta en el borde de la acera, de acuerdo a las figuras II y III. En el caso de cruces peatonales, resalto plano, dicha canaleta es reemplazada por un perfil canal de 200 mm de ancho y al menos 50 mm de alto, sobre el cual se esparce una capa de concreto asfáltico para ofrecer un cruce seguro a los transeúntes, según se muestra en la figura IV.

b) Visibilidad y Demarcación

El resalto debe ser clara y permanentemente visible, por lo tanto debe ubicarse cercano a un poste de iluminación. Si este último no existe, debe instalarse uno junto al lomo.

No obstante lo anterior, para permitir una apropiada percepción del resalto durante el día, la noche y ante cualquier circunstancia, se deben pintar en él dos triángulos isósceles blancos, cuya altura, medida sobre la superficie del lomo, no sobrepase la línea que determina el cambio de curvatura del dispositivo. Ambas fisuras se demarcan por cada una de las pistas de circulación, con pintura termoplástica, pintura de tráfico reflectante y/o espolvoreando sobre la pintura un material reflectante que no sea cuarzo. Ver figura I de la lámina 2.3-12.

Adicionalmente, es recomendable disponer de dos líneas de tachas reflectantes amarillas, a 0,2 m del pie del resalto la primera y la segunda a 1,0 m de la primera, distanciadas 0,5 m entre sí (ver figura II de la lámina 2.3-15).

En el caso de lomos redondeados, la superficie no cubierta por los triángulos debe pintarse con pintura amarilla del mismo tipo que la descrita en el párrafo anterior.

c) Señalización

Siempre debe advertirse a los automovilistas la presencia en la vía de uno o más resaltos, utilizando para ello la señal preventiva P-13a del Manual de Señalización. Dicha señal puede ser reforzada con una señal informativa que indique la distancia al primer lomo o el largo del tramo cubierto con éstos. Ver figura II de la lámina 2.3-12.

La señal preventiva debe ubicarse a lo menos 50 metros antes del primer resalto, cuando el sentido de circulación vehicular es hacia la intersección; si el sentido de circulación es desde el cruce hacia el tramo, la señal debe colocarse a por lo menos 20 metros del primer lomo.

2.3.6.05 EVALUACIÓN DE LA MEDIDA

Ya que la autoridad local debe hacer un uso eficiente de sus recursos, implementando la medida más apropiada para cada situación, requiere información acerca del grado de éxito alcanzado por los tratamientos adoptados. Para ello es preciso recolectar datos estadísticos de accidentes, que detallen lo ocurrido en el sitio tratado y su sector aledaño, al menos un año antes y un año después de ubicado el reductor de velocidad. Dicha información debe identificar tipología de accidentes, ubicación espacial y horas de ocurrencia. Ella está generalmente disponible en la Unidad de Carabineros cuya jurisdicción incluye los sectores donde se dispusieron resaltos.

Se recomienda además evaluar, mediante encuestas, el impacto que los reductores de velocidad tienen en los vecinos y usuarios de la vía, sean estos últimos peatones, conductores o pasajeros.

2.3.7 PARQUÍMETROS

Como elemento que en ocasiones se dispone como franja en una banda peatonal, para no afectar la capacidad de ésta, se debe considerar una franja continua de 0,5 m adicional a la banda en cuestión.

2.3.8 SEMAFORIZACIÓN

2.3.8.01 CÁMARA DE SEMÁFORO

Este elemento corresponde a la o las cámaras de inspección necesarias a las que concurren las canalizaciones para la conexión, mantención y modificación del cableado de los semáforos entre sí y hacia el controlador. La ubicación de estas cámaras pueden ser sobre la vereda o en la calzada. En el caso de que se ubiquen sobre la vereda, éstas deben quedar fuera del área de tránsito peatonal o en lugares donde no se produzcan accidentes en caso que la tapa de la cámara sea removida. Si la cámara está en la calzada la tapa de ésta debe ser del tipo calzada y estar fuera de la huella de circulación de los vehículos, por lo general se produce esta situación cuando se hacen ensanches de calzadas o modificaciones que dejan en la calzada cámaras que originalmente estaban en la vereda, y económicamente es mejor reforzar la cámara en lugar de construir una nueva.

2.3.8.02 CASETA DE SEMÁFORO

En todo cruce semaforizado el funcionamiento de los semáforos es dirigido por el controlador que asigna los tiempos de cada fase dependiendo del tipo de semáforo que se trate. Este controlador se ubica en una caseta especialmente dispuesta para esto sobre la vereda, en un lugar seguro desde el punto de vista de un posible accidente vehicular, lejos de posibles zonas de impacto y de modo que no obstaculice la visibilidad del conductor. En el caso de controladores antiguos (del tipo electromecánico) se los puede encontrar en pequeñas casetas adosadas a un poste.

2.3.8.03 SEMÁFORO

El semáforo es un dispositivo de control y asignación de paso para vehículos y peatones que acceden a una intersección o cruce, de modo que la operación sea segura y con un mínimo de demoras. Los aspectos que se tratan de optimizar con la instalación de un semáforo son:

- disminución de la cantidad de accidentes.
- disminución del tiempo de viaje..
- ahorro de combustible.
- reducción de la emisión de contaminantes.

a) Tipos de semáforos

- Semáforo de programas con tiempos fijos. En éstos las fases son controladas por uno o más programas que les asignan tiempos fijos predeterminados según la hora en que se encuentre operando el semáforo.

- Semáforo regulado por el tránsito. En este caso se emplea un computador que asigna los tiempos de duración de las fases de acuerdo a la información acerca de demanda de tránsito recogida por los detectores vehiculares, por lo general del tipo lazo de inducción.
- Semáforos interconectados coordinados. Estos se disponen en una red o a lo largo de un corredor y tienen la particularidad que los programas de los semáforos componentes dependen de un diseño predeterminado así como la lógica global del sistema que es controlada por un computador.
- Combinaciones de los anteriores.

b) Ubicación

El semáforo debe ubicarse en un poste especialmente diseñado para ello, a no menos de 0,60 m de la calzada, en un lugar de buena visibilidad, con la parte inferior de éste entre 2,40 m y 4,00 m sobre el nivel de la acera. En caso que el semáforo se coloque sobre un brazo o ménsula, la altura de aquél sobre la calzada debe estar entre 4,50 m y 5,20 m. Para cada calzada que accede a una intersección se debe disponer de dos cabezales, un cabezal primario ubicado a no más de 2,0 m de la línea de detención, y un cabezal secundario situado en diagonal al primario que refuerza la visibilidad de éste (ver Manual de Señalización de Tránsito).

c) Mantención

Como primera medida de mantención periódica se cuenta la verificación de la operación del sistema en cuanto a la programación, control de duración de fases, coordinación. Además de esto se deben considerar acciones de limpieza, reemplazo de lámparas, mantención de cámaras y casetas, así como la verificación de que los cabezales sean fácilmente visibles y no estén obstaculizados por letreros, postes o vegetación.

2.3.9 SEÑALIZACIÓN

La señal vertical es un medio de ordenar y regular la circulación vehicular y peatonal de modo que ésta sea segura y fluida. Como vehículo se debe entender a los motorizados, de tracción animal y humana.

a) Tipos de Señales

De acuerdo a la función que cumpla la señal se han definido tres tipos de señales (ver Manual de Señalización de Tránsito).

i) Reglamentarias (R): indican las limitaciones tanto físicas como reglamentarias que se presentan en la vía. Su forma es circular, con la sola excepción de cuando es preciso agregar un texto adicional en cuyo caso será de forma rectangular. Se exceptúan también las señales PARE y CEDA EL PASO, que son de forma octogonal y triangular equilátera respectivamente. Los colores característicos de estas señales son el blanco, negro, rojo y azul.

ii) Preventivas (P): advierten al usuario la presencia de eventuales situaciones de peligro en la vía. Su forma es cuadrada, dispuesta con una de sus diagonales en forma vertical. Se exceptúan de esta regla las señales CRUZ DE SAN ANDRES y las de BARRERA y DESVIO. Los colores característicos de estas señales son el amarillo y negro.

iii) Informativas (I): su función es entregar información al usuario acerca de datos de interés ya sea de la vía misma, geográficos, de servicios, turísticos, etc. La forma de estas señales es rectangular, con la excepción de la señal para Numeración de Caminos que tiene forma de escudo. Los colores característicos de estas señales son el verde, blanco, azul y negro.

b) Ubicación

La señal debe situarse en un lugar que sea visible a los usuarios tanto de día como de noche por lo cual los materiales con que están hechas deben ser reflectantes. Se colocan formando un ángulo recto con el eje de la calzada. El borde más cercano a la vía debe quedar por lo menos a 0,30 m del borde de la calzada, en tanto la altura desde el nivel de acera al borde inferior de la señal debe ser de 2,0 m.

Para el caso de una ciclovía se debe disponer de señales adicionales similares a las que regulan el tránsito motorizado pero más pequeñas, manteniendo en general las proporciones. Esto se hace como una necesidad frente al vacío existente en cuanto a señalización de pistas exclusivas para bicicletas así como para establecer una diferenciación y no inducir a error al conductor de un vehículo motorizado que enfrenta un cruce donde accede también una ciclovía al confundir la señalización de la pista para bicicletas. Además, dada la baja velocidad de operación, las señales pueden ser vistas a una distancia adecuada para reaccionar a tiempo, sin necesidad de una señal de grandes dimensiones. A esto se agrega el hecho de que por lo general, para este tipo de pistas, se dispone de espacios reducidos como para colocar señales reglamentarias para vehículos motorizados sin que obstaculicen o molesten el paso de los ciclistas.

En la lámina 2.3-13 se muestran las señales disponibles para vehículos, bicicletas y peatones, y en la 2.3-14 se muestra en detalle las señales especiales para ciclovías.

Lámina 2.3-15
Señales Reglamentarias, Preventivas e Informativas

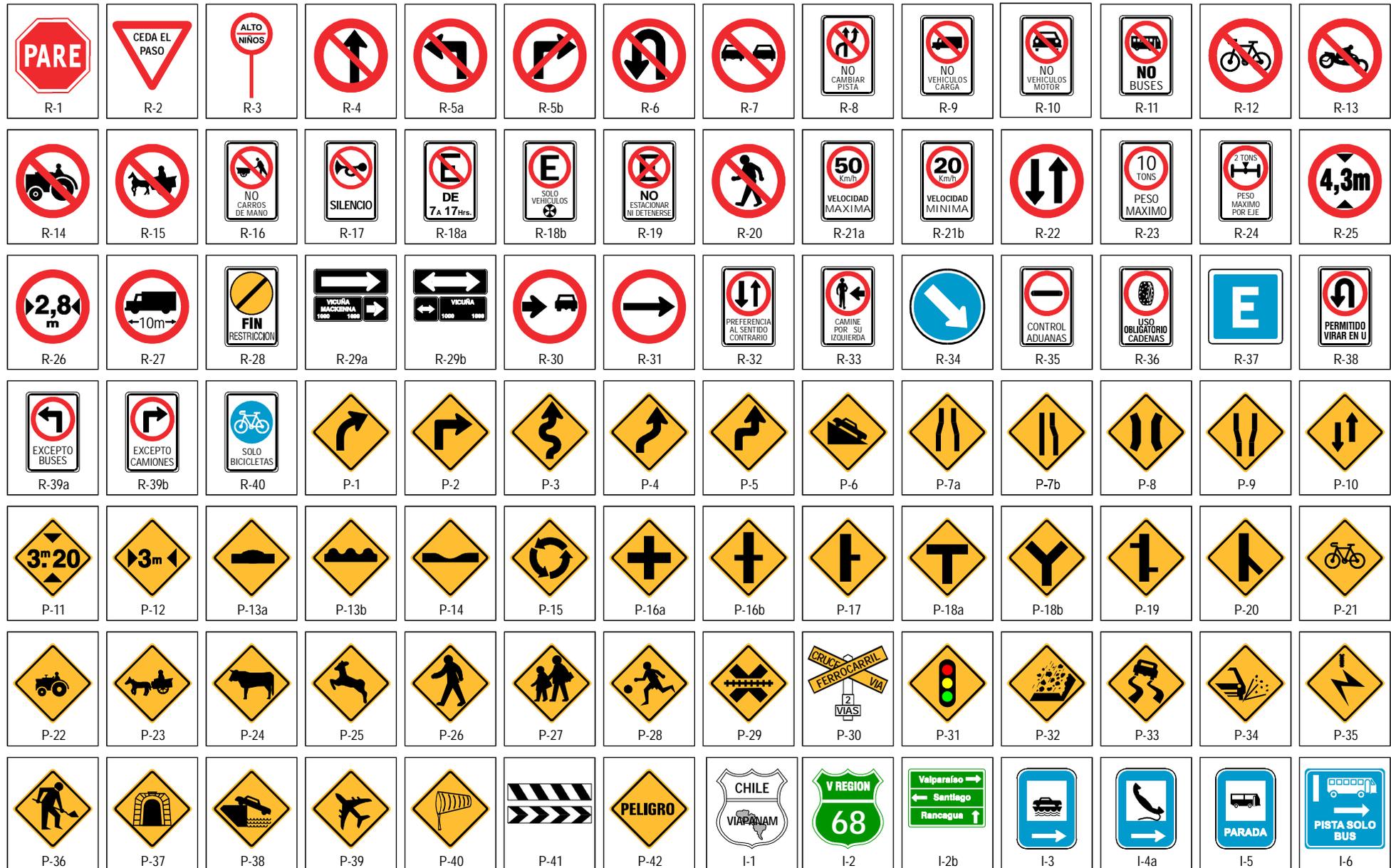
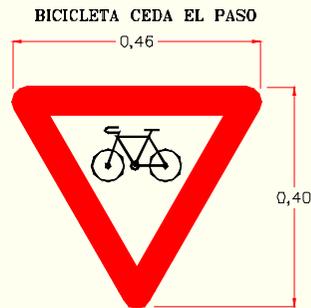
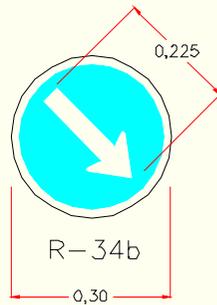


Lámina 2.3-16
Detalle de Señales para Ciclovías



R-2b

PASO OBLIGADO



R-34b

CICLISTAS



R-40b

Escala 1:10

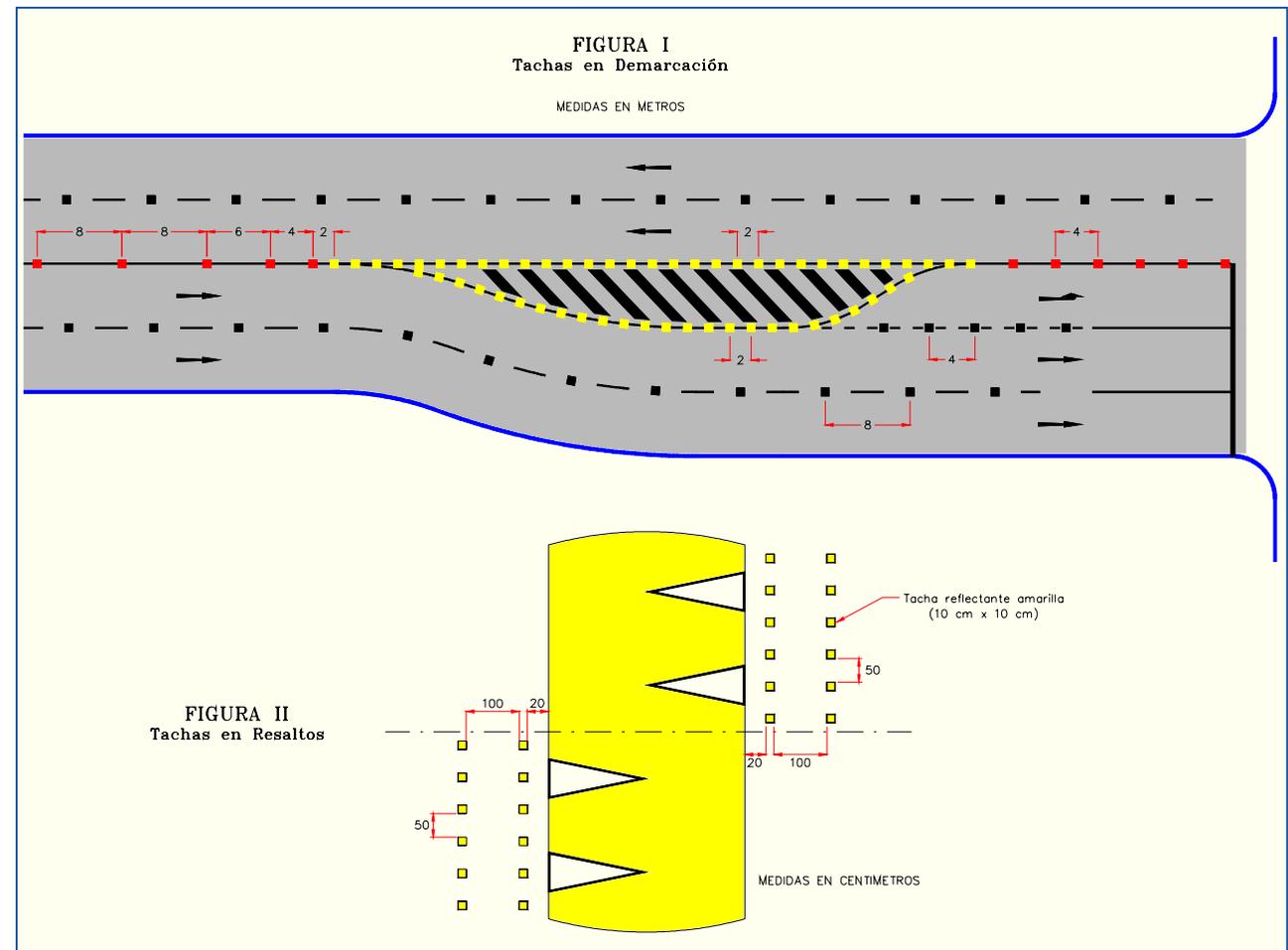
2.3.10 TACHAS O ESTOPERILES

La tacha o estoperil es un pequeño elemento de demarcación en relieve por sobre el nivel de la calzada, se emplea como medio de refuerzo de la demarcación con pintura así como para advertir al conductor la presencia de una singularidad en la vía, por ejemplo una isla o bandejón, lomo de toro, paso peatonal, cruce con ciclovía, etc. Se les puede encontrar con forma de casquete esférico o pirámide truncada; pueden ser reflectantes o no, dependiendo de las condiciones de visibilidad. Los colores característicos y aplicación de estos elementos son:

- Blanco: demarcación de separación de pistas y ejes centrales que pueden ser sobrepasados.
- Amarillo: advierte la presencia de islas o bandejones (líneas de borde de achurados).
- Rojo: demarcación de líneas continuas que no pueden ser sobrepasadas.

En la lámina 2.3-15 se presenta un ejemplo de su uso.

Lámina 2.3-17
Uso de Tachas



2.3.11 TOPE VEHICULAR

La presente recomendación de diseño de topes vehiculares ha sido elaborada a partir de las proposiciones hechas por la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito, a través de su Secretaría Ejecutiva, relativas a especificaciones técnicas de topes de contención vehicular.

2.3.11.01 ASPECTOS GENERALES

La zona destinada al tránsito de peatones en la vía pública es la acera. Por este motivo es generalmente una franja elevada con respecto a la calzada, separada de ésta por la solera. Sin embargo, por diversos motivos, en muchas ocasiones las aceras son invadidas por vehículos motorizados y usadas como área de estacionamiento.

Lo anterior obliga a los peatones a transitar por la calzada, zona destinada a la circulación de vehículos, lo que sin duda constituye una situación de alto riesgo. En Chile este problema es especialmente grave, ya que las personas atropelladas son aproximadamente el 50% del total de víctimas de accidentes del tránsito.

La instalación de estos elementos corrige tal práctica y junto con proteger al peatón contribuye a la expedición del tráfico vehicular, pues al controlar el estacionamiento en zonas indebidas, se evita la obstrucción de vías que este fenómeno suele generar.

2.3.11.02 UBICACIÓN

Los topes deben ubicarse sobre la acera, en forma paralela a la línea de solera, a una distancia entre 30 y 50 centímetros de ella. Para que resulten eficaces no deben estar separados por más de 1,5 metros. Su localización debe responder a un criterio general de dotación de mobiliario urbano en cada sector.

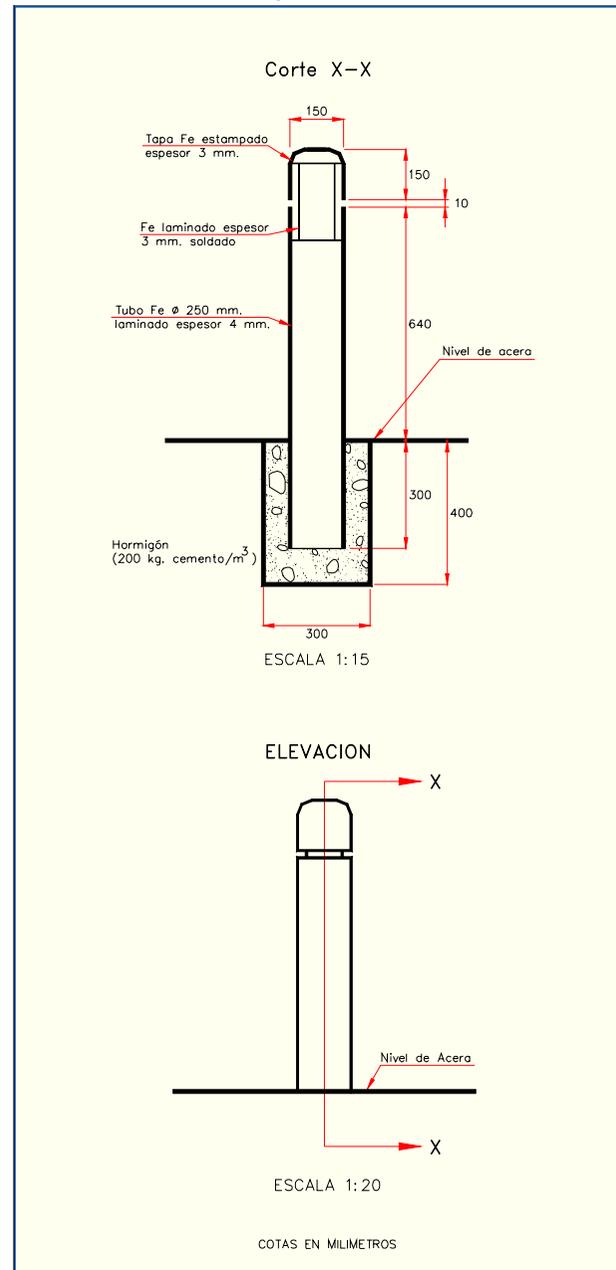
2.3.11.03 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Si bien las especificaciones técnicas que se describen a continuación se basan en un diseño en particular (propuesto por la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito), puede diseñarse otros modelos y en otros materiales, según responda a fines urbanísticos específicos de un proyecto vial. No obstante, se recomienda las dimensiones y material señalados, porque permite buena visibilidad desde los vehículos y resistencia a los impactos de los mismos. De todos modos, si se conciben de manera distinta, su diseño deberá ser cuidadoso y su fabricación en materiales que garanticen la máxima durabilidad y resistencia a los impactos.

Estas especificaciones se resumen en lo siguiente:

- Deben ser construidos en fierro laminado o acero, en perfiles cilíndricos de 3 o 4 milímetros de espesor y no menos de 64 milímetros de diámetro.
- Su altura no debe ser inferior a los 60 centímetros, medida desde la acera a su punto más alto. Se asegura así que sean perfectamente visibles para los conductores.

Lámina 2.3-18
Tope Vehicular



- Los topes deben quedar empotrados en poyos de hormigón de al menos 35 centímetros de profundidad, de tal manera que se garantice su estabilidad y al mismo tiempo se asegure que su rigidez no constituirá un peligro para los vehículos que pudieran impactarlos.
- El diseño de los topes puede prever argollas para la instalación de cadenas fijas o removibles.

2.3.11.04 RECOMENDACIONES FINALES

Los topes no deben presentar cantos vivos o proyecciones que puedan causar heridas a las personas o daños a las vestimentas.

Las áreas soldadas deben quedar limpias de escorias y libres de polvos visibles, recomendándose terminar los topes con 2 manos de anticorrosivo antes de la aplicación del esmalte.

El pavimento que se vea dañado por la instalación de topes debe ser repuesto en igual condición a la existente con anterioridad, debiendo retirarse cualquier tipo de escombros.

Como ejemplo de diseño, en la lámina 2.3-16 se entrega en detalle el modelo de tope de contención utilizado por la I. Municipalidad de Providencia de Santiago, recomendándose las especificaciones indicadas.

2.3.12 VALLAS PEATONALES

2.3.12.01 ASPECTOS GENERALES

La decisión de instalar o no una "valla peatonal", en aquellos puntos de la plataforma vial en los que parezca atinado impedir el ingreso de los peatones a la calzada debería resultar de una evaluación socioeconómica que contemplara en su ecuación, por lo menos, la variable fundamental: seguridad de los usuarios, en términos de probabilidades de accidentes.

Geometría, entorno vial, gestión y demanda de las vías e intersecciones, a través de sus efectos en las velocidades de operación, son variables relacionadas que no podrían ser olvidadas en un estudio profundo del tema.

Más aún, el efecto de tales dispositivos en la dimensión más válida de la vialidad urbana: la del ciudadano que la habita y la camina, traducido esto en valoraciones humanistas de difícil cuantificación, debe considerarse en muchos de estos procesos evaluativos.

No existen los recursos para proceder en tan exacta y vasta dirección. Por otra parte, se han detectado muchas situaciones en las que la existencia de vallas peatonales podría redundar en beneficios sociales considerables, y otras en las que estos beneficios procederían precisamente de la disminución drástica de la probabilidad de accidentes.

En este sentido, de acuerdo a la experiencia nacional e internacional se pueden adelantar algunas recomendaciones sobre la

conveniencia de instalar vallas peatonales en ciertos lugares, descritos en el siguiente párrafo.

Entonces, se ha concluido que urge y es posible abordar el tema de manera simplificada, y a la vez inocua para aquellos valores reconocidos anteriormente, pero que no se consideran en forma cabal en esta ocasión.

La presente instrucción es el resultado de esta conclusión.

En el futuro, y como resultado de la evaluación de las experiencias iniciales, se verá manera de complementar -y corregir si fuese necesario- los valores y criterios aquí incluidos. Para ello sería deseable contar con la colaboración de todos aquellos cuerpos que de una u otra forma habrán de trabajar con esta instrucción.

2.3.12.02 RECOMENDACIONES DE USO

Como ya se mencionó, la experiencia sugiere ciertos lugares y condiciones para instalar vallas peatonales, que el especialista deberá considerar en el análisis concreto del caso; estas recomendaciones son:

Deberán localizarse en donde existan cruces peatonales, puentes elevados o túneles de paso, con el fin de inducir al peatón por el paso correcto del cruce, buscando su protección.

Deberán consultarse, también, en aquellos lugares donde se prevea la irrupción sorpresiva de transeúntes desde un establecimiento cercano a la calzada, como por ejemplo, a la salida de colegios, teatros, estadios, etc. Particular relevancia tiene lo señalado frente a las salidas de establecimientos educacionales, desde los cuales grupos de niños, luego de permanecer durante la jornada escolar sometidos a la disciplina de sus lugares de estudio, suelen abandonar el establecimiento desprevenidos y alborotados, invadiendo de este modo las aceras e incluso las calzadas. En estos casos, las vallas deben ubicarse sobre la acera, en forma paralela a la calzada, en una longitud a lo menos 3 veces el ancho de la puerta de salida del local. Cuando se provea de un cruce peatonal frente a la salida de un establecimiento de estas características, deberá disponerse de una segunda valla, paralela a la anterior y frente a la abertura de ésta, ubicada entre 0,75 y 1,5 m más atrás, de una longitud tal que obligue a los peatones a efectuar una maniobra de desvío para acceder al cruce.

También en ciertos diseños de paraderos es recomendable el uso de vallas, pues ordena y optimiza la operación de trasbordo de pasajeros, al obligar, tanto a peatones como a choferes de buses, a ubicarse en torno a las aberturas de las vallas, dispuestas para tales efectos.

Cuando aparece la valla en rampas, escaleras, ascensores, debe contemplar el diseño de una pantalla en malla por seguridad del peatón, permitiendo una máxima transparencia.

2.3.12.03 PROPÓSITOS

En los planteamientos que siguen se resuelve el dimensionamiento y organización de las vallas, referidas éstas a sus distintos elementos constitutivos, los cuales se definen.

En este sentido, y considerando que lo propuesto en el párrafo anterior sólo son algunas recomendaciones muy generales acerca de la conveniencia de habilitar vallas en algunos lugares, se omite un paso previo para la ejecución de las mismas, cual es la determinación de la oportunidad del implantamiento y de las características de la demanda que influyen en su diseño.

Es decir la presente norma aborda los temas que permiten resolver los siguientes problemas inmediatos a la construcción de una valla:

- La clase de valla requerida.
- Si se necesita una distancia menor entre los postes.
- Cuando, en situaciones especiales, se necesite un poste más largo o un tipo de base en particular.
- La localización de los espacios de visibilidad.
- El diseño de las puertas.
- El tratamiento de superficie.

Más allá de eso, el usuario de esta norma podrá advertir algunas consideraciones explícitas con respecto a otros factores, tales como el impacto estético de los dispositivos en cuestión, y podrá también detectar algunas cautelas para no producir rigideces excesivas a su diseño.

2.3.12.04 DEFINICIONES

Para los propósitos de este tópico, se definirán los términos que se señalan a continuación:

- Viga superior e inferior: Elementos longitudinales que conectan dos o más postes.
- Viga intermedia: Elemento longitudinal localizado entre vigas superior e inferior conectando 2 o más postes.
- Poste: Elemento montado en o sobre el terreno y que genera un ángulo menor que 10° con la vertical.
- Barrotes: Elementos verticales fijados entre la viga superior y la inferior o entre ésta y la intermedia.
- Puerta: Parte móvil de la valla peatonal destinada a proveer de acceso ocasional, por ejemplo, para cargar y descargar mercaderías.

2.3.12.05 GEOMETRÍA DEL CONJUNTO

a) Construcción

Las vallas peatonales y sus componentes no presentarán cantos vivos o proyecciones que puedan causar heridas a las personas o daños a los vestidos. Tampoco deberán sonar. Toda parte dañada

deber ser reemplazable sin excesiva interferencia a las secciones adyacentes en buen estado. Deben tomarse medidas para dificultar la remoción de cualquier sección por personas no autorizadas.

La distancia mínima entre la valla y la calzada es de 30 cm, la recomendable es de 50 cm.

Los extremos de las vallas peatonales en zonas no iluminadas deberán ser provistos de iluminación o marcas reflectantes, por razones de seguridad.

b) Puertas

Cuando se necesiten puertas, éstas deberán cumplir, cuando cerradas y aseguradas, las especificaciones de la valla peatonal. Ellas no deberán diseñarse, por ningún motivo, de modo que puedan proyectarse sobre la calzada. La apertura será a través de cerraduras con llaves y deben estar provistas de un mecanismo que las mantenga abiertas cuando sean usadas. Se preferirán las que, al cerrarse, produzcan un enclavamiento automático de la cerradura.

c) Alturas

La distancia vertical entre la viga superior e inferior debe ser 900 ± 5 mm.

Cuando se usa una viga intermedia, la distancia de ésta a la viga superior será de 200 ± 5 mm.

Una vez instalada la valla peatonal, la distancia vertical entre la viga inferior y el terreno no debe exceder de 150 mm, y el alto de la valla deberá ser mayor que 1,0 m.

d) Postes

La distancia entre los centros de dos postes adyacentes será de $2 \text{ m} \pm 5$ mm, excepto cuando se indique una distancia menor en las especificaciones, esto para un propósito y lugar específico, por ejemplo, en curvas cerradas.

e) Barrotes

El espacio entre la viga superior (o la intermedia, si es usada) y la viga inferior debe ser provisto de barrotes, los que pueden ser instalados por soldadura, pernos u otro medio especificado por el comprador. La separación máxima entre barrotes y entre un barrote y un poste es de 100 mm.

f) Viga Intermedia

La incorporación de una viga intermedia permitirá introducir una zona de visibilidad entre la viga superior e inferior, esto en las zonas en que los barrotes puedan obstruirla por lo oblicuo del ángulo de visibilidad (cerca de pasos de peatones, esquinas, etc.).

2.3.12.06 ESPECIFICACIONES DE LOS COMPONENTES

Estos componentes serán construidos en acero, con los siguientes espesores mínimos:

Postes: Secciones cerradas 3.0 mm. Otras secciones 5.0 mm.

Vigas: Secciones cerradas 2.5 mm. Otras secciones 2.0 mm.

Barrotes: Secciones cerradas 2.0 mm. Otras secciones 3.0 mm.

2.3.12.07 RESISTENCIA Y CARGA DE DISEÑO

a) Clases

Las vallas son clasificadas de acuerdo a las cargas de diseño que deben soportar, según se indica en el cuadro 2.3-1, y la clase corresponde a los usos sugeridos, según la clasificación siguiente:

Clase A: Sitios normales

Clase B: Similar a clase A, pero más resistente al vandalismo

Clase C: Cuando se espere cargas importantes, por ejemplo en rutas usadas por desfiles, lugares congestionados, etc.

b) Postes

Los distintos tipos de postes deben ser diseñados para soportar la carga concentrada mínima especificada en el cuadro 2.3-1, con las cargas aplicadas separadamente en el extremo superior, en forma paralela y normal a la valla.

c) Vigas

Estos elementos deben ser diseñados para soportar la carga mínima distribuida en el cuadro 2.3-1, según su clase y aplicadas separadamente en las direcciones verticales y horizontales. Cuando sea apropiado, se puede considerar la resistencia de los barrotes como un marco al calcular la resistencia de las vigas.

d) Barrotes

Los barrotes deben soportar las cargas mínimas dadas en el cuadro 2.3-1, para cada clase especificada, cuando aplicadas en cualquier dirección a cada conexión con vigas y postes por separado, y a cualquier par de puntos en los barrotes que disten 125 mm entre sí.

e) Fundaciones

Estas deben ser ejecutadas de tal manera que ni ellas ni las soldaduras de las vallas fallen o se desconecten cuando estas últimas, diseñadas de acuerdo a lo especificado en el cuadro 2.3-1, sean solicitadas con una sobrecarga del 50% sobre los valores de esta misma tabla. Cuando los postes son ubicados directamente en el terreno, se recomienda una profundidad de 40 cm, salvo que se indique lo contrario. En todo caso, el diseño de las fundaciones debe considerar adecuadamente las cargas de servicio de la valla peatonal.

f) Cargas de prueba

Las vallas, cuando sea posible, deben ser erguidas y conectadas en tramos continuos. La resistencia de los miembros debe ser tal que, cuando se aplica una sobrecarga del 50% sobre lo indicado en el cuadro 2.3-1, el miembro no se desconecte o falle.

Cuadro 2.3-1
Clases de Vallas y Cargas de Diseño

CLASE	CARGA DE DISEÑO MÍNIMA					BARROTES (N)
	VIGAS (N/m)	POSTES EN ESQUINA A 90 °		OTROS POSTES		
		PARALELO (N)	NORMAL (N)	PARALELO (N)	NORMAL (N)	
A	700	700	700	700	1400	500
B	700	700	700	700	1400	1000
C	1400	1400	1400	1400	2800	1000

2.3.12.08 TERMINACIONES

a) Tratamientos de Superficie

Para el tratamiento de superficie se empleará uno de los siguientes métodos:

Decapado por proyección de arena o raspado, aplicándose a continuación pulverizado de zinc o aluminio o galvanizado en caliente. Adicionalmente al recubrimiento metálico se podrá especificar pintura. Esta se aplicará comenzando por una capa de antioxidante adecuado, seguido de otra capa de pintura antes de aplicar la capa final.

Decapado por proyección de arena o raspado, seguido por dos capas de antióxido, una de pintura y una capa final.

Otro tipo de terminación especificado por el comprador.

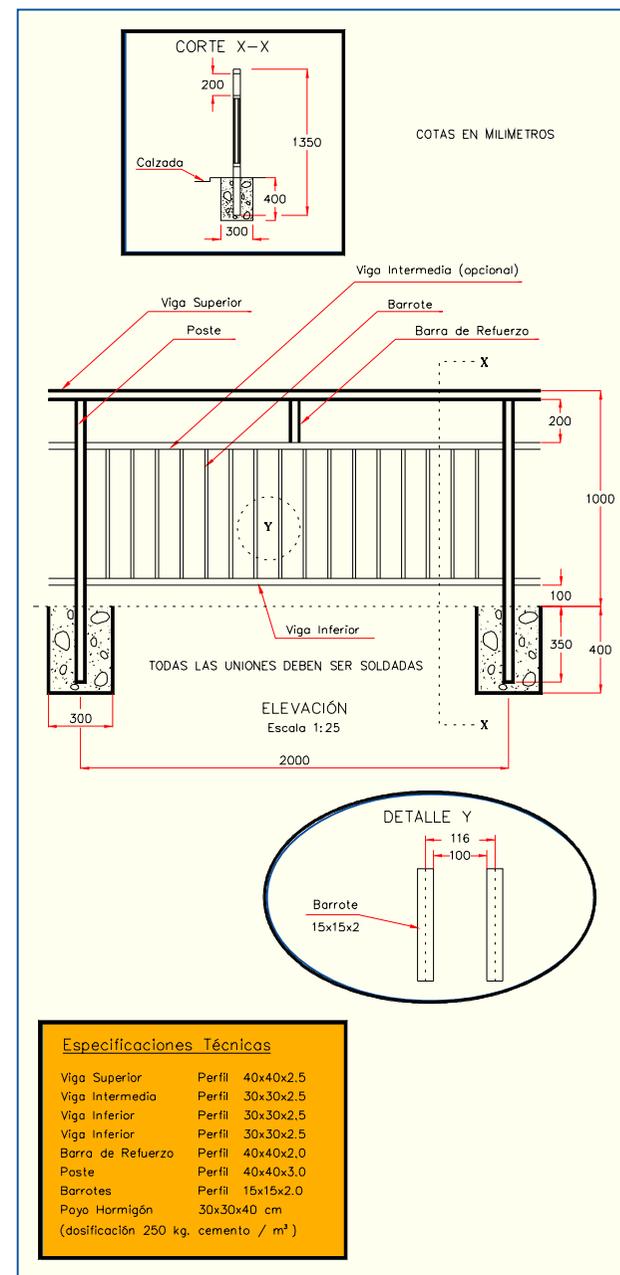
b) Marcas

El fabricante deberá marcar su nombre, patentes u otro medio de identificación en los postes.

c) Uniones Soldadas

Todas las uniones deben ser soldadas, por lo cual el sistema de protección convenido será aplicado después de soldar o, alternativamente, las áreas soldadas serán limpiadas de los desechos de la soldadura y tratados hasta darle una proyección equivalente a la aplicada al resto de la pieza. En la lámina 2.3-17 se presenta un ejemplo de valla típica.

Lámina 2.3-19
Vallas Peatonales



SECCIÓN 2.4 ESTRUCTURAS

2.4.1 ALCANCE DE LA SECCIÓN

Se consideran como estructuras todas aquellas obras que sirven a la operación de una red vial, tales como puentes, desnivelaciones, muros, barreras de ruido, rampas, obras de arte, túneles, etc. De estas materias, y que no han sido tratadas en otra parte del presente manual, desde el punto de vista del diseño vial interesa tratar dos conceptos que inciden en la seguridad y operación de un vehículo:

- Los gálibos verticales y horizontales; es decir, la distancia mínima que se debe mantener desde el punto más cercano de la estructura a la zona de circulación de vehículos y peatones, así como las dimensiones mínimas de cada elemento de la sección transversal.

- La visibilidad en curvas horizontales y verticales, ante la presencia de un obstáculo lateral (muro en pasos bajo nivel, por ejemplo) o superior (viga de un paso bajo nivel), que puede impedir la visión del conductor de un punto situado a una distancia inferior a la de parada para la velocidad de diseño de la curva y para la pendiente longitudinal existente.

Estas materias se desarrollan en la presente sección.

2.4.2 GÁLIBOS

2.4.2.01 ASPECTOS GENERALES

Las calles, a su paso bajo, entre, sobre o al lado de cualquier elemento estructural o de otro tipo, como pueden ser túneles, puentes, muros, etc., deben contemplar espacios libres en todos los sentidos, con el fin de asegurar el paso de los vehículos tipo considerados en el diseño sin interferencias físicas, con plena visibilidad y sin efectos psicológicos, para evitar dificultades operativas y las correspondientes mermas en la capacidad y nivel de servicio.

Para ello se definen dimensiones laterales y verticales, medidas a partir de la superficie de rodadura, que determinan a su vez una sección transversal libre, esquematizado en la lámina 2.4-1. En ella, la zona sombreada no constituye geometría obligada para los obstáculos en cuestión (túneles, pasos bajo nivel); ella sólo delimita la sección de gálibo mínimo que debe quedar libre de obstáculos.

2.4.2.02 LUCES LIBRES LATERALES

Las distancias libres laterales se miden desde el borde de la calzada hasta cualquier obstáculo de altura superior a 0,15 m que se encuentre a su vera: estribos, pilares, barreras, árboles, etc. El efecto de un obstáculo situado a la izquierda del conductor es menor que aquel que se encuentra a su derecha. Esto hace necesario distinguir una "luz libre lateral izquierda" (L.L.I.) y una derecha (L.L.D.). La primera debe considerarse en el caso de las calzadas unidireccionales.

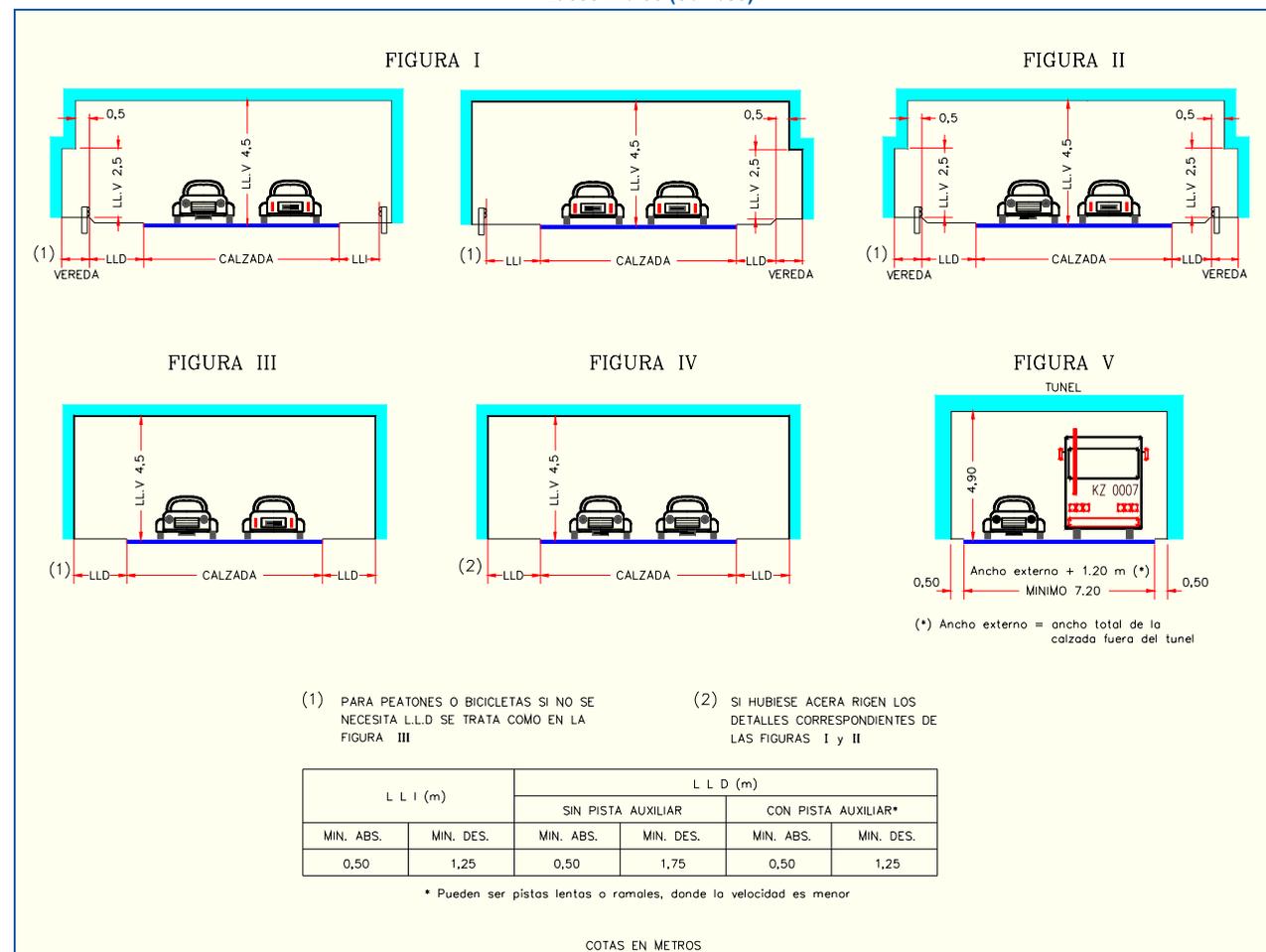
En la lámina 2.4-1 se muestran varios casos mediante secciones que contemplan barreras de seguridad y espacios laterales para peatones o bicicletas (figuras I y II) y el caso más simple de no existir ni una ni otras (figuras III y IV). Ambos tipos cubren este aspecto cuando se está refiriendo el problema a paños inferiores, y los segundos, pueden ser considerados casos generales aplicables a cualquier sección de la vía.

La figura V representa el caso de un túnel, que debido a los altos costos que involucra su construcción, generalmente se prescinde

de bermas o pasillos laterales para peatones o bicicletas, adoptando un gálibo mínimo de 0,50 m. No obstante, considerando que en un túnel las condiciones de operación y ambientales no son propicias, se recomienda aumentar en 1,20 m el ancho de la superficie de rodadura al interior del túnel, respecto del ancho de la calzada fuera de él, mejorando de este modo la disposición espacial de los vehículos (para el caso más general de un túnel de dos pistas).

La lámina 2.4-1 entrega los valores mínimos de L.L.I. y L.L.D.

Lámina 2.4-1
Luces Libres (Gálibos)



Es preciso recordar que si el obstáculo lateral se encuentra situado al lado interior de la curva, el criterio para determinar estos valores es distinto, pues el caso presenta características que obligan a considerar la visibilidad en planta.

2.4.2.03 LUCES LIBRES VERTICALES

Las distancias libres en el sentido vertical deben ser de 4,5 metros sobre todo el ancho de la plataforma pública que sea pisable por los vehículos (calzadas, bandas, estacionamientos y bermas, si es el caso).

Si dicha plataforma contiene superficies peatonales o para bicíclcos, la distancia libre correspondiente puede reducirse hasta 2,5 metros, salvo en los 0,5 m próximos a zonas vehiculares, donde también se exige los 4,5 metros anteriores.

Si se trata de túneles debe considerarse además del alto legal para vehículos comerciales, una tolerancia para futuras repavimentaciones o refuerzos, alcanzando una distancia vertical de 4.9 m. Estas dimensiones aparecen en la lámina 2.4-1

2.4.3 VISIBILIDAD

Este factor constituye uno de los dos controles básicos del diseño de los elementos de infraestructura vial urbana, conjuntamente con la velocidad de diseño.

La provisión de una adecuada visibilidad a los conductores de los vehículos motorizados es, dada la importancia decisiva que tiene el uso del sentido de la visión en el funcionamiento de la vialidad, la primera y más importante contribución al principio fundamental que rige el diseño vial urbano.

El problema de la visibilidad se puede plantear, en general, determinando distancias de visibilidad mínima según las variables que intervienen en la dinámica del desplazamiento. Esta distancia es la distancia de visibilidad de parada, que se definió en 2.2.2.03 b.i.

Evidentemente, si una vía es recta y de pendiente uniforme, el problema de la visibilidad se reduce al que pueda existir en las intersecciones, según el tipo de control existente en la misma. Pero si el trazado en planta es curvo y existen obstáculos laterales, o si tiene pendientes variables, los requerimientos de visibilidad afectan las variables geométricas fundamentales del diseño. Estos casos se abordan en los párrafos siguientes.

2.4.3.01 VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES

La proximidad de un obstáculo lateral a la vía, si ésta presenta una curvatura que “envuelve” a dicho obstáculo, puede generar un problema de visibilidad.

En efecto, este obstáculo puede impedir la visión del conductor de un punto situado a una distancia inferior a la de parada

para la velocidad de diseño de la curva y para la pendiente longitudinal existente.

Esto es muy importante en los diseños urbanos, donde frecuentemente aparecen obstáculos que discurren paralelos a calzadas en curva (ej. muros en pasos bajo nivel).

El espacio libre lateral se calcula a partir de la expresión:

$$b = R \left(1 - \cos \frac{100 D_p}{\pi R} \right) - 2$$

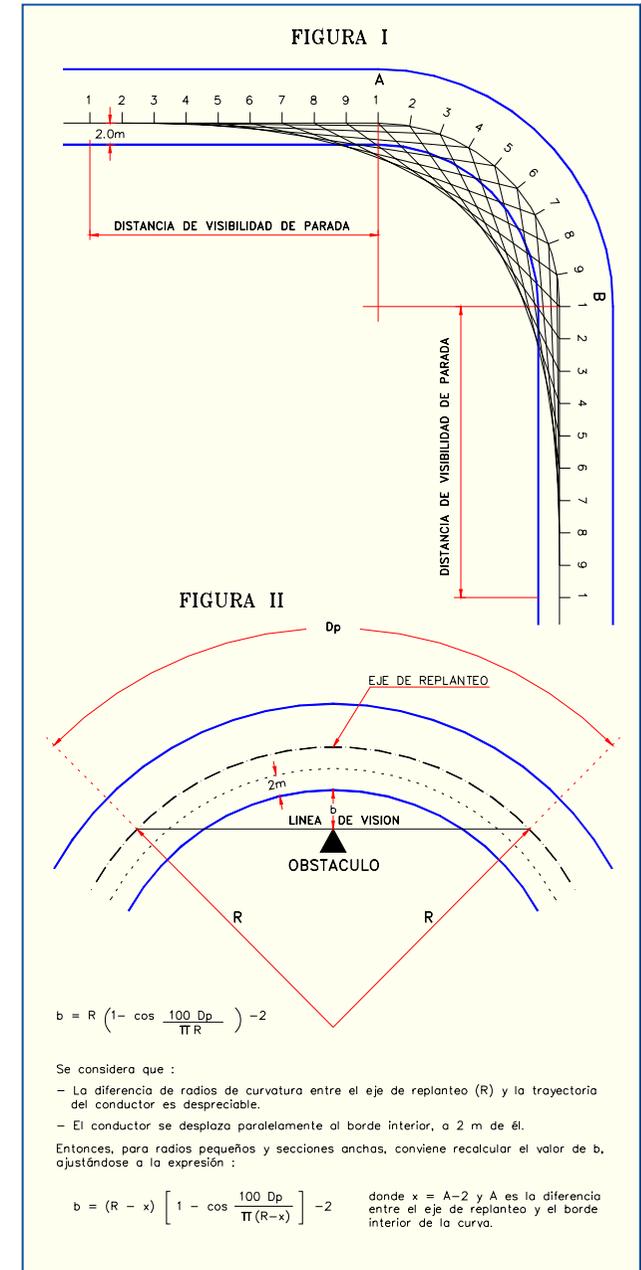
Donde D_p es la distancia de visibilidad, R el radio de curvatura y b es la distancia lateral libre que debe existir en el punto más conflictivo (función \cos en gradianes). La figura II de la lámina 2.4-2 muestra la disposición considerada en los cálculos y las simplificaciones geométricas del caso.

Suele resultar más rápido y fácil, en casos aislados de cierta complejidad, recurrir a dibujar la curva de visibilidad alrededor del obstáculo en cuestión, sobre todo para determinar las áreas que han de quedar libres, antes y después del punto o del tramo en que se debe tener la distancia lateral libre correspondiente al valor b , que es la distancia máxima dentro del huso que resulta de aplicar el método gráfico en cuestión. En la figura I de la lámina 2.4-2 se grafica el método y se aprecia el huso aludido.

La construcción de la curva de visibilidad consulta las siguientes etapas:

- Se dibuja una paralela al borde interior de la calzada, a 2,0 m hacia el eje de la misma.
- A partir del punto **A**, hacia atrás, se marca la distancia de visibilidad de parada que corresponda a la velocidad de diseño de la calle. El punto **A** es el punto en el cual aparece la curva circular o la curva de enlace si la hay.
- Esta distancia medida a partir de **A** debe ser dividida en tramos iguales de aproximadamente 3 m. y los puntos de división resultantes numerados en secuencia, partiendo desde el punto más distante de **A**.
- La misma distancia de parada, con el mismo número de divisiones debe repetirse alrededor de la curva hasta completar una distancia de parada completa más allá del punto de tangencia **B**.
- El Área que debe quedar libre de obstáculos debe ser determinada uniendo los puntos divisorios de igual número, entre sí, esto es, 1 con 1, 2 con 2, etc.

**Lámina 2.4-2
Visibilidad en Curvas Horizontales**



2.4.3.02 VISIBILIDAD EN CURVAS VERTICALES

En el presente párrafo el análisis de la visibilidad en curvas verticales se restringe al caso cuando hay un obstáculo superior (estructura). Un tratamiento más general se encuentra en el párrafo 2.2.2.03.

Cuando un vehículo se aproxima a un paso bajo nivel, la viga del paso superior puede obstaculizar la visión del conductor, cuando la rasante describe una curva cóncava. Esto puede ser un problema cuando se trata de buses o camiones altos, donde los conductores están situados a unos 2,5 m sobre la rasante. En tales casos, la expresión del parámetro de la curva cóncava (K_{ce}), para el caso más desfavorable, ocurre cuando la longitud del acuerdo vertical (ver 2.2.2.03) es mayor que la distancia de visibilidad de parada ($2T > D_p$), y está dada por:

$$K_{ce} = \frac{D_p^2}{8c - 4(h_3 + h_4)}$$

donde:

c: Luz libre entre el punto más bajo de la estructura y la rasante, considerando el vértice de la curva bajo ese punto.

h₃: altura de los ojos del conductor del camión o bus: 2,5 m.

h₄: altura luces traseras de un vehículo o nivel inferior perceptible de un vehículo en sentido contrario: 0,5 m.

Los valores que resultan para cada caso, así como otras consideraciones con respecto al uso de curvas verticales son materia del tópico 2.2.2

CAPÍTULO 3

UNIDADES VIAL URBANAS

SECCIÓN 3.1 PISTAS

3.1.1 ASPECTOS GENERALES

Una pista es una unidad vial (cuadro 1.2-1): cada una de las franjas insertas en una calzada (conjunto de pistas y uniones), que puede acomodar una fila de vehículos transitando en un sentido.

El número y tipo de pistas en una calzada dependerá de la decisión que el proyectista tome en tal sentido, atendiendo a la demanda y a las circunstancias geométricas y operativas que configuren el problema a resolver. Lo mismo se puede decir de los aumentos y disminuciones de dicho número de pistas, los cuales deben resolverse según los criterios que se indican en 3.5.2.

En todo caso, el número mínimo de pistas de una calzada con sentido único es uno (con restricciones a las maniobras de adelantamiento), y el número máximo recomendable es cuatro, salvo calles de flujo reversible.

Este máximo no es algo estricto; más bien refleja el criterio de que si la demanda requiere tales secciones en tramos extensos, puede convenir un diseño con dos calzadas por sentido, interconectadas esporádicamente; una de las cuales servirá a trayectos largos y recibirá tratamientos especiales en las intersecciones, y la otra operaría paralelamente como vía local, facilitando o dificultando los virajes a la izquierda según la demanda y oferta del caso.

En el presente manual se consideran tres tipos de pista: comunes, segregadas y de giro. A su vez, las pistas segregadas se dividen en pistas para buses y pistas para bicicletas, y las pistas de giro en ramales y pistas de cambio de velocidad. También se puede considerar como pistas los tramos de trenzado, pero más bien responden a una suerte de intersección de flujos y, por lo tanto, son tratados en el párrafo 4.3.1.06.

3.1.2 PISTAS COMUNES

3.1.2.01 DEFINICIÓN

Pistas Comunes son aquellas destinadas al tránsito general, sin distinción de tipo de vehículo. La segregación física de pistas comunes en un mismo sentido -mediante separadores- permite especializarlas según la velocidad de operación deseada para ellas, que refleja las características de los viajes: en términos de longitud y de orígenes y destinos, esto último atendiendo a las funciones desplazamiento y emplazamiento definidas en 1.2.3.01.

Segregadas, se llamará pistas normales a las que sirven al tránsito principal y/o de paso y pistas laterales a aquellas -también comunes- que sirven al tránsito local y que configuran calles laterales o secundarias en la plataforma pública.

La ubicación de las pistas comunes, dentro de la calzada configurada por ellas, es un matiz que también las diferencia entre sí; aunque sólo para los efectos del diseño fino de perfiles tipo, cuando tal detalle sirva para mejorar situaciones límite.

En efecto, los conductores son sensibles a la naturaleza, uso y posición de los elementos o unidades adyacentes a la pista por la cual circulan: otras pistas, separadores y aceras. Por ejemplo, a una pista intermedia en una calzada de tres pistas está asociada una conducta típica distinta a la del conductor que transita próximo a una acera o a un separador, y esta conducta es distinta si estas unidades están a su izquierda o a su derecha, y todavía distinta si las unidades adyacentes contienen elementos verticales, como soleras, árboles y muros.

3.1.2.02 ANCHO DE LAS PISTAS COMUNES

a) Anchos Recomendables y Mínimos

El ancho de una pista común dependerá de la categoría de la vía, de la velocidad de diseño de la calzada que la contiene, de su posición relativa dentro de ésta, de las características de la demanda que se desea satisfacer (intensidad, partición modal de viajes en la vía, etc.) y del trazado en planta de la vía.

Por otra parte, la disponibilidad de espacio y la legalidad y la institucionalidad asociadas a los procesos de expropiaciones gravita poderosamente en la elección de un ancho de pista.

Los anchos finales serán el resultado de compromisos, hechos con criterios económico-urbanísticos y aprobados por la autoridad pertinente, entre las restricciones y las expectativas de servicio.

Este compromiso puede suponer la aplicación de ciertos anchos mínimos absolutos, que en condiciones normales no deberían ser usados, o la reducción de la velocidad de diseño incluso por debajo de los mínimos establecidos para su categoría (Cuadro 1.2-2), con el fin de justificar anchos todavía inferiores.

En general, ambos expedientes son poco recomendables, debiendo apuntarse a conseguir secciones tipo que permitan -y ojalá forzarán- velocidades de operación deseadas y homogéneas a lo largo del trazado, antes de producir sucesivas variaciones de secciones y velocidades según las disponibilidades de espacio o a causa de inconstancia en los criterios para reducir velocidades mediante el recurso de las restricciones geométricas.

Los valores mínimos que se tabulan en el cuadro 3.1-1 no son válidos, como se dijo, en las zonas de curvas. Tampoco en la proximidad de intersecciones en recta, donde el ancho de las pistas puede sufrir alteraciones como efecto de otras conveniencias (1.3.4.04).

Debido a las dificultades que habitualmente enfrentan los proyectos vial-urbanos, es propósito de esta publicación dar criterios y valores que permitan una máxima flexibilidad para la elección de anchos de pista. Sin embargo, es preciso reconocer que los márgenes dentro de los cuales es posible moverse son relativamente estrechos, como resultado de las características operacionales de los vehículos.

A continuación se tabulan los anchos recomendables y los mínimos absolutos para una pista común, en recta, según la velocidad de diseño.

Cuadro 3.1-1
Ancho de Pistas Comunes:
Mínimos Recomendables y Absolutos en Recta (m)⁽¹⁾⁽²⁾

V (Km/h)	PISTA NORMAL	
	M. Rec.	M. Abs.
30 ⁽³⁾	2,75	2,50
40 ⁽³⁾	3,00	2,75
50	3,25	3,00
60	3,25	3,00
70	3,50	3,25
80	3,50	3,25
90	3,50	3,25
100	3,50	3,25

NOTAS:

- (1) Si el porcentaje de vehículos pesados excede el 10 % se deberá aplicar un mínimo absoluto de 3.25 m, y para $V \geq 70$ km/h., el mínimo recomendable.
- (2) El uso de los mínimos recomendables y absolutos exige trazados con clotooides para velocidades iguales o superiores a 50 km/h y los recomienda para toda velocidad.
- (3) Si la pista es única, agregar 2 m, como por ejemplo, en calzada lateral.

Es preciso repetir que no debe recurrirse a los valores mínimos absolutos salvo cuando el espacio disponible lo exija o cuando se desee hacer uso de dichos mínimos como factor reductor de la velocidad; y que cuando la demanda haga previsible una operación congestionada durante períodos significativos y crecientes del día, y la definición de pistas más angostas que las teóricamente correspondientes a la velocidad de diseño elegida permitan la generación de pistas adicionales -que pueden ser de viraje-, se podrá recurrir a los anchos previstos para velocidades de diseño inferiores, previa autorización de la autoridad pertinente.

b) Repartición de Excedentes

Cuando se dispone de una faja de terreno suficiente aplicar un perfil tipo que satisface los requisitos del caso, y existe un ancho remanente, éste puede ser usado para ampliar cualquiera de los elementos de dicho perfil, en el sentido de favorecer, ya sea al habitante y al peatón (Cuadro 1.2-1), o la comodidad de los conductores si dichos requisitos se han cumplido recurriendo a anchos mínimos absolutos.

Elegir lo primero conlleva una insoslayable ventaja estética y ambiental, pero si se decidiese la utilización del excedente para ampliar los elementos vehiculares, la siguiente priorización es recomendable, salvo circunstancias especiales:

- Unidades con anchos mínimos absolutos. Si son más de una las unidades en tal caso, aplicar el orden que sigue.
- Pistas para buses.
- Pistas comunes del lado derecho en el sentido de tránsito (exteriores en el caso de pares) de las calzadas más importantes y con tránsito de buses, si no hay berma adyacente. Si los buses circulan por calzadas laterales, se consideran las pistas derechas de éstas como las más importantes.
- Pistas comunes centrales.
- Pistas comunes izquierdas.
- Ciclobandas.
- Bermas (en el caso de vías expresas).
- Ciclopistas.
- Pistas laterales sin tránsito de buses.
- Bandas de estacionamiento.
- Pistas de giro.
- Separadores (puede involucrar pistas de giro).

El eje de replanteo continúa siendo el eje de simetría de la calzada, o un borde de ella, según fuese el caso.

c) Ancho de Pistas y Ancho de la Demarcación

El ancho de una calzada es la suma del ancho de sus elementos y en él está incluido el grosor de las bandas de demarcación (véase Capítulo V del Manual de Señalización de Tránsito). Dicho de otra manera, una pista de ancho **a** tiene una dimensión transversal libre (sin pintura) inferior a dicho valor **a**. La cuantía de esta disminución depende del tipo de demarcación que se trate.

3.1.2.03 PENDIENTE TRANSVERSAL DE LAS PISTAS COMUNES

Las pistas contemplan una pendiente transversal mínima llamada bombeo (2.2.1.02. b. ii), que se aplica en recta y en curvas amplias y que permite evacuar aguas superficialmente hacia los cauces de drenaje exteriores a ellas. Excepcional y localizadamente, donde se producen transiciones de peraltes (2.2.1.04) y donde empalman altimétricamente dos o más calzadas, la pendiente transversal de una pista puede ser inferior a dicho mínimo. Salvo en tales casos, todas las

pistas de una calzada satisfacen esta condición, ya sea porque sus superficies son coplanarias (bombeo a un agua) o porque la mitad de ellas se inclina hacia un lado y el resto al otro (bombeo a dos aguas).

Si el bombeo se mantiene a lo largo de curvas amplias, habrá pistas en contraperalte, dependiendo esto del tipo de calzada (única o doble), del tipo de bombeo y del sentido de la curvatura. El radio mínimo para aceptar esta anomalía varía según la velocidad de diseño (2.2.1.02 .b. iv).

En aquellas calzadas que requieren peraltes (2.2.1.02. b. ii), la pendiente transversal de las pistas normalmente supera ese mínimo, dependiendo el valor definitivo de los radios de curvatura (2.2.1.02. b. v).

Las pendientes transversales de una pista debe ser coherente con las de las bandas de estacionamiento o de las ciclobandas que eventualmente se les adosen; también con las inclinaciones -en la dirección pertinente- de otras calzadas que con ellas empalmen, y con las superficies entre calzadas (uniones).

En el caso de una calzada única con bombeo a dos aguas se produce un quiebre de la calzada, normalmente a lo largo de su eje de simetría, con una diferencia absoluta de pendiente entre los paños igual al doble del bombeo utilizado. Para las aristas formadas entre una pista y cualquiera de las unidades mencionadas en el párrafo anterior, también existen valores de dicha diferencia absoluta de pendientes, medida transversalmente a la pista en cuestión.

3.1.3 PISTAS SEGREGADAS

3.1.3.01 PISTAS PARA BUSES

a) De Circulación

i) Definición

Las pistas para buses son aquellas donde su uso por parte de otros vehículos está prohibido o severamente condicionado. Hay tres casos:

- **Vía Segregada para Buses.** Vía cuyos perfiles tipo contemplan unidades separadoras que segreguen a los buses del resto del flujo vehicular. En este caso, a las pistas que la constituyen se les llama pistas segregadas o exclusivas para buses.

- **Calle para Buses.** Vía dedicada enteramente a la circulación de buses, a vehículos residentes autorizados y a los de emergencia. En este caso, a las pistas de tales calles se les aplica las mismas especificaciones de las de las vías segregadas anteriores y conviene llamarlas pistas de calles para buses, para distinguirlas de los otros tipos.

- **Pista(s) Solobús.** Vía en la que una o más de las pistas de una calzada están destinadas a la circulación de buses, señalándose tal destino con demarcación solamente.

Las ventajas de estos esquemas, en mayor o menor medida, se traducen en beneficios muchas veces importantes para la operación de los buses: mayor seguridad, aumento de velocidad, mejora de la regularidad y las consecuentes ventajas económicas en la explotación. Además, es imaginable que la existencia de estas pistas, y los consiguientes efectos sobre el servicio de transporte público, produzcan un cambio en la partición modal a favor de los servicios colectivos, mejorándose los resultados sociales de la operación de la red al reducirse la congestión.

Las intensidades horarias de autobuses y las tasas de ocupación que justifican pistas para buses en una vía es materia de evaluación en cada caso, dependiendo ello del conjunto de la demanda sobre dicha vía y de la geometría y formas de operar de los dispositivos utilizados, factores que por otra parte determinan su capacidad.

Para el caso de pistas solobús, puede servir como referencia inicial el criterio que se tabula a continuación.

Cuadro 3.1-2
Intensidades (VEH/H) de Buses que Justifican Pistas "Solobús"

Nº de pistas de la calzada en el mismo sentido	Nº DE AUTOBUSES POR HORA EN LA CALZADA SI ESTÁ :				
	CONGESTIONADA			NO CONGESTIONADA	
	C = 50	C = 70	C = 90	C = 30	C = 50
2	60	45	35	45	30
3	45	30	25	40	25
4	40	30	25	35	25
5	40	30	25	30	25

NOTA: C = Número medio de pasajeros en los buses.

FUENTE: S. Frebault, Les Transport Publics de Surface dans les Villes, I.R.T. Paris, Marzo 1970

Con respecto a las vías segregadas para buses, la experiencia práctica en Chile es escasa, pero se puede confiar en que una pista exclusiva puede atender hasta 400 buses no articulados por hora; si su trazado es simple y no favorece conductas inapropiadas de sus conductores (esperas intencionadas); si se definen al menos dos grupos de buses con paraderos diferenciados y sitios múltiples; si en los paraderos (bien ubicados) se provee una pista adicional para adelantamiento, y si en las intersecciones se puede proveer verde suficiente para tal demanda.

Fujos de hasta setecientos buses por hora pueden ser acomodados en arcos de dos pistas, si se cumplen las mismas condiciones del caso anterior; pero en éste los criterios de parada y el diseño y la ubicación de los paraderos deben permitir la operación de grupos de buses de manera que frente a cada paradero no se requiera más de dos pistas, una de circulación y otra de adelantamiento. Esto, en la práctica, lleva a secciones de tres pistas con islas-paradero entre ellas.

La separación de pistas segregadas de distinto sentido de circulación debe materializarse con unidades separadoras (3.3), salvo casos extremos. Las pistas segregadas de igual sentido generalmente no se separan, salvo cuando median paraderos.

ii) **Ancho de las Pistas de Circulación**

A continuación se tabulan los anchos recomendables y los mínimos absolutos para pistas exclusivas para buses, en recta, según la velocidad de diseño.

Cuadro 3.1-3
Ancho de Pistas para Buses:
Mínimos Recomendables y Absolutos en Recta (m) ⁽¹⁾⁽²⁾

V (Km/h)	1 PISTA SOLO BUS		2 PISTAS JUNTAS ⁽³⁾	
	Min. Rec.	Min. Abs.	Min. Rec.	Min. Abs.
30	3,50	3,25	6,50	6,25
40	3,50	3,25	6,50	6,25
50	3,50	3,25	6,75	6,50
60	3,75	3,50	6,75	6,50
70	3,75	3,50	7,00	6,75
80	3,75	3,50	7,25	7,00

Notas:
(1) El uso de los mín. abs. exige trazados con clotoideas para velocidades iguales o superiores a 50 km/h.
(2) Para anchos de pistas de adelantamiento en paraderos véase literal b, acápite ii siguiente. Estos anchos corresponden a maniobras de circulación libre.
(3) Si dos pistas juntas han de ser de distinto sentido (no recomendable), el mínimo absoluto es el doble de lo recomendado para una pista.

iii) **Pendiente Transversal de las Pistas de Circulación**

Las pendientes transversales para las pistas para circulación de buses deben cumplir con las mismas especificaciones que para las pistas comunes (2.2.1.02.b.ii y 3.1.2.03).

b) **De Adelantamiento**

i) **Definición**

Un caso especial para el diseño de pistas para buses es aquel que se produce frente a los paraderos, cuando se prevé una segunda pista para permitir el adelantamiento. Esta maniobra requiere más espacio lateral mientras más cerca se encuentren entre sí un bus detenido en un sitio de un paradero y otro que desea adelantarlo proveniente del sitio inmediatamente posterior del mismo paradero.

ii) **Ancho de la Zona de Adelantamiento de Buses**

Para permitir tal maniobra, la calzada frente al paradero debe tener un ancho mínimo según lo tabulado en el cuadro 3.1-4. Estos valores son independientes de la velocidad de diseño de la vía segregada, pero sí dependen del tipo de bus que opere en la vía en cuestión. Se debe proveer de una distancia mínima entre sitios de parada de 2,0 m para buses simples y de 3,0 m para buses articulados.

Cuadro 3.1-4
Ancho de Calzada en Paraderos:
Mínimos Recomendables y Absolutos en Recta (m)

BUSES SIMPLES		BUSES ARTICULADOS	
Min. Rec.	Min. Abs.	Min. Rec.	Min. Abs.
6,50	6,25	6,75	6,50

Además, se debe cuidar que al lado izquierdo de la pista de adelantamiento exista un gálibo lateral mínimo de 0,5 metros, medido desde el borde de la solera correspondiente hasta cualquier elemento de altura superior a 0,20 metros que pueda constituirse en obstáculo al voladizo anterior de los buses (entre parachoque y ruedas). Esto significa que postes, vallas de protección peatonal, topes, etc., deben situarse de manera que su extremo más cercano a la solera de una de tales pistas de adelantamiento diste al menos 0,50 metros de ésta. En el caso de los árboles se debe considerar el diámetro del tronco de los ejemplares adultos, y en ningún caso el eje de un árbol debe estar a menos de 1 metro de dicha solera.

Los anchos tabulados en el referido cuadro deben aplicarse a lo largo de toda la pista de adelantamiento, que para este efecto debe medirse desde 5 metros antes del extremo posterior del último sitio de parada de buses hasta 5 metros por delante del primer sitio.

iii) **Pendiente Transversal de Pistas de Adelantamiento**

Las pendientes transversales de las pistas de adelantamiento pueden acompañar a sus correspondientes pistas de circulación, o bien formar una arista con éstas si ello es conveniente o condición necesaria para evitar sumideros en puntos bajos.

Cuadro 3.1-5
Ancho de Pistas para Biciclos: Mínimos Recomendables y Absolutos en Recta⁽¹⁾

	CICLOPISTAS								CICLOBANDAS ⁽²⁾								
	UNIDIRECCIONALES				BIDIRECCIONALES				UNIDIRECCIONALES				BIDIRECCIONALES				
	1 PISTA ⁽³⁾		2 PISTAS		1 PISTA ⁽³⁾		2 PISTAS		1 PISTA ⁽³⁾		2 PISTAS						
	M. Rec.	M. Abs.	M. Rec.	M. Abs.	M. Rec.	M. Abs.	M. Rec.	M. Abs.	M. Rec.	M. Abs.	M. Rec.	M. Abs.	M. Abs.	M. Rec.			
A D E L A N T A M I E N T O	sin ⁽⁴⁾	0,75	1,50	0,50	1,25	2,00	1,75	2,00	1,75	A	B	A	B	1,75	1,50	1,75	1,50
	con ⁽⁴⁾	1,75	2,00	1,50	1,75					0,75	1,50	0,50	1,25					1,75	2,00	1,50	1,75

NOTAS:
(1) Agregar 0,25 m a cada lado si existe solera con desnivel mayor de 10 cm. y si se combinan curvas en planta de radio inferior a 25 m. con pendientes longitudinales superiores al 4%.
(2) La demarcación separadora de ciclobanda con la vereda o calzada no está incluida en estos valores.
(3) El elemento y/o banda lateral que delimita la ciclovia debe tener una altura h ≤ 0,03m y un ancho a ≥ 0,25m
(4) Adelantamientos impedidos. La longitud de los tramos debe ser reducida (sólo tramos cortos) (5) El caso B se refiere al adelantamiento de un biciclo a un triciclo.

A: Sin circulación de triciclos.
B: Con circulación de triciclos.

3.1.3.02 PISTAS SEGREGADAS PARA BICICLOS (CICLOVÍAS)

a) **Definiciones**

Ciclovia es el nombre genérico que reciben los elementos de infraestructura vial, urbanos o rurales, destinados al uso exclusivo de bicicletas o triciclos de tracción humana, y a veces a las motocicletas de dos y tres ruedas con cilindrada inferior a 50 centímetros cúbicos.

Las ciclovias se dividen en **ciclobandas** y **ciclopistas**.

Las **Ciclobandas** son franjas para bicicletas, de una o más pistas, con uno o ambos sentidos de circulación, adyacentes a calzadas o veredas, que resultan de una ampliación o adaptación de cualquiera de estas superficies. En las ciclobandas la segregación pretendida se resalta y señaliza, pero no se refuerza con los elementos separadores de las ciclopistas.

Las **Ciclopistas** son aquellas calzadas para bicicletas, de una o más pistas, con uno o ambos sentidos de circulación, donde la exclusividad del uso ciclista que se pretende es reforzada físicamente mediante bandejonos u otros elementos separadores. De este modo, la circulación de los bicicletas se produce segregada de otros vehículos y de los peatones, salvo en los cruces a nivel que pudieran producirse con otras vías. En el caso rural, la segregación puede ser resultado de un trazado en planta independiente de la vialidad existente o proyectada.

b) **Ancho de las Pistas para Biciclos**

A continuación se tabulan los anchos recomendables y los mínimos absolutos para pistas exclusivas para bicicletas, en recta.

c) Pendiente Transversal de las Pistas para Biciclos

La pendiente transversal mínima deseable para ciclovías urbanas en recta (bombeo) es del 2%. Este valor puede reducirse hasta el 1%, en tramos de no más de 50 m., si la pendiente longitudinal en éstos es del orden del 2% o superior.

Para trazados en curva, a las ciclistas puede conferírseles una inclinación transversal que depende de la velocidad de diseño y del radio de curvatura, según las relaciones graficadas en la Lámina 3.1-1, provenientes de la norma AASHTO de California (ver d a continuación).

Esta norma está orientada al caso rural, donde el concepto de velocidad de diseño es más aplicable, por lo que se presenta como referencia para aquellos casos donde las características de la infraestructura ciclovial permita su aplicación. En tales casos, se debe señalar la velocidad para la cual está diseñada la curva. Las ciclobandas rara vez pueden ser objeto de estas consideraciones.

d) Trazado en Planta para Biciclos

Por lo general, la geometría empleada para los arcos de las vías urbanas es apta, desde el punto de vista dinámico, para la circulación de los bicicletas, incluidas las bicimotos (cilindrada inferior a 50 cm³ y velocidad inferior a 45 km/h.). Esto cuando la geometría de dichos arcos guarda relaciones de paralelismo con las ciclovías incluidas. Cuando una ciclopista tiene tramos donde tal relación no se da, como puede ser el caso de trazados sinuosos dentro de una banda verde amplia, se recomiendan radios de curvatura iguales o superiores a 10 m.

En las intersecciones este mínimo puede reducirse a un mínimo de 2,5 m. En el cuadro 3.1-6 se tabulan las velocidades posibles de circulación siguiendo trazados de distintos radios de curvatura.

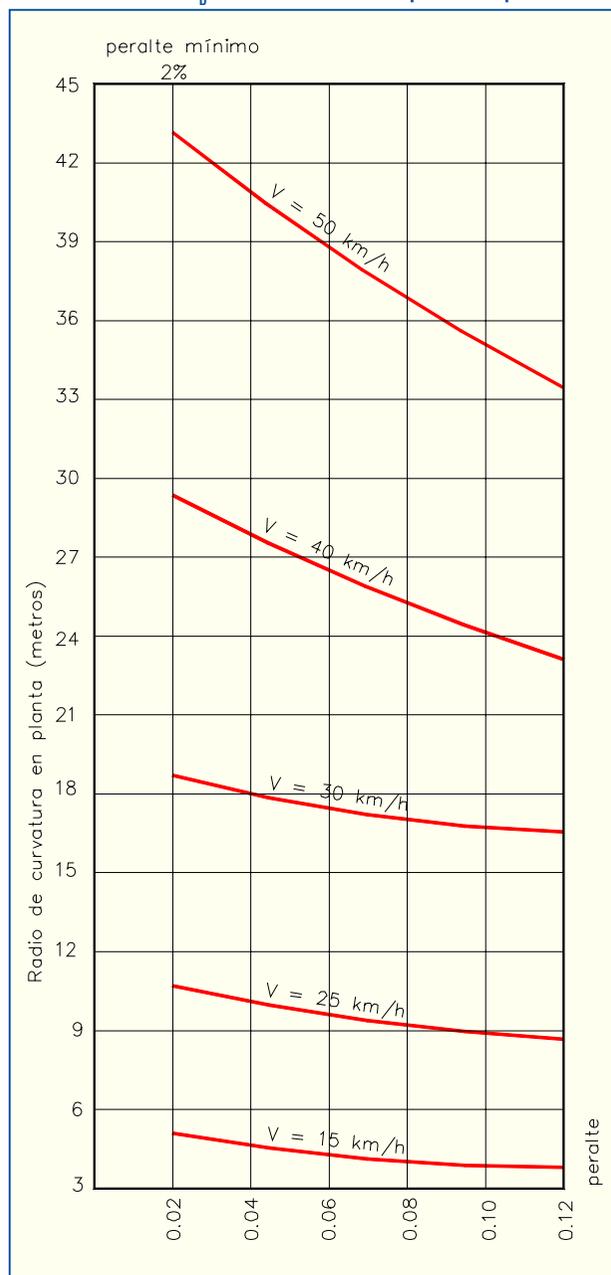
Cuadro 3.1-6
Velocidades Posibles de Ciclistas con Trazado en Curva

RADIO DE LA CURVA (m)	2,5	5	10	15	20	30
VELOCIDAD (km/h)	10	16	24	28	32	40

Como se dijo (letra c anterior), la norma californiana entrega relaciones entre la velocidad de diseño, los radios de curvatura y los peraltes aplicables al caso de trazados en planta con curvas circulares, que son las graficadas en la lámina 3.1-1.

Se reitera que estos valores son referenciales y que persiguen orientar al diseñador en aquellos casos en los que se requiera tal información, ya que el concepto de velocidad de diseño no es afín a las ciclovías urbanas. En todo caso, los resultados de este análisis de AASHTO no son convincentes en el terreno práctico, puesto que para una V_D dada se tienen variaciones del peralte muy grandes para rangos muy pequeños de radios de curvatura.

Lámina 3.1-1
Relaciones V_D - Curvatura - Peralte para Ciclistas



e) Trazado en Elevación para Biciclos

Las ciclovías de pendientes fuertes desincentivan al ciclista. Inclinationes longitudinales superiores al 5% no son recomendables, salvo en tramos cortos (ver cuadro 3.1-7).

Por otra parte, las pendientes fuertes de bajada son peligrosas para un parque de bicicletas en el que abundan las bicicletas defectuosas, por lo que estos criterios generales también son aplicables en bajadas.

Cuando no se pueda evitar pendientes mayores de 5% es preferible intercalar tramos intermedios que permitan al ciclista recuperar la velocidad normal.

Cuadro 3.1-7
Pendientes en Ciclovías según Diferencia de Cotas

DIFERENCIAS DE COTAS (m)	PENDIENTES (%)	LONGITUD DEL TRAMO DE SUBIDA (m)
1	12	8
2	10	20
4	6	65
6	5	120
10	4	250
10	3	--

Cuando un tramo de ciclopista con pendiente superior al 4% incluya curvas de radio menor que 25 m, a los anchos mínimos del cuadro 3.1-5 se les debe sumar 0,25 m.

En los cambios de inclinación longitudinal se recomienda usar acuerdos verticales circulares no inferiores a 5 m para curvas cóncavas y no inferiores a 10 m para las convexas. Si se prevén velocidades superiores a 30 km/h, duplicar estos mínimos absolutos.

3.1.4 PISTAS DE GIRO

3.1.4.01 RAMALES

Se llama ramales a una o dos pistas que conectan entre sí a calzadas que se cruzan, cuando existen islas canalizadoras elevadas que los segregan de dichas calzadas y que por lo tanto permiten la definición alimétrica de los mismos en forma relativamente independiente de éstas.

A continuación se definen las tres formas en que los ramales se presentan: directos, semidirectos y lazos.

a) Tipos de Ramales

i) Directos

Son aquellos que mantienen el mismo sentido de curvatura a lo largo de su desarrollo. Pueden atender giros a la izquierda o a la derecha y sus empalmes de salida y entrada están situados ambos a la derecha y a la izquierda -respectivamente- en una y otra calzada. Ver **a** y **b** en la lámina 3.1-2.

ii) Semi directos

Son aquellos en los que se produce, a lo largo de su desarrollo, al menos un cambio de sentido de curvatura. También lo son aquellos que tienen la fisonomía de los directos pero con alguna condición de parada o con giros a la izquierda en la calzada de destino.

Así definidos, estos ramales pueden atender giros a la izquierda o a la derecha, con salidas y entradas también por la izquierda o la derecha indistintamente. En la lámina 3.1-2 se señala con la letra **c** el más típico de ellos, que forma parte de un enlace tipo trompeta.

iii) Lazos

Son aquellos ramales utilizados para efectuar giros a la izquierda, mediante una curva cerrada que se desarrolla en más de 200 grados y por lo general en unos 300 grados. En la lámina 3.1-2 se señala con letra **d** un lazo, asociado al ramal semidirecto **c** de un enlace tipo trompeta.

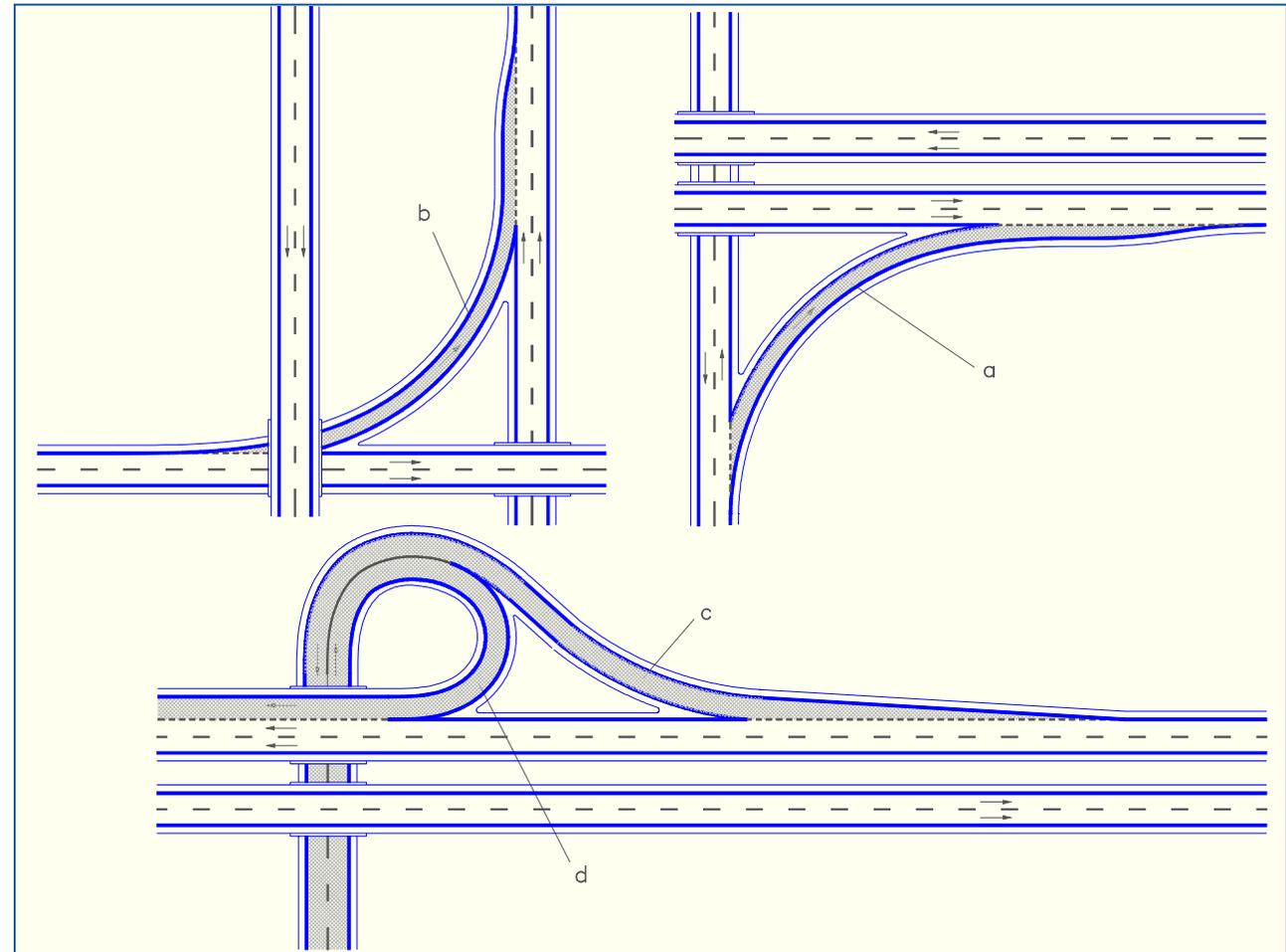
b) Ancho de Ramales

El ancho del pavimento y las bermas en pistas de giro está regulado por el volumen y composición del tránsito que por ella circula, así como el radio de la curva circular asociada al giro. Se describirán varias posibilidades de operación según la importancia del ramal.

Todas estas variables han dado motivo a estudios que parten de ciertos datos conocidos como: trayectoria mínima de los vehículos tipo, sobreaño por efecto de la velocidad, etc. Esto ha permitido tipificar los casos y tabular los anchos mínimos requeridos bajo cada combinación de factores. Para estos efectos se considera la clasificación de vehículos tipo siguiente: Livianos (L), Camiones y buses (C) y Vehículos Articulados (VA).

Los anchos necesarios para vehículos tipo L o C pueden calcularse matemáticamente, pero los necesarios para VA han debido estudiarse experimentalmente o mediante el empleo de modelos a escala.

Los tipos de operación que puedan considerarse en el ramal de giro dan origen a una primera clasificación de tres posibilidades.

Lámina 3.1-2
Tipos de Ramales

- Caso I. Una pista con tránsito en un solo sentido, en que no se consulta la posibilidad de adelantar a un vehículo que se detenga.
- Caso II. Una pista con tránsito en un solo sentido, diseñada de modo que sea posible adelantar a un vehículo detenido por emergencia a un costado de la pista.
- Caso III. Dos pistas, ya sea para tránsito en uno o dos sentidos.

El caso I se reserva para ramales de giro de poca importancia, bajo volumen de tránsito y corta longitud. Al menos uno de los bordes del pavimento debe tener una berma que permita ser transitada en una emergencia; si hay soleras, una de ellas debe ser fácilmente montable.

El caso II consulta la posibilidad de adelantamiento a bajas velocidades con espacios libres entre vehículos restringido, pero manteniéndose ambos dentro de la pista de circulación. Esta hipótesis de diseño es adecuada tanto para bajos volúmenes de tránsito como para aquellos próximos a la capacidad del ramal.

El caso III se reserva para las situaciones en que el volumen de tránsito supera la capacidad de una sola pista o para el tránsito en doble sentido cuando así esté consultado.

La segunda clasificación dice relación con la composición del tránsito que utiliza el ramal, identificándola por medio de los vehículos tipo y la proporción en que intervienen.

Caso A. Predominan los vehículos ligeros L, considerando el paso eventual de camiones o buses C.

Caso B. La presencia de vehículos tipo C es superior al 5% y no sobre pasa el 25% del tránsito total. Eventualmente circulan vehículos articulados en muy baja proporción.

Caso C. Los vehículos tipo C son más del 25% del tránsito total y/o los vehículos articulados circulan normalmente por el ramal bajo consideración.

El cuadro 3.1-8 resume los anchos que deben adoptarse según sea la hipótesis combinada de tipo de operación y tránsito que corresponda, a partir de los casos antes enumerados. Se considera además el efecto del radio mínimo del ramal de giro, con sus velocidades máximas asociadas.

La parte inferior del cuadro indica las variaciones que pueden introducirse a los anchos bases según sea las características del terreno adyacente al pavimento.

La tabla que sigue indica a partir de qué vehículo tipo se calculó el ancho establecido en el cuadro 3.1-8 que consulta los espacios adicionales necesarios para que las maniobras puedan realizarse con seguridad. En los casos en que aparecen dos letras, tales como L - C (Caso II-B), quiere decir que el automóvil tipo puede adelantar con la holgura necesaria a un camión estacionado al borde de la pista.

	A	B	C
Caso I	L	C	VA(15,2)
Caso II	L - C	L - C	C - C
Caso III	L - C	C - C	VA(15,2) - VA(15,2)

La tabla que se presenta a continuación permite apreciar las maniobras que pueden realizar, en un caso extremo, los vehículos tipo que se indican, al elegir del cuadro 3.1-8 un ancho dado por la combinación de hipótesis mencionadas.

Esta situación es en el límite de las posibilidades y requiere bajas velocidades y conductores experimentados.

	A	B	C
Caso I	VA(15,2)	VA(15,2)	VA(16,7)
Caso II	L - C	L - VA(15,2)	C - VA(15,2)
Caso III	C - VA(15,2)	VA(15,2)-VA(15,2)	VA(16,7)-VA(16,7)

Por ejemplo, en caso I-A se lee VA(15,2), que quiere decir que en el ancho indicado un vehículo articulado de 15,2 metros puede efectuar el giro sin salirse de la pista, pero prácticamente sin huelga entre la trayectoria de las ruedas y el borde del pavimento.

Caso II-B; se lee L-VA(15,2). Esto indica que un vehículo tipo L podrá adelantar a un vehículo tipo VA(15,2) que se encuentra

estacionado al borde de la pista (o viceversa) siempre con huelga mínima entre un vehículo y otro y entre los bordes del pavimento.

c) Pendiente Transversal de los Ramales

Para la pendiente transversal de los ramales se aplican los mismos criterios y valores utilizados en el caso de pistas comunes. Ver 2.2.1.02.

Cuadro 3.1-8
Ancho del Pavimento en Ramales (m)

R RADIO DEL BORDE INTERIOR DEL PAVIMENTO (BORDE DERECHO EN EL SENTIDO DE AVANCE)	ANCHO DEL PAVIMENTO EN (m) PARA								
	CASO I			CASO II			CASO III		
	UNA PISTA DE UN SOLO SENTIDO DE CIRCULACIÓN SIN PERMITIR EL ADELANTAMIENTO			UNA PISTA DE UN SOLO SENTIDO CON PREVISIÓN PARA ADELANTAR A UN VEHÍCULO MOMENTÁNEAMENTE PARADO			2 PISTAS DE UN SOLO SENTIDO O DE DOBLE SENTIDO DE CIRCULACIÓN		
	CONDICIONES DEL TRÁFICO								
(m)	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15	4,80	5,10	6,00	6,30	7,20	8,10	9,00	9,90	11,10
22,5	4,50	4,80	5,40	6,00	6,60	7,50	8,40	9,10	10,20
30	4,20	4,80	5,10	5,70	6,30	7,20	8,10	9,00	9,90
45	3,90	4,50	4,80	5,40	6,00	6,90	7,80	8,70	9,30
60	3,90	4,50	4,80	5,40	6,00	6,60	7,80	8,40	8,70
90	3,50	4,50	4,50	5,00	5,70	6,30	7,50	8,10	8,40
120	3,50	4,00	4,50	5,00	5,70	6,30	7,50	8,10	8,40
150	3,50	4,00	4,50	5,00	5,70	6,30	7,50	8,10	8,10
RECTA	3,50	4,00	4,00	4,70	5,40	6,00	6,50	7,00	7,00
SOLERAS Y BERMAS QUE MODIFICAN LOS ANCHOS ANTERIORES									
SOLERA EN UN LADO	AÑADIR 0,30 m			SIN MODIFICACIÓN			AÑADIR 0,30 m		
IDEM A LOS DOS LADOS	AÑADIR 0,50 m			AÑADIR 0,30 m			AÑADIR 0,50 m		
BERMA ESTABILIZADA A UNO O AMBOS LADOS	SIN MODIFICACIÓN			DEDUCIR ANCHO DE LA SOLERA; ANCHO MÍNIMO PAVIMENTO COMO EN EL CASO I			DEDUCIR 0,60 m DONDE LA BERMA SEA DE 1,2 m COMO MÍNIMO		

3.1.4.02 PISTAS DE CAMBIO DE VELOCIDAD

a) Tipos y Elementos

i) Aspectos Generales

Cuando un conductor va a hacer un giro en una intersección, debe modificar su velocidad. Si se propone pasar de una vía a un ramal de giro, deberá disminuirla para adecuarla a las inferiores condiciones geométricas de este último, y si pretende acceder a una de las vías, proveniente de un ramal de giro, puede ser preferible aumentarla para hacerla compatible con las condiciones de flujo de aquélla.

Para que estas operaciones, inherentes a toda intersección, se desarrollen con un mínimo de perturbaciones, se pueden diseñar pistas de cambio de velocidad. Estas son pistas auxiliares, sensiblemente paralelas a las vías desde las cuales se pretende salir, o a las cuales se pretende entrar, y que permiten acomodar la velocidad según las conveniencias expuestas.

Según sus funciones, éstas reciben el nombre de **pistas de aceleración o pistas de de(sa)celeración.**

A pesar de estas características en común, es necesario abordar el tratamiento de unas y otras con enfoques teóricos distintos, puesto que la conducta del usuario, que es más o menos previsible para el caso de una pista de deceleración, lo es menos para una de aceleración, al requerir esta última una maniobra más compleja y peligrosa, y al estar dicha maniobra mucho más condicionada por las eventualidades del tránsito en la vía.

Dichos enfoques presentan algunas variaciones de un país a otro, pero en todo caso se reconoce que estos dispositivos son propios de carreteras más que de calles urbanas. En la ciudad, las pistas de cambio de velocidad son aplicables a vías expresas y ocasionalmente a alguna troncal, cuando ella tenga una velocidad de diseño superior a 60 km/h., o volúmenes de diseño altos (próximos a la capacidad), o control parcial de accesos, y cuando las características de la vialidad y propiedad circundante lo permitan.

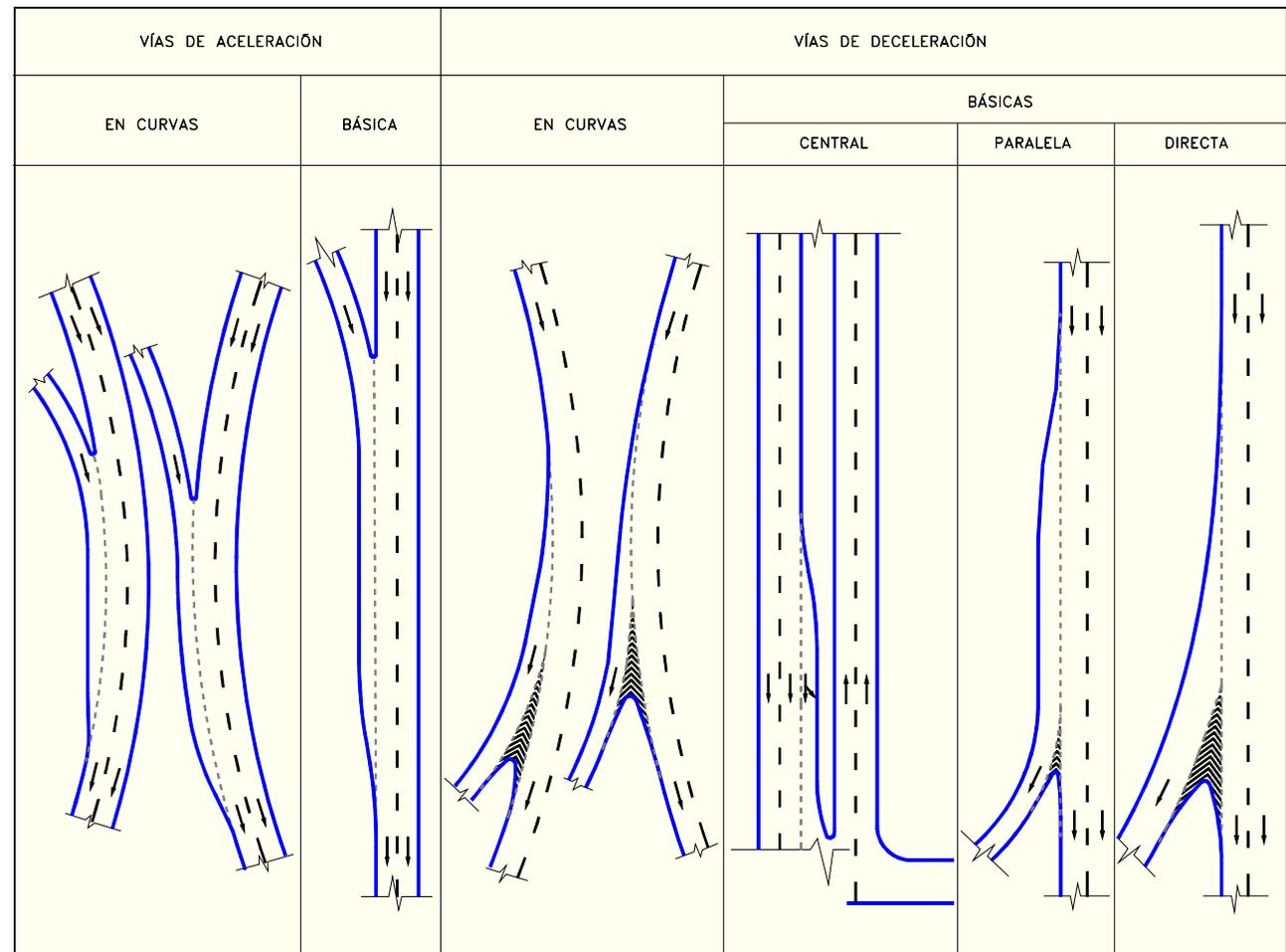
Desde el punto de vista de sus formas, las pistas de cambio de velocidad podrían agruparse en dos tipos: “en paralelo”, cuando dicha pista discurre junto a la calzada de la vía, como si fuese una pista más de ella, hasta el momento de su separación o confluencia con la misma (láminas 3.1-3, 3.1-4, 3.1-7 y 3.1-8); y “directa” cuando la pista incide o se desprende desde el borde de la vía de manera tal que dicho borde forma un ángulo con el borde izquierdo del ramal, definido este borde en el sentido del avance de los vehículos (láminas 3.1-3 y 3.1-6).

En este último caso se forma una cuña de pavimento en la zona del empalme cuya longitud puede ser bastante menor que la requerida para los efectos del cambio de velocidad, por lo que el resto de la pista debe desarrollarse en un tramo que es totalmente independiente de la vía, antes de iniciarse la curvatura limitante del ramal.

Estas alternativas presentan ventajas y desventajas según sea el tipo de maniobra que sirvan. Las pistas de tipo paralelo deberán ser preferidas para el caso de la aceleración, en el cual se desea una óptima retrovisión y la posibilidad de maniobrar (en curva-contracurva) para ingresar a la vía en cualquier momento en que se produzcan las condiciones adecuadas. Las pistas de tipo directo, en cambio, deberán preferirse en el caso de deceleración porque la maniobra de curva-contracurva no es tan natural y porque interesa clarificar la situación de salida mediante un diseño que “avise” al conductor la función de la pista que se le ofrece, que es la de cambiar definitivamente su rumbo.

Esto último no será válido en el caso de las pistas de deceleración centrales, o sea, aquéllas dispuestas entre las pistas de una vía, destinadas a detener y almacenar a los vehículos que giran a la izquierda. Tales pistas, por su posición, deberán ser paralelas. No obstante estas recomendaciones, muchas circunstancias especiales pueden requerir otros diseños. En la lámina 3.1-3 se muestran los tipos básicos de vías de deceleración y aceleración.

Lámina 3.1-3
Tipos de Pistas de Cambio de Velocidad



ii) **Pistas de Aceleración**

Estas pistas se preferirán, como ya se dijo, del tipo paralelo. En la lámina 3.1-4 se muestra un ejemplo de ellas, para el caso de la vía recta. Si ésta va en curva, el caso es idéntico, teniendo en cuenta que podrían ser necesarios sobrecanchos de pista en función del radio de curvatura (véase tópico 3.5.7).

Su longitud total (L_T) es la suma de los largos de las zonas de aceleración (L_A) propiamente tal y de transición o cuña (L_C).

L_T se mide desde el punto de tangencia del borde izquierdo del ramal con el borde de la pista exterior de la calzada principal (punto **A** en la lámina 3.1-4, en el caso de no existir curva de transición - circular o clotooidal- entre el radio limitante del ramal y el punto **A**. Si existe curva de transición, L_T se medirá desde el comienzo de la curva de transición, pero con una limitación práctica que surge de los requerimientos de visibilidad: el punto desde el cual se inicia la pista de aceleración no puede quedar más atrás del punto **P** (véase lámina), que es aquél en que la distancia entre los bordes adyacentes de las calzadas del ramal y de la vía (**PP'**) es de 3 metros. Esta disposición permite un ahorro constructivo y se justifica porque el usuario, en esa posición, puede discernir las condiciones de circulación existentes; además, está circulando por una curva que ya permite velocidades mayores que las de diseño del ramal. En la lámina aludida se muestra una pista de aceleración para el primero de los casos citados (sin curva de transición) en trazo lleno, y con línea de puntos se muestra la posición de la pista para el segundo (**PA** en curva de transición). Los puntos **B** y **C**, fin de la zona de aceleración y de la zona de cuña respectivamente, se desplazan en este último caso hasta **B'** y **C'**; cumpliéndose que **B'B = C'C = PA**.

El cuadro 3.1-9 presenta los valores de L_T en función de las velocidades de diseño de los ramales y de la vía. Los valores de L_C son fijos para velocidades iguales o inferiores a 80 km (50 m.) y para velocidades superiores a ésta (75 m).

Cuadro 3.1-9
Longitudes de Pistas de Aceleración entre Ramal y Vía
 $L_T = L_A + L_C \quad (i = 0)$

V	Lc	Vr = 0	Vr = 30	Vr = 40	Vr = 50	Vr = 60	Vr = 70	Vr = 80	Vr = 90
(km/h)	(m)	(km/h)	(km/h)	(km/h)	(km/h)	(km/h)	(km/h)	(km/h)	(km/h)
70	50	100	75	50					
80	50	150	120	100	80				
90	75	240	200	180	140	100			
100	75	300	275	250	220	170	140		

Los valores L_T y L_A son válidos para inclinaciones longitudinales (**i**) comprendidas entre +3% y -3%, debiendo corregirse si éstas exceden dichos valores límites. En el cuadro 3.1-10 se entregan los factores que relacionan la longitud en pendiente (\pm) con la longitud en horizontal.

En el caso de pendientes negativas, las correcciones sólo se hacen cuando se da el raro caso de una condición de parada previa al inicio de la pista de aceleración, puesto que en este caso se supone que el vehículo parte cuando tiene planificada su maniobra, que consiste solamente en acelerar. En cambio, si el vehículo marcha a la velocidad V_r , se impone el criterio de proveer al conductor de suficiente tiempo para adecuar su marcha a las circunstancias de su ingreso a la vía, lo cual supone no reducir la longitud de las pistas más allá de lo que ya han sido reducidas en relación a los valores rurales.

Las correcciones por pendiente se calculan sobre el total del valor L_T del cuadro 3.1-9, pero la longitud adicional o la que haya que deducir, como resultado de la aplicación de los coeficientes que correspondan al caso, afectan sólo a la dimensión L_A , permaneciendo L_C fijo.

Si L_T es menor que L_C , vale como mínimo L_C .

Cuadro 3.1-10
Relación de Longitud entre Vías en Pendiente y en Horizontal

FACTORES DE CORRECCIÓN DE L_T (1) EN PISTAS DE ACELERACIÓN, PARA VELOCIDADES DE DISEÑO DE LA VÍA (V) DE:								
70 km/h		80 km/h		90 km/h		100 km/h		
CASO PENDIENTE DE SUBIDA DE : (%)								
3 - 4	5 - 6	3 - 4	5 - 6	3 - 4	5 - 6	3 - 4	5 - 6	
1,30	1,50	1,30	1,60	1,35	1,70	1,40	1,90	
CASO PENDIENTE DE BAJADA, SI $V_r = 0$ (3), DE : (%)								
3 - 4	5 - 6	3 - 4	5 - 6	3 - 4	5 - 6	3 - 4	5 - 6	
0,50	0,50	0,75	0,65	0,90	0,80	1,00	1,00	

NOTAS:
(1) Factores se aplican a L_T , pero afectan a L_A ; $L_C = cte$.
(2) $L_T \text{ máx} = 300 \text{ m}$.
(3) Si $V_r > 0$ no hay reducciones.

En la lámina 3.1-4 se muestran los puntos singulares de las pistas de aceleración en los que se deben tener anchos de pavimentos normalizados.

En **C** se presentan dos situaciones: si el pavimento es rígido y está confinado (como es usual en zonas urbanas) en dicho punto habrá tangencia entre el borde de la pista de aceleración y la vía (caso de la figura); si el pavimento es rígido y no está confinado (como es usual en zonas rurales) se tiene el ancho final de la cuña **c** que deberá ser de 1 m;

esto con el fin de hacer utilizable la zona de cuña en una extensión mayor y para evitar roturas de la misma debido a su menor sección. Esto sucede frecuentemente dado que su construcción se ejecuta generalmente después de la calzada principal. En caso de pavimentos flexibles, **c** puede ser nulo, esté o no confinado, como en el primer caso señalado.

En el punto **B**, inicio de la cuña y final de la zona de aceleración, se debe tener el ancho total de la pista **b**. Normalmente, en recta, este ancho es de 3,5 m (b_0), pudiendo rebajarse a $b_0 = 3,0 \text{ m}$ si el tránsito en el ramal es de poca importancia. Si la pista fuera proyectada en una curva que requiera un sobrecancho **E**, $b = b_0 + E$. coincide con **b**.

La transición del borde de la cuña, desde $c = 0 \text{ m}$ (ó 1 m) hasta **b** se hace mediante una curva compuesta de transición (ver tópico 3.5.2).

En el punto de tangencia **A**, que puede ser o no el comienzo de la zona de aceleración, según lo ya dicho, se debe tener un ancho **a** que depende de las características del ramal. Si no existen curvas de acuerdo entre la zona de aceleración y la curva circular propia del ramal (o sea, que en **A** empalma tangencialmente la curva cuyo radio define la velocidad de diseño del ramal, lo que hace que L_T se mida a partir de ese punto), entonces **a** debe ser el ancho de pavimento que corresponde a dicho radio, según el cuadro 3.1-8, preferiblemente caso I. Si este valor de **a** es superior a **b** -lo que generalmente ocurrirá- la disminución (**a-b**) se consigue teniendo en cuenta este hecho en el momento de la definición del borde derecho del ramal (en el sentido de avance de los vehículos), e imponiéndose las condiciones de tenerse el ancho **a** en **AA'** y el ancho **b** a una distancia de **A** (hacia **B**) que no sea superior a 20 veces el valor (**a-b**). Si la zona de aceleración fuera de longitud nula, dicho trazado del borde derecho empalmaría tangencialmente en **A'** con una separación **a** de tal modo de poder continuarse la cuña a partir del mismo punto.

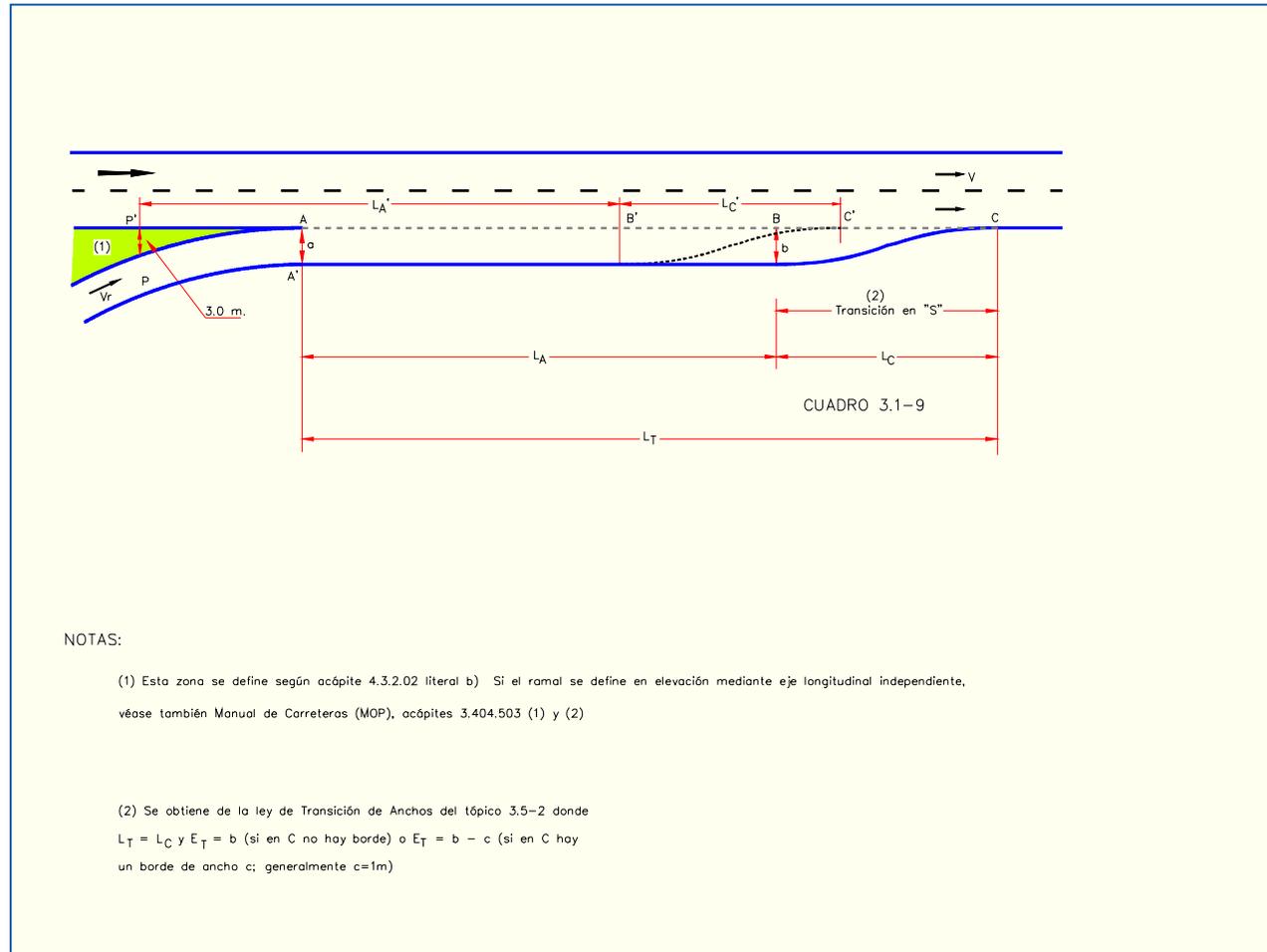
Si en **A** terminara una curva circular, de acuerdo entre la curva característica del ramal y este punto de empalme, **a** debe ser el ancho que corresponde al valor del radio de curvatura de dicha curva de acuerdo según el referido cuadro 3.1-8. Este ancho **a** será superior a **b** por lo general, y la transición desde **b** a **a** se hará igual que en el caso anterior.

Se debe tener en cuenta que puede ser necesaria, además, una transición desde el ancho del ramal, en su zona de curvatura máxima, al ancho de la curva circular de acuerdo, o que, si se estuviera en el caso II del cuadro 3.1-8, podría precisarse una transición desde su ancho correspondiente hasta el ancho del caso I.

Si en **A** termina una clotoide de transición, $a = b$ y el aumento de ancho entre **A** y el primer punto de curvatura máxima del ramal, que se producirá al comienzo de dicha clotoide, se logra linealmente a lo largo de esta última.

Si $L_A = 0$, **a** coincide con **b**

Lámina 3.1-4
Pista de Aceleración



NOTAS:

(1) Esta zona se define según acápite 4.3.2.02 literal b) Si el ramal se define en elevación mediante eje longitudinal independiente, véase también Manual de Carreteras (MOP), acápites 3.404.503 (1) y (2)

(2) Se obtiene de la ley de Transición de Anchos del tópic 3.5-2 donde $L_T = L_C$ y $E_T = b$ (si en C no hay borde) o $E_T = b - c$ (si en C hay un borde de ancho c; generalmente $c=1m$)

iii) Pistas de Deceleración

En las láminas 3.1-5 y 3.1-7 se determinan los tipos de pista de deceleración que contempla el presente manual, distinguiéndose dos tratamientos distintos según las características geométricas del ramal.

- **Caso I:** existe curva de acuerdo de longitud \geq que L_D

Este primer caso (lámina 3.1-5) es el de la geometría considerada mejor para estos dispositivos, o sea, cuando se puede hacer incidir el ramal sobre la carretera con un ángulo (θ) que haga claramente perceptible su función.

En este caso, dicho ángulo θ es el que sustienen las tangentes de los bordes de calzada del ramal y de la carretera en su punto común B. Cuando el trazado de los ramales no corresponda al caso de los mínimos absolutos, se debe cuidar que no exceda los valores del cuadro 3.1-11.

Cuadro 3.1-11
Ángulo θ de Incidencia de Pista de Deceleración Según V

V (km/h)	< 60	60	70	80	90	100
θ (g)	12,0	10,0	9,0	6,0	5,5	5,0

Si el eje de definición geométrica es el borde derecho del ramal (en el sentido de avance de los vehículos, AB' será parte de una alineación (recta, curva circular o clotoide) que cumpla que $AB \approx AB' = L_C$ (largo de la cuña); que produzca en B' una separación del borde de la carretera (trazo $B'B$) igual al ancho a inicial y mínimo de la pista de deceleración; que θ sea igual o inferior al valor que le corresponda según el cuadro aludido y, en lo posible, que se produzca tangencia en A. Si el eje de definición es el borde izquierdo del ramal, lo que facilita la definición en elevación una vez cumplido el requisito para θ , debe definirse el borde derecho, entre B' y A, mediante un trazado continuo que se adapte a la marcha de los vehículos (arco de círculo, recta, clotoide o combinaciones de ellas, tangentes en B' con el borde derecho, a la distancia a del eje, y en lo posible con el borde de la calzada de paso en el punto A). La longitud total de una pista de deceleración (L_T) es la suma de dos longitudes: L_C y L_D .

L_C es el largo de la cuña o zona de transición ($AB \approx AB'$ en la figura), que depende de la velocidad de diseño y cuyos valores aparecen en el cuadro 3.1-12.

Cuadro 3.1-12
 L_C Según V

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
L_C (m) *	20	30	40	50	60	70	80

* Valores de L_C para V menor que 70 km/h corresponden a pistas centrales.

Para fines del cálculo de la longitud de deceleración L_D , se supone que al final de la zona de cuña (BB'), el vehículo que usa este dispositivo de cambio de velocidad ha disminuido la suya hasta una fracción de V (F_V), que aparece, en función de la misma V , en el cuadro 3.1-13. Los valores de F_V disminuyen a medida que aumenta la velocidad de la vía, en parte porque L_C es mayor y en parte porque cualquier maniobra de deceleración, sea ésta hecha aún dentro de la calzada principal o una vez dentro de la cuña, produce efectos mayores (y no lineales) en la medida que dicha velocidad inicial aumenta.

Lámina 3.1-5
Pista de Deceleración Tipo Directa

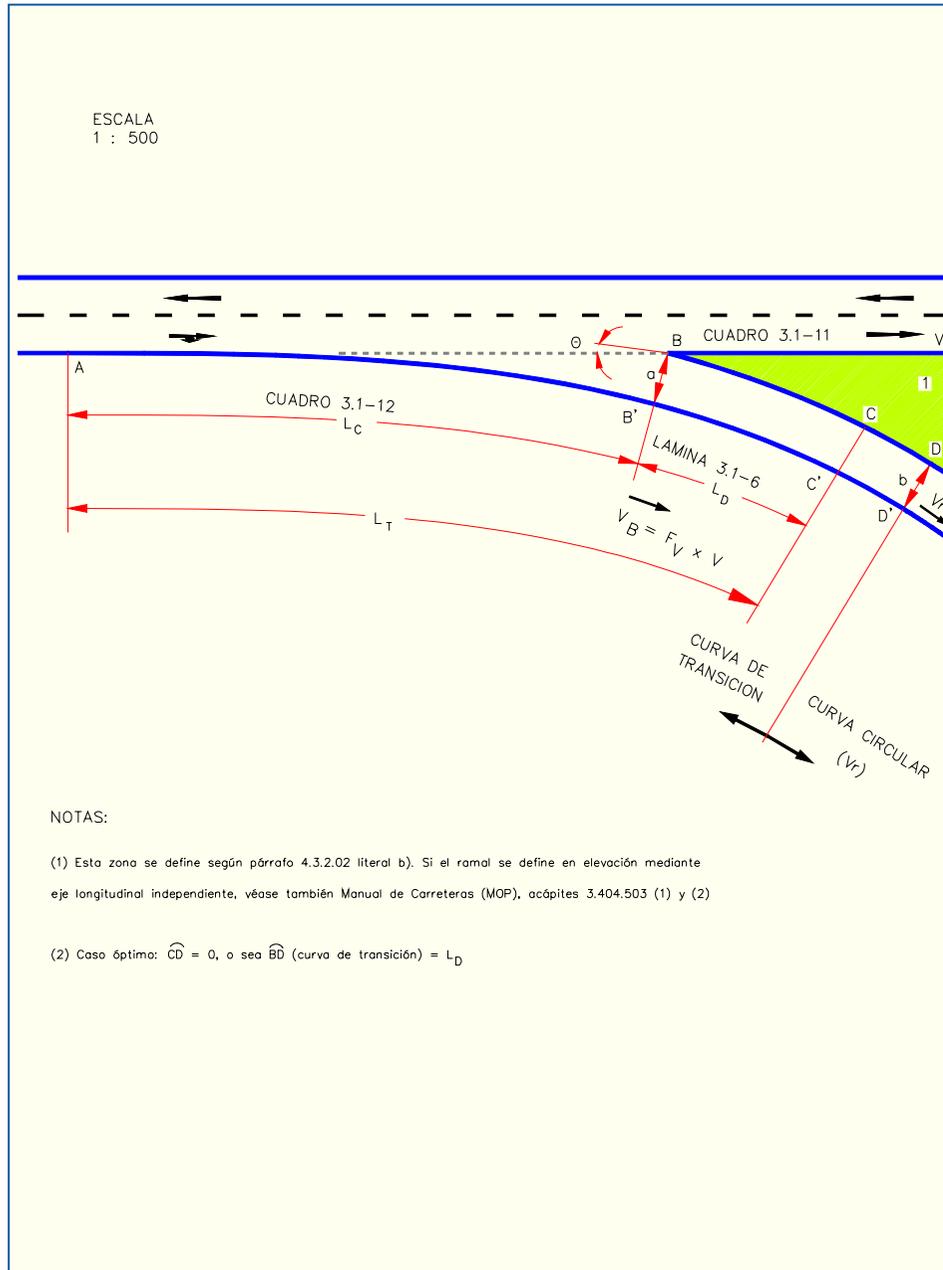
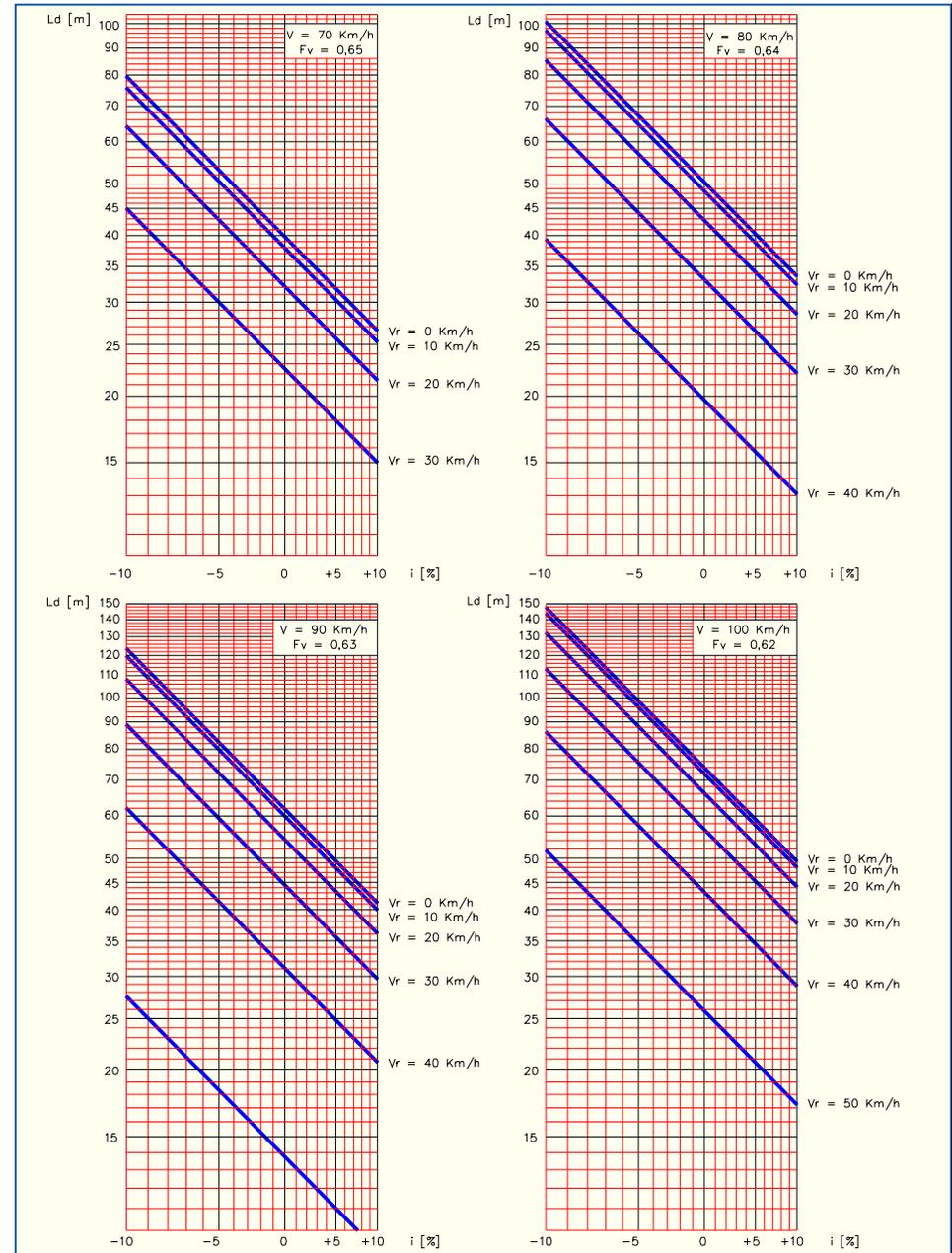


Lámina 3.1-6
Longitud de Deceleración. V=70, 80, 90 y 100 km/h (sin cuña)



Cuadro 3.1-13
F_v Según V

V (km/h)	70	80	90	100
F _v	0,65	0,64	0,63	0,62

L_D se calcula a partir de la expresión:

$$L_D = \frac{(F_v * V)^2 - V_r^2}{26 * (d + i/10)}$$

F_v es la fracción del cuadro 3.1-13, V y V_r son las velocidades de diseño (km/h) de la vía y del ramal, respectivamente; d es el valor de la deceleración media, que en este caso se hace igual a 2 m/s² e i es la inclinación de la pista en % (positiva de subida y negativa de bajada).

Los valores L_D se grafican en la lámina 3.1-6, para las velocidades específicas de carretera que van desde 70 km/h hasta 100 km/h, considerando distintas velocidades de diseño en los ramales, y en función de las inclinaciones longitudinales de las pistas.

L_D, en este caso, se mide desde BB' hasta CC'. Se observa que esta dimensión BC (≅ B'C'), en el caso más afinado, será igual a BD (≅ B'D'), que es el largo de la curva de acuerdo. En efecto, al final de la pista de deceleración (CC') ya se puede tener la velocidad correspondiente a la curvatura limitante del ramal. Se hace notar también que el radio de una curva circular de acuerdo debe ser compatible con la velocidad en BB' (F_v * V) en caso de ser ésta preferida a una clotoide.

En la lámina 3.1-5 se muestran los puntos singulares de estas pistas en los que se deben tener anchos de pavimentos normalizados.

Si B'C' (o BC) es parte de una clotoide, a = 3,50 m.

Si BC es una curva circular de acuerdo que requiere un sobreebanco E₁, a = 3,50 + E₁.

En DD' se debe tener el ancho de ramal que corresponda según el cuadro 3.1-5. Los aumentos de ancho E₂, con respecto a a se dan a lo largo de la curva de acuerdo.

• **Caso II: la curva de acuerdo es menor que L_D o no existe**

Este caso obliga a una pista de deceleración en paralelo y se produce frecuentemente por las limitaciones de espacio que condicionan a estos diseños.

Si se proyecta una pista de deceleración de este tipo, θ = 0. Esto significa que el ramal debe empalmar tangencialmente con el borde de la calzada de paso (punto C en la lámina 3.1-7).

La cuña es igual que el Caso I, sólo que ahora puede iniciarse con un ancho de 1 metro, con el fin de compensar el efecto de la maniobra de curva-contracurva, que por lo general hace desaprovechar

la zona de cuña, y para hacer más visible dicho inicio (si el pavimento es rígido y no está confinado esta condición se hace necesaria). El borde derecho se define igual que para el caso de la pista de aceleración, según lo indicado en el tópico 3.5.2, considerando en B un ancho b = b₀ + E₁ (E₁ de 3.5.7, si procede). Los valores de L_C, así como los de L_D, son los que aparecen en el cuadro 3.1-12, y en la lámina 3.1-6, respectivamente, pues son los mismos que para el primer caso.

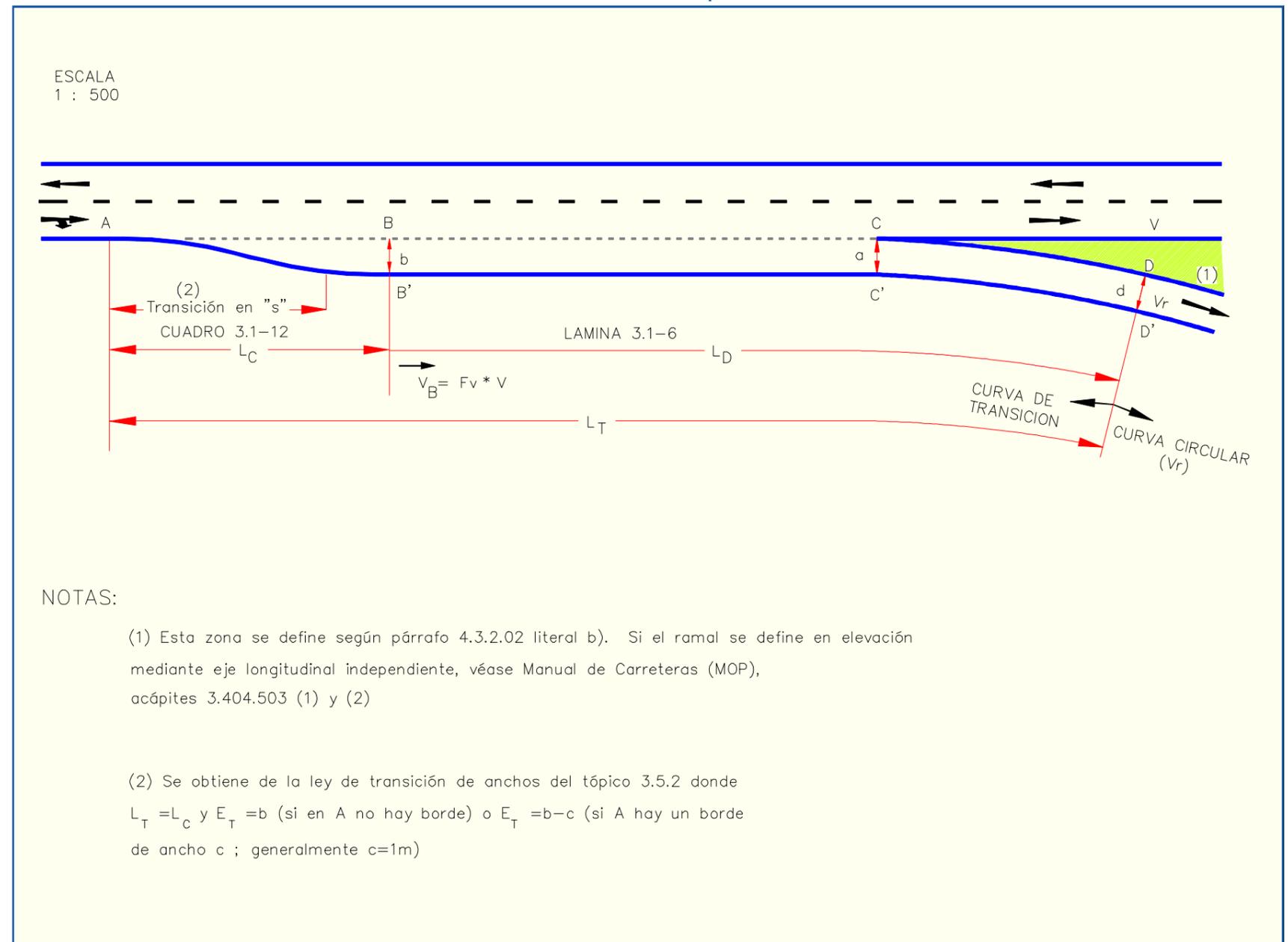
Ahora, la longitud BC = B'C', o BC ≅ B'C' en caso de curva, que se desarrolla en paralelo a la vía, será necesaria para conseguir una longitud L_D antes del inicio de la curva limitante del

ramal (DD'). Se observará que si no existe curva de acuerdo, la totalidad de la pista de deceleración transcurrirá en paralelo.

Si C'D' (o CD) es una clotoide, a = b = 3,50 m. (+E₁), y la transición de ancho requerida para llegar al valor d, ancho propio de la curvatura del ramal (cuadro 3.1-8) se hace a lo largo de dicha clotoide progresivamente.

Si C'D' (o CD) es una curva circular de acuerdo que requiere un sobreebanco E₂, a = b + E₂ y el aumento de ancho se confiere haciendo las mismas consideraciones expuestas para el caso de la pista de aceleración en similares condiciones de trazado.

Lámina 3.1-7
Pista de Deceleración Tipo Paralela



iv) Pistas Centrales de Deceleración y Espera

También se pueden diseñar pistas de deceleración para vehículos que giran a la izquierda desde las vías principales. Estas pistas se sitúan, por lo general, en el centro de la vía, entre las pistas de ella. Si la mediana tiene 4 o más metros de ancho será posible diseñar vías de deceleración central aprovechando este espacio sin necesidad de ensanches especiales en la carretera. El ancho mínimo de la mediana será 5,5 m. si se requieren refugios peatonales.

En la lámina 3.1-8 se muestra una pista de este tipo. Las longitudes L_C y L_D son las del cuadro 3.1-12 y las de la lámina 3.1-6, respectivamente. A L_C y L_D hay que sumarle una longitud L_E , o largo de la zona de espera, que depende del número de vehículos por hora que giran y que debe considerarse si existe condición de parada al final de la zona de deceleración, lo cual generalmente ocurre.

Si existe un semáforo en ese punto (D en la lámina 3.1-8), L_E estará determinada por el cálculo del largo de la fila de vehículos que esperan en un ciclo, estimando en 7,0 m. el espacio promedio requerido por cada uno. Si existe una señal "PARE", L_E tendrá el valor que le corresponda del cuadro a continuación.

Cuadro 3.1-14
Longitud Adicional en Pistas de Deceleración para Almacenamiento y Espera de Vehículos (Disco Pare)

Nº VEHÍCULOS / HORAS QUE GIRAN	30	60	100	200	300
LONGITUD ADICIONAL (m)	8	15	30	60	75

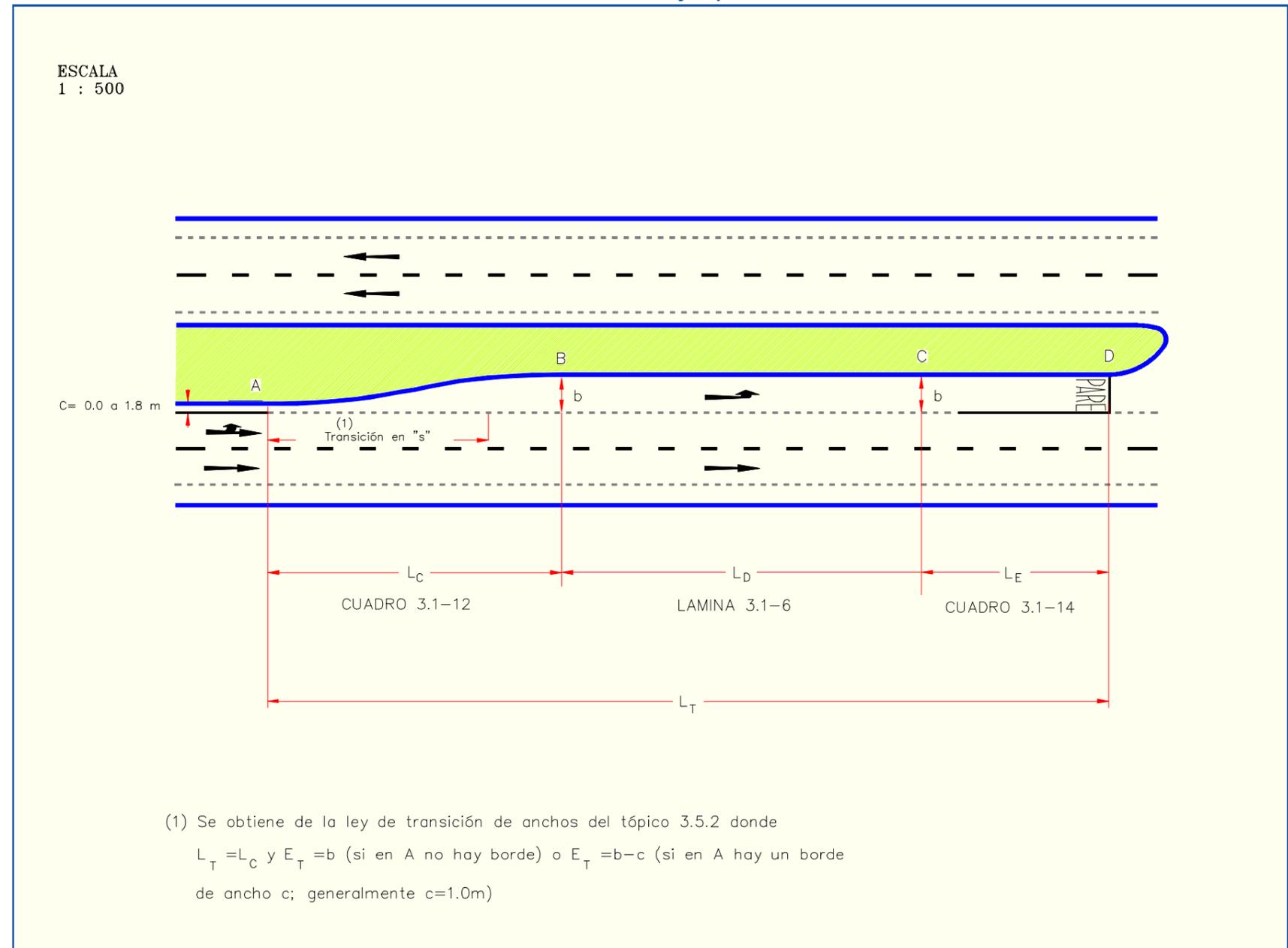
La cuña tiene la forma prevista para el Caso II del acápite anterior. La ley de transición de ancho explicada en el tópico 3.5.2, indica el trazado que debe darse a esta zona de cuña para ganar una pista en base al espacio disponible en la mediana. En general es conveniente colocar soleras delineando la mediana en todo el sector afectado por la pista central, de modo que sea evidente el trazado de ésta y se eviten movimientos prohibidos, tales como giros en U en zonas en que no están previstos.

En vías de dos pistas, o de más de dos pistas sin mediana de dimensiones adecuadas, será necesario proceder a ensanchar la carretera si se desea disponer de una pista central de deceleración. Ello debe hacerse según los criterios descritos en el párrafo 3.3.2.04.

b) Ancho de Pistas de Cambio de Velocidad

El ancho de una pista de cambio de velocidad -que se desarrolla entre la cuña correspondiente y el punto de tangencia de la primera alineación en planta que sirve al propósito de cambiar de dirección, es un valor constante, que depende de la velocidad de diseño de las pistas adyacentes; cuyos anchos mínimos se tabulan en el cuadro 3.1-1.

Lámina 3.1-8
Pista de Deceleración y Espera Central



Los anchos mínimos absolutos de las pistas de cambio de velocidad pueden llegar a ser los de una pista normal de velocidad de diseño hasta 20 km/h menores que los asumidos para la calzada madre, con un mínimo de 2,00 m; todo esto si dicha calzada tiene más de una pista.

Este último mínimo -minimorum- se puede justificar incluso para calzadas con VD's de 30, 40 y 50 km/h, cuando se pretende con ello

descongestionar una intersección en la que los vehículos pesados sobre la vía huésped no superan, en número, el 25% del flujo total.

Ejemplo: Una pista de cambio de velocidad anexa a una pista de ancho igual a 3,00 m, mínimo absoluto para una vía diseñada para 50 km/h, puede tener un ancho de 2,50 m, que corresponde al mínimo absoluto de una pista normal (sea lateral o no pero de dos o más pistas), de VD = 30 km/h. Y si se dan situaciones de congestión en la que una pista de tan sólo 2,00 m puede afectar favorablemente la

capacidad de la intersección -con tolerable perjuicio al deseable orden de los vehículos ante la línea de parada- es justificable tomar tal medida extrema.

Estos mínimos absolutos no son aplicables cuando la pista en cuestión está canalizada en su extremo, como puede ocurrir cuando entre dicha pista y la de motorizados más cercana se intercala una pista de giro para bicicletas (en lámina 4.3-25, fig. III, se presenta una situación similar pero demarcada, no canalizada). En tales casos, se debe considerar, para el efecto de dar anchos, que la pista de cambio de velocidad es una pista normal, y si la canalización excede los 20 m, que es un ramal.

El ancho mínimo recomendable es el mínimo absoluto para la pista adyacente, sin consideraciones respecto a diferencias de velocidad de diseño.

Cuando se usen mínimos absolutos, debe analizarse la factibilidad de confinarla con una solera del tipo bordillo (lámina 2.2-23).

c) Pendiente Transversal de las Pistas de Cambio de Velocidad

Las pistas de cambio de velocidad pueden tener cualquiera inclinación transversal que permita cumplir con las condiciones descritas en 3.4.2.02 para la arista que ellas forman con su pista adyacente (máxima diferencia algebraica de 6%).

Ojalá la inclinación transversal sea constante, lo que se puede conseguir si el ramal asociado contiene elementos de trazado en planta que permitan desarrollar las transiciones de peralte dentro de ellas (clotoides de preferencia o arcos circulares de radios intermedios), o si el separador que contiene a las pistas de aceleración o deceleración tiene pendiente transversal constante (bordes interiores de calzadas verticalmente paralelos).

Si es necesario utilizar parte de la pista de cambio de velocidad para transitar la inclinación transversal, son válidas también las limitantes relativas a la arista antes referida.

En el caso de pistas centrales, inmersas en un separador que puede ser utilizado como superficie de conciliación altimétrica (1.3.6.01.c), será el tratamiento de este separador el que determinará las características verticales de tales pistas; pero, al ser también válidas las limitantes relativas a la arista referida, resulta que es el tratamiento altimétrico del separador en su totalidad el que se ve restringido por tales condiciones.

SECCIÓN 3.2. BANDAS DE ESTACIONAMIENTO

Las **bandas de estacionamiento** son, como su nombre lo dice, dedicadas al estacionamiento de vehículos. Constituyen prolongaciones de la pista derecha (según el sentido de avance del vehículo), si la calzada tiene doble sentido, o también de la izquierda si la calzada es de un sólo sentido o tiene un bandejón, y pueden ser adosadas a cualquier tipo de pista con la excepción de la solobús. Se recuerda que no es deseable el estacionamiento en bandas en vías troncales mayores y expresas.

Para determinar su ancho se debe tener en cuenta la situación del tránsito en la vía y la posición en la que se pretende permitir el estacionamiento. Lo primero porque este tipo de facilidad supone una restricción a la capacidad de la vía, la cual debe quedar justificada por un beneficio, al menos equivalente, que se desprende de la existencia de los mismos. Lo segundo porque el espacio transversal ocupado por los vehículos depende del ángulo que forman los vehículos con el borde de la calzada. Estos anchos se tabulan en 3.2-1 y las geometrías pertinentes se ilustran en la lámina del mismo número.

Cuadro 3.2-1
Anchos Mínimos de la Banda de Estacionamiento

ÁNGULO (°)	0	35	50	70	90
ANCHO (m)	2,00*	5,00	5,50	5,50	5,00

* Mínimo Absoluto

La elección del tipo de estacionamiento depende principalmente de dos factores: espacio y forma deseada de operación; los ángulos mayores que cero pueden facilitar la operación de entrada, y eventualmente las de salida, sobre todo cuando están comprendidos entre 35° y 50°.

En todos los casos, salvo el del estacionamiento paralelo, se ha considerado un exceso de ancho mínimo con el fin de perturbar lo menos posible los flujos de la pista adyacente. El sobreancho, en este caso, no pretende impedir esta perturbación, sino asegurar una huelga entre los autos estacionados y los de paso.

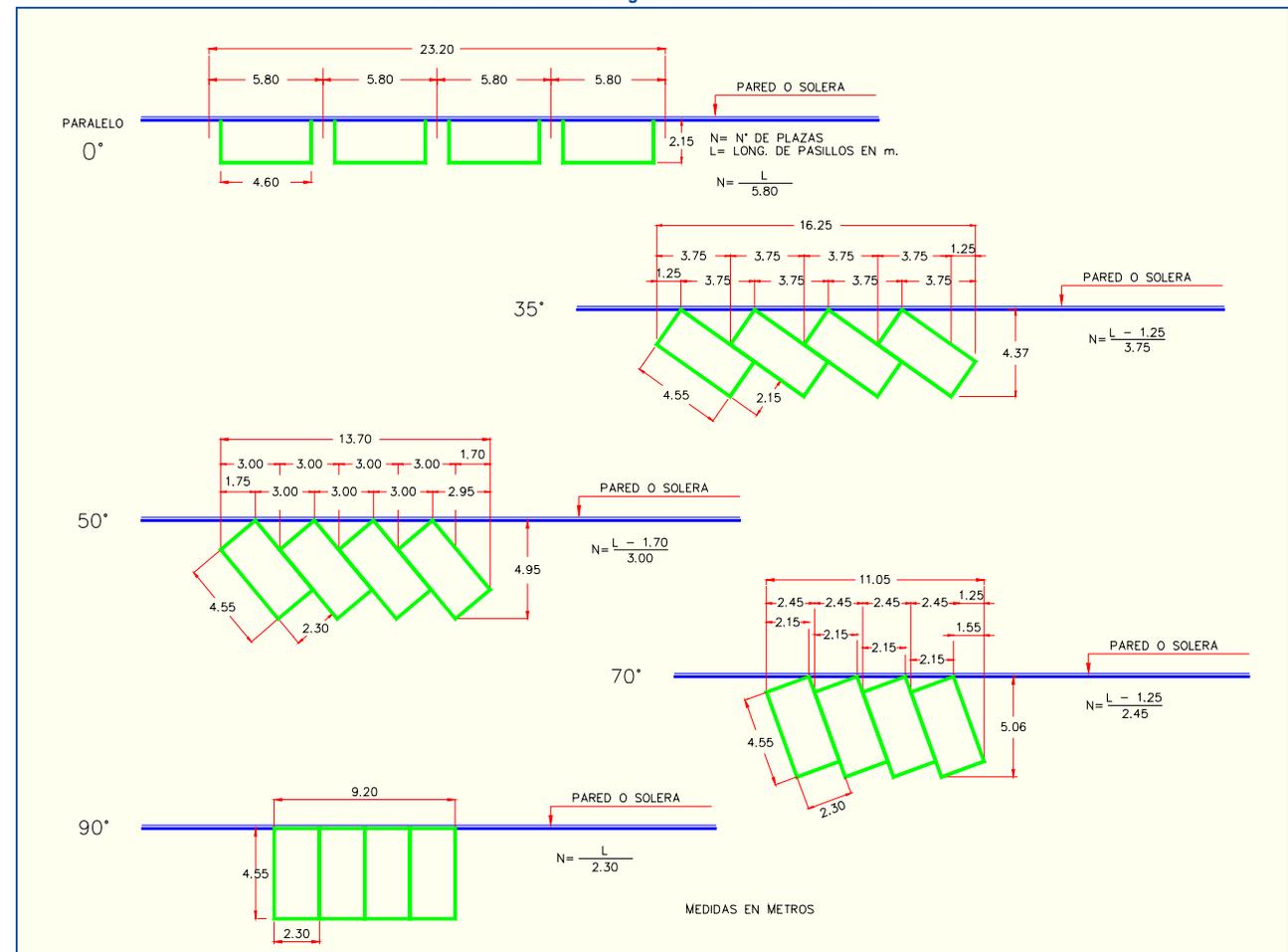
La inclinación transversal debe ser igual a la de la pista adyacente si se prevé su posible utilización como pista futura.

Si no es ese el caso, se permitirá efectuar quiebres en la arista separadora de la banda y la pista. Este quiebre no debe ser superior al 8%. En efecto, puede ser necesario reducir la pendiente transversal por razones altimétricas. Esto puede hacerse siempre que se garantice el drenaje mediante una línea de máxima pendiente con inclinación mayor que el 1,5% y respetando un mínimo de 0,5% de pendiente mínima hacia afuera.

También, en el caso de tener la calzada peralte vertiendo hacia el lado opuesto, y no estar previsto el uso de la banda como pista, preferírase una inclinación del 0,5% mínima hacia afuera, preferiblemente del 1%.

Cuando no se prevea el uso de la banda como pista futura, puede elevarse la banda de estacionamiento en unos centímetros (5 a 10 cm) mediante el uso de soleras.

Lámina 3.2-1
Estacionamientos Según Posición de Vehículos



SECCIÓN 3.3 SEPARADORES

3.3.1 ASPECTOS GENERALES

Los separadores son superficies elevadas, longilíneas o puntuales, que separan las calzadas entre sí o de otros elementos viales y que por lo general forman parte del perfil tipo.

Los separadores más frecuentes son los bandejones, de los cuales la mediana es un caso particular debido a su posición central entre dos calzadas de sentidos de tránsito opuestos; los solerones, llamados así porque están constituidos por elementos generalmente prefabricados, similares a las soleras, que se utilizan para separar pistas normales de otras especiales, como las de las vías exclusivas para buses y las ciclopistas; y las barreras, que son pequeños muros que separan físicamente calzadas de tránsito opuesto con el fin de anular el riesgo de invasión de calzadas.

3.3.2 BANDEJONES Y MEDIANAS

3.3.2.01 DEFINICIONES

Los bandejones y medianas son dispositivos geoméricamente similares pero que cumplen funciones cualitativamente distintas, por lo que conviene diferenciarlos nominalmente.

En efecto, ambos dispositivos son islas continuas, realizadas altiméricamente mediante soleras, de un ancho por lo general constante, que sirven también como refugios peatonales; pero los bandejones son aquellos que separan flujos del mismo sentido y las medianas aquellos que aíslan flujos de sentidos opuestos que circulan por las calzadas de similar categoría.

Ambos pueden plantearse como reservas de espacio para ampliaciones futuras de pistas, pero sólo sobre los bandejones puede permitirse eventualmente el estacionamiento, cuando la categoría de la vía y el tipo de servicio que presta lo permite.

Ambos pueden ser interrumpidos mediante aberturas, pero existen condicionamientos mucho mayores para aceptar dichas aberturas en las medianas, puesto que a través de éstas se posibilitan giros a la izquierda y en “U”, los cuales provocan más conflictos que los casos posibles en los bandejones (giros a la derecha). Si el bandejón separa una calzada unidireccional de una vía de servicio bidireccional, el bandejón está afecto a los requerimientos para medianas.

Ambos generan, cuando su ancho es mayor que 5 m, una zona entre calzadas que puede ser utilizada como almacenamiento para los vehículos que giran desde la primera y que deben esperar antes de cruzar la segunda. Asimismo, ambos permiten la creación de pistas de deceleración y espera, a costa de su ancho normal. Pero en el caso de los bandejones, estas maniobras pueden tener la alternativa de conectar las calzadas de igual sentido que están separadas por ellos, con lo que

el giro a la izquierda podría producirse desde la calle lateral. Esta maniobra es mejor mientras mayor sea el ancho del bandejón y su consiguiente capacidad de almacenamiento para los vehículos que han de efectuar dicho viraje.

Por último, las medianas prestan un servicio cualitativamente más amplio que los bandejones, al separar los flujos opuestos y disminuir los efectos derivados de tal situación: encandilamiento, temores y riesgos.

3.3.2.02 ANCHO DE BANDEJONES Y MEDIANAS

El ancho de estos elementos depende de las disponibilidades de espacio y de las funciones que ellos cumplan. El ancho mínimo recomendable es de 2 metros, medida que corresponde al mínimo necesario para que ellos cumplan con la función de una isla - refugio para peatones.

Sin embargo, en algunos casos puede ser aceptable un ancho menor en la sección tipo normal: cuando sea posible ensancharla hasta esos 2 m en la zona donde dicha función sea necesaria, lo que ocurre generalmente en las intersecciones, el ancho mínimo absoluto podrá ser de 1 m.

Si se planifica el aprovechamiento de estos dispositivos para insertar en ellos eventuales pistas de giro, el ancho mínimo absoluto sube a 5 m, siendo deseable 6 m (véase figura I de lámina 3.3-1). Dimensiones mínimas de 6,0 y 7,5 m, absolutas y deseables respectivamente, son válidas para bandejones en el caso de preverse su aprovechamiento para producir ensanches destinados a paraderos buses.

Bandejones y medianas de 6 m, de ancho también ofrecen una capacidad mínima de almacenamiento en sus aberturas. Cuando los virajes sean escasos ellos pueden reemplazar a una pista de giro y espera (véase figura II de la misma lámina). Es razonable considerar como un giro “escaso” aquél cifrado en 50 veh/hora por cada 4 m. de ancho de la abertura correspondiente del dispositivo, considerando sólo la parte de la misma que atiende al sentido de marcha de los vehículos que giran. Si se pretende reservar espacio para ampliaciones futuras de la calzada, deberá estudiarse el esquema final de funcionamiento de la vía, y de allí surgirá el perfil tipo inicial. La figura III de la lámina recién citada muestra una sección tipo que una vez ampliada deja una mediana de 6 m.

Se recalca que la sección tipo de medianas y bandejones puede ampliarse en la proximidad de las intersecciones, como una manera de reducir las expropiaciones en los demás tramos, donde estos dispositivos no cumplan funciones específicas. Esto es particularmente válido cuando se requiere espacios de almacenamiento amplios para virajes, los cuales incrementan considerablemente la capacidad de las intersecciones con movimiento de giro importantes, especialmente cuando ellos son a la izquierda (véase lámina 4.2-1, figura IV).

En el cuadro que sigue se resumen los valores explicados en el texto, agregándose otros casos excepcionales que se ilustran en la lámina 3.3-2.

Cuadro 3.3-1
Anchos Mínimos de Bandejones y Medianas

DISPOSITIVO	TIPO DE MÍNIMO	ANCHO, EN METROS, SI SE DESTINA EL ESPACIO A :							
		REFUGIO PEATONAL	PISTAS DE GIRO	PISTAS GIRO CANALIZADAS	PARADA DE BUSES	RESERVA n PISTAS ⁽¹⁾	ZONA DE ALMAC ⁽²⁾	SOLO SEPARACIÓN	PANTALLA ENCAND.
BANDEJONES	ABS	2,0	5,0	5,5	6,0	+na	6,0	1,0	2,0 - 3,0
	DES	2,0	6,0	7,5	7,5	+na	S.C.	>1	6,0
MEDIANAS	ABS	2,0	5,0	5,5	--	+na	6,0	1,0	2,0 - 3,0
	DES	2,0	6,0	7,5	--	+na	S.C.	>1	6,0

1) a = Ancho de pista. na se agrega al ancho de la configuración básica.
2) s.c. = según capacidad deseada.

Lámina 3.3-1
Medianas Típicas

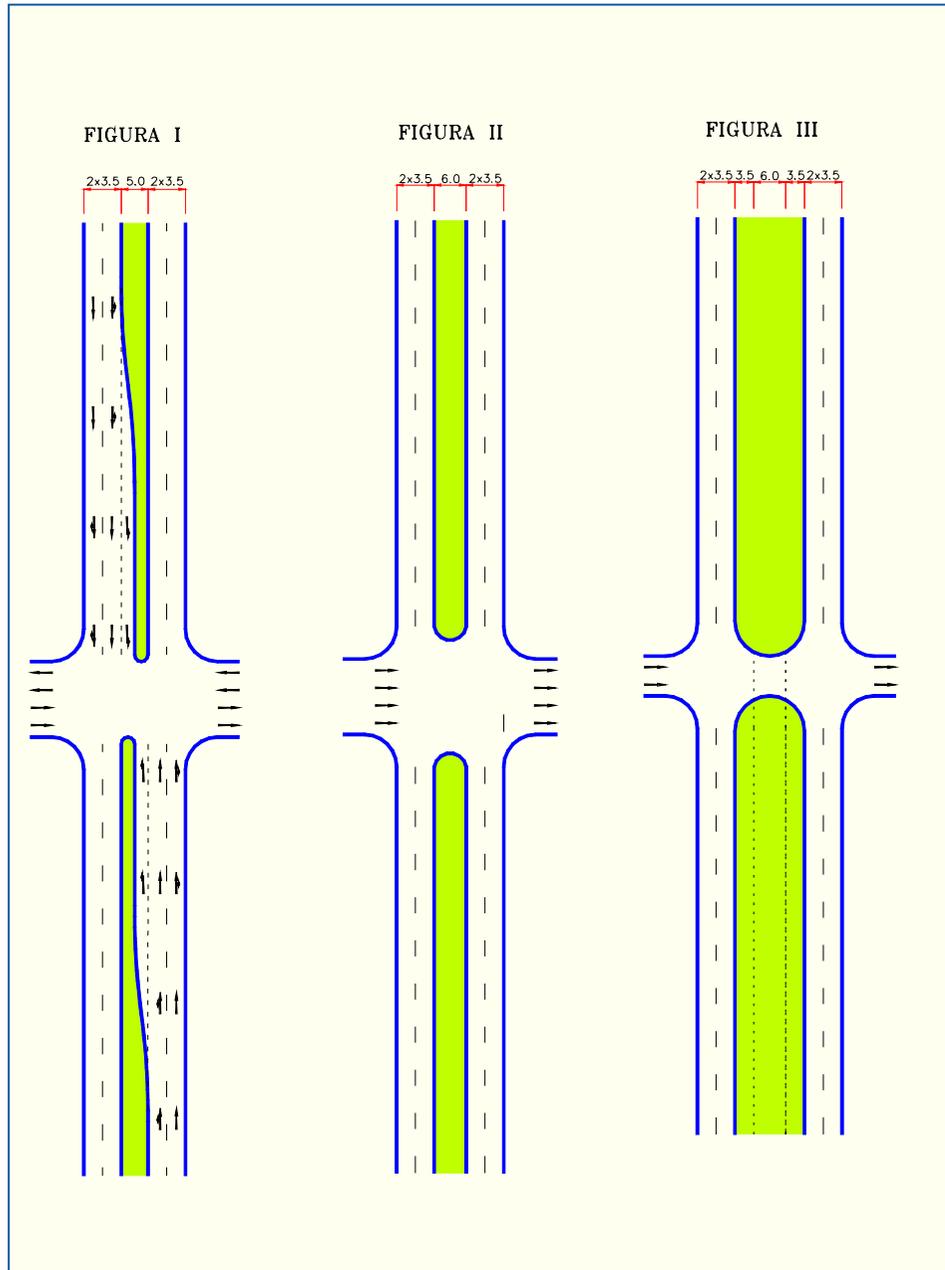
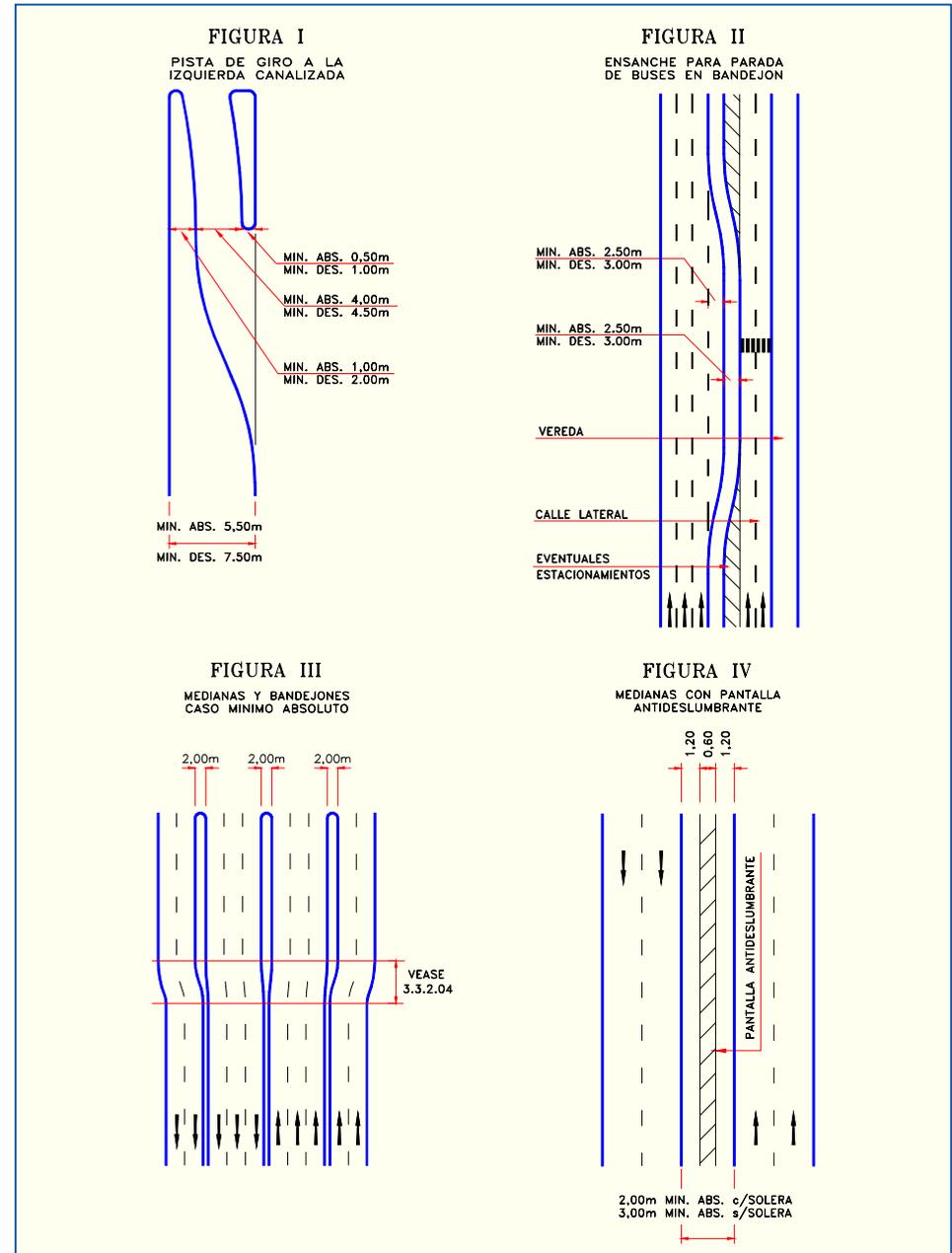


Lámina 3.3-2
Singularidades en Bandejes y Medianas



3.3.2.03 PENDIENTE TRANSVERSAL DE BANDEJONES Y MEDIANAS

Se acepta que estos dispositivos presenten cualquier pendiente transversal que resulte de las necesidades de conciliación altimétrica del conjunto de la plataforma vial (1.3.6.02), si el efecto ambiental (segregación principalmente) de dicho máximo puede ser asumido.

La existencia de reducciones o aberturas de medianas y bandejones, con o sin pistas de giro en ellas, plantea una restricción a la solución altimétrica de las secciones transversales de estos separadores.

En efecto, es muy preferible que en las aberturas se mantengan las inclinaciones de al menos una de las pistas adyacentes, y cuando tal cosa no es posible, la diferencia absoluta de pendientes transversales, entre dicha pista y la superficie abierta del bandejón o de la mediana, que se verifica en la(s) arista(s) correspondiente(s), no debe superar el 6%.

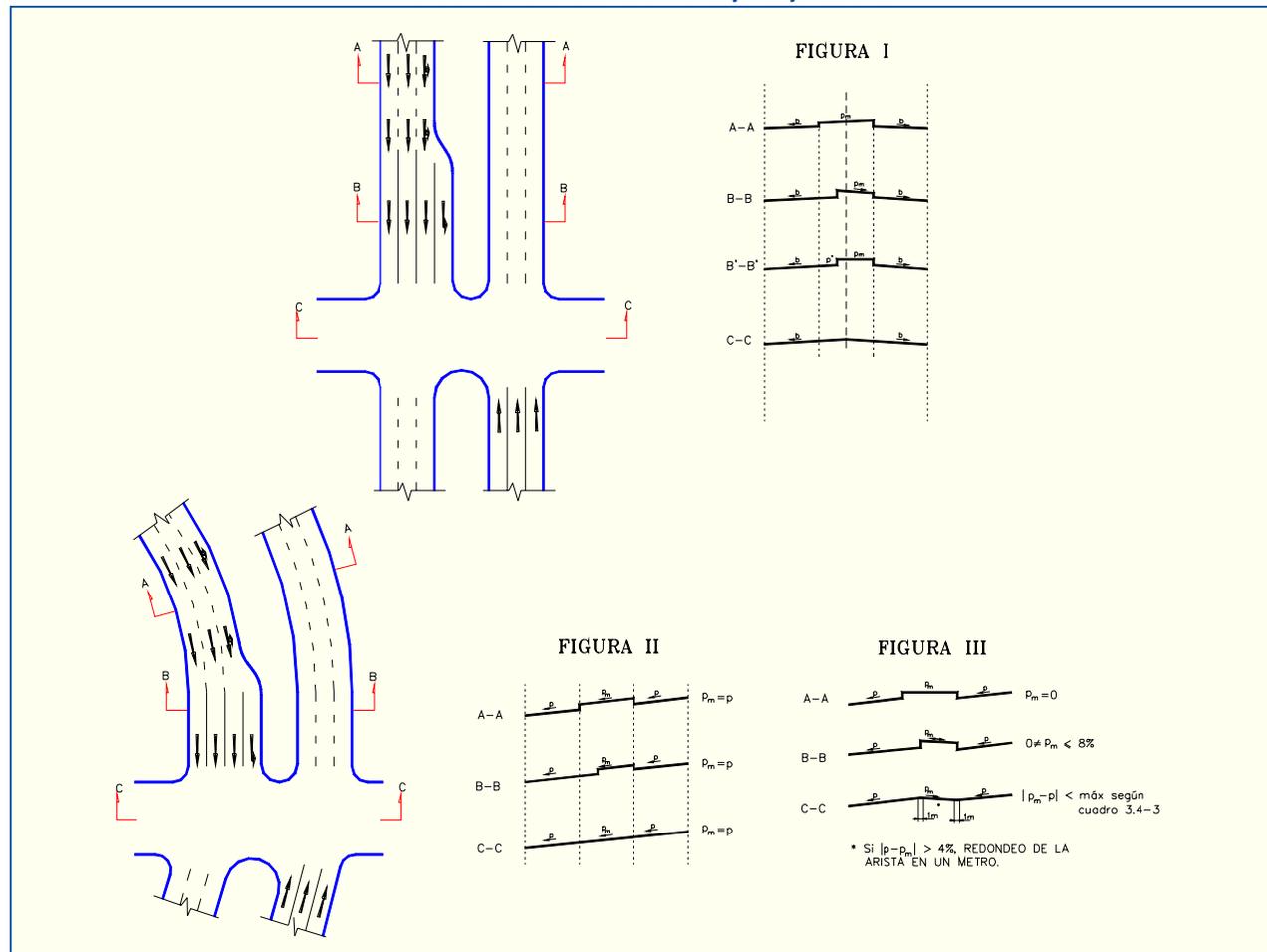
En la lámina 3.3-3 se muestran dos calzadas con medianas que albergan pistas de giro central, la primera en recta (bombeo doble) y la otra en curva (peralte). En el primer caso (figura I) se indica la solución más obvia para resolver las pendientes transversales, existiendo

la alternativa B-B', que consulta una arista en la línea que separa la pista normal de la de deceleración y espera.

En el segundo caso, se muestran dos soluciones posibles (figuras II y III). En la primera se tiene que la mediana lleva la misma pendiente transversal de las calzadas. En la segunda, en cambio, al mantenerse a igual cota los bordes interiores de las calzadas en la zona de mediana normal, la reducción de esta última y la prolongación de la calzada por ese lado, con su pendiente p , va inclinando la superficie de la primera hasta un valor p_m fijo para la zona de ancho reducido.

En el segundo caso (figura III), se debe verificar que $|p - p_m| < 6\%$.

Lámina 3.3-3
Pendientes Transversales en Bandejones y Medianas



3.3.2.04 GENERACIÓN DE MEDIANAS

Suele ser necesaria la creación de una mediana o bandejón de un ancho m , a partir de un ancho inferior (nulo en el caso extremo) o superior. Esta modificación debe ejecutarse mediante alteraciones del o de los ejes involucrados en la definición geométrica de la vía, de tal modo de asegurar que las curvas que describen el trazado en la zona de dicha modificación cumplen con las normas del presente volumen.

En el caso más frecuente en la ciudad es el de las calles con trazado en planta recta. En la figura I de la lámina 3.3-4 se muestra la generación de una mediana en una vía recta con dos pistas para cada sentido, mediante el desdoblamiento del eje (central) en dos ejes auxiliares ABC y AB'C', que son simétricos respecto al primero. En la figura II se ilustra el caso de mantener una de las calzadas inalteradas y ejecutar el desdoblamiento en la otra.

En uno y otro caso, el problema consiste en la provisión de una curva en "S" desde A a C (C') mediante dos curvas circulares de radio $R1$ y $R2$, las cuales son tangentes entre sí en el punto de inflexión B (B'). El desarrollo de cada uno de estos arcos de círculo genera desplazamientos laterales $E1$ y $E2$, respectivamente, cuya suma correspondiente al ancho total E del ensanche. La longitud de cada arco, proyectada sobre el eje recto, es $L1$ y $L2$, por lo que L, que es la suma de ellas, representa la longitud de la vía a lo largo de la cual se produce la modificación del ancho. Estas magnitudes y parámetros se esquematizan en la figura III.

El cuadro 3.3-2 entrega, para velocidades de 25 a 80 km/h., los valores de $E1$, $E2$, $L1$, $L2$, E y L, que han sido calculados considerando valores de $R1$ extraídos del cuadro 2.2-7, considerando $p = 2\%$ y de $R2$ proveniente del cuadro 2.2-5, donde aparecen los radios mínimos en contraperalte.

Los valores de $R1$ para velocidades bajas han sido castigados según lo dicho en 2.2.1.02 b.iii.

En el cuadro 3.3-3 aparecen los mismos elementos, tabulados para velocidades correspondientes a vías expresas, que requieren el uso de los radios mínimos para calzadas contraperaltadas que figuran en 2.2-6.

Cuadro 3.3-2
Generación de Medianas y Bandejes en Recta, Vías no Expresas

V = 20 Km/h							R1 = 10m R2 = 20m						
E (m)	E1 (m)	E2 (m)	L1 (m)	L2 (m)	L (m)								
0,50	0,17	0,33	1,82	3,64	5,45								
0,75	0,25	0,50	2,22	4,44	6,67								
1,00	0,33	0,67	2,56	5,12	7,68								
1,50	0,50	1,00	3,12	6,24	9,37								
2,50	0,83	1,67	4,00	7,99	11,99								
2,75	0,92	1,83	4,18	8,36	12,55								
3,00	1,00	2,00	4,36	8,72	13,08								
3,25	1,08	2,17	4,53	9,05	13,58								
3,50	1,17	2,33	4,69	9,37	14,06								
5,00	1,67	3,33	5,53	11,06	16,58								
5,50	1,83	3,67	5,77	11,54	17,31								
6,00	2,00	4,00	6,00	12,00	18,00								
6,50	2,17	4,33	6,22	12,43	18,65								
7,00	2,33	4,67	6,42	12,84	19,26								

V = 25 Km/h							R1 = 20m R2 = 30m						
E (m)	E1 (m)	E2 (m)	L1 (m)	L2 (m)	L (m)								
0,50	0,20	0,30	2,82	4,23	7,05								
0,75	0,30	0,45	3,45	5,18	8,63								
1,00	0,40	0,60	3,98	5,97	9,95								
1,50	0,60	0,90	4,86	7,29	12,16								
2,50	1,00	1,50	6,24	9,37	15,61								
2,75	1,10	1,65	6,54	9,81	16,35								
3,00	1,20	1,80	6,82	10,24	17,06								
3,25	1,30	1,95	7,09	10,64	17,73								
3,50	1,40	2,10	7,35	11,03	18,38								
5,00	2,00	3,00	8,72	13,08	21,79								
5,50	2,20	3,30	9,12	13,68	22,80								
6,00	2,40	3,60	9,50	14,25	23,75								
6,50	2,60	3,90	9,86	14,79	24,65								
7,00	2,80	4,20	10,21	15,31	25,51								

V = 30 Km/h							R1 = 30m R2 = 50m						
E (m)	E1 (m)	E2 (m)	L1 (m)	L2 (m)	L (m)								
0,50	0,19	0,31	3,35	5,58	8,93								
0,75	0,28	0,47	4,10	6,83	10,93								
1,00	0,38	0,63	4,73	7,88	12,61								
1,50	0,56	0,94	5,78	9,64	15,42								
2,50	0,94	1,56	7,44	12,40	19,84								
2,75	1,03	1,72	7,80	13,00	20,80								
3,00	1,13	1,88	8,14	13,56	21,70								
3,25	1,22	2,03	8,46	14,11	22,57								
3,50	1,31	2,19	8,78	14,63	23,40								
5,00	1,88	3,13	10,44	17,40	27,84								
5,50	2,06	3,44	10,93	18,22	29,15								
6,00	2,25	3,75	11,40	19,00	30,40								
6,50	2,44	4,06	11,85	19,74	31,59								
7,00	2,63	4,38	12,27	20,45	32,73								

V = 35 Km/h							R1 = 50m R2 = 80m						
E (m)	E1 (m)	E2 (m)	L1 (m)	L2 (m)	L (m)								
0,50	0,19	0,31	4,38	7,01	11,39								
0,75	0,29	0,46	5,36	8,58	13,94								
1,00	0,38	0,62	6,19	9,90	16,09								
1,50	0,58	0,92	7,57	12,12	19,69								
2,50	0,96	1,54	9,76	15,61	25,37								
2,75	1,06	1,69	10,23	16,37	26,60								
3,00	1,15	1,85	10,68	17,09	27,77								
3,25	1,25	2,00	11,11	17,78	28,89								
3,50	1,35	2,15	11,52	18,44	29,96								
5,00	1,92	3,08	13,73	21,97	35,71								
5,50	2,12	3,38	14,39	23,02	37,41								
6,00	2,31	3,69	15,01	24,02	39,04								
6,50	2,50	4,00	15,61	24,98	40,59								
7,00	2,69	4,31	16,19	25,90	42,08								

V = 40 Km/h							R1 = 70m R2 = 110m						
E (m)	E1 (m)	E2 (m)	L1 (m)	L2 (m)	L (m)								
0,50	0,19	0,31	5,21	8,19	13,41								
0,75	0,29	0,46	6,38	10,03	16,41								
1,00	0,39	0,61	7,37	11,58	18,95								
1,50	0,58	0,92	9,02	14,17	23,19								
2,50	0,97	1,53	11,63	18,27	29,90								
2,75	1,07	1,68	12,19	19,15	31,34								
3,00	1,17	1,83	12,73	20,00	32,73								
3,25	1,26	1,99	13,24	20,81	34,05								
3,50	1,36	2,14	13,74	21,59	35,32								
5,00	1,94	3,06	16,38	25,75	42,13								
5,50	2,14	3,36	17,17	26,98	44,16								
6,00	2,33	3,67	17,92	28,16	46,09								
6,50	2,53	3,97	18,64	29,29	47,93								
7,00	2,72	4,28	19,33	30,38	49,71								

V = 45 Km/h							R1 = 90m R2 = 160m						
E (m)	E1 (m)	E2 (m)	L1 (m)	L2 (m)	L (m)								
0,50	0,18	0,32	5,69	10,11	15,80								
0,75	0,27	0,48	6,97	12,38	19,35								
1,00	0,36	0,64	8,04	14,30	22,34								
1,50	0,54	0,96	9,84	17,50	27,35								
2,50	0,90	1,60	12,70	22,57	35,27								
2,75	0,99	1,76	13,31	23,67	36,98								
3,00	1,08	1,92	13,90	24,71	38,61								
3,25	1,17	2,08	14,46	25,72	40,18								
3,50	1,26	2,24	15,01	26,68	41,69								
5,00	1,80	3,20	17,91	31,84	49,75								
5,50	1,98	3,52	18,77	33,38	52,15								
6,00	2,16	3,84	19,60	34,84	54,44								
6,50	2,34	4,16	20,39	36,25	56,64								
7,00	2,52	4,48	21,15	37,60	58,75								

V = 50 Km/h							R1 = 120m R2 = 220m						
E (m)	E1 (m)	E2 (m)	L1 (m)	L2 (m)	L (m)								
0,50	0,18	0,32	6,51	11,93	18,43								
0,75	0,26	0,49	7,97	14,60	22,57								
1,00	0,35	0,65	9,20	16,86	26,06								
1,50	0,53	0,97	11,26	20,64	31,90								
2,50	0,88	1,62	14,53	26,63	41,16								
2,75	0,97	1,78	15,23	27,92	43,16								
3,00	1,06	1,94	15,91	29,16	45,07								
3,25	1,15	2,10	16,55	30,35	46,90								
3,50	1,24	2,26	17,17	31,49	48,66								
5,00	1,76	3,24	20,50	37,59	58,09								
5,50	1,94	3,56	21,50	39,41	60,91								
6,00	2,12	3,88	22,44	41,15	63,59								
6,50	2,29	4,21	23,35	42,81	66,16								
7,00	2,47	4,53	24,22	44,41	68,64								

V = 55 Km/h							R1 = 150m R2 = 290m						
E (m)	E1 (m)	E2 (m)	L1 (m)	L2 (m)	L (m)								
0,50	0,17	0,33	7,15	13,82	20,97								
0,75	0,26	0,49	8,75	16,93	25,68								
1,00	0,34	0,66	10,11	19,54	29,65								
1,50	0,51	0,99	12,38	23,93	36,30								
2,50	0,85	1,65	15,97	30,87	46,84								
2,75	0,94	1,81	16,74	32,37	49,12								
3,00	1,02	1,98	17,49	33,81	51,29								
3,25	1,11	2,14	18,20	35,18	53,38								
3,50	1,19	2,31	18,88	36,51	55,39								
5,00	1,70	3,30	22,55	43,59	66,14								
5,50	1,88	3,63	23,64	45,71	69,35								
6,00	2,05	3,95	24,69	47,73	72,42								
6,50	2,22	4,28	25,69	49,66	75,35								
7,00	2,39	4,61	26,65	51,52	78,17								

V = 60 Km/h							R1 = 190m R2 = 370m						
E (m)	E1 (m)	E2 (m)	L1 (m)	L2 (m)	L (m)								
0,50	0,17	0,33	8,03	15,63	23,66								
0,75	0,25	0,50	9,83	19,14	28,97								
1,00	0,34	0,66	11,35	22,10	33,45								
1,50	0,51	0,99	13,90	27,06	40,96								
2,50	0,85	1,65	17,93	34,92	52,86								
2,75	0,93	1,82	18,81	36,62	55,43								
3,00	1,02	1,98	19,64	38,25	57,89								
3,25	1,10	2,15	20,44	39,80	60,24								
3,50	1,19	2,31	21,21	41,30	62,51								
5,00	1,70	3,30	25,33	49,33	74,67								
5,50	1,87	3,63	26,56	51,73	78,29								
6,00	2,04	3,96	27,74	54,02	81,76								
6,50	2,21	4,29	28,86	56,21	85,07								
7,00	2,38	4,63	29,95	58,32	88,27								

V = 65 Km/h							R1 = 240m R2 = 470m						
E (m)	E1 (m)	E2 (m)	L1 (m)	L2 (m)	L (m)								
0,50	0,17	0,33	9,01	17,64	26,64								
0,75	0,25	0,50	11,03	21,60	32,63								
1,00	0,34	0,66	12,73	24,94	37,67								
1,50	0,51	0,99	15,59	30,54	46,13								
2,50	0,85	1,65	20,12	39,41	59,53								
2,75	0,93	1,82	21,10	41,33	62,43								
3,00	1,01	1,99	22,04	43,16	65,20								
3,25	1,10	2,15	22,94	44,92	67,86								
3,50	1,18	2,32	23,80	46,61	70,41								
5,00	1,69	3,31	28,43	55,68	84,11								
5,50	1,86	3,64	29,82	58,39	88,20								
6,00	2,03	3,97	31,14	60,97	92,11								
6,50	2,20	4,30	32,40	63,45	95,85								
7,00	2,37	4,63	33,62	65,84	99,45								

V = 70 Km/h							R1 = 290m R2 = 600m						
E (m)	E1 (m)	E2 (m)	L1 (m)	L2 (m)	L (m)								
0,50	0,16	0,34	9,72	20,11	29,83								
0,75	0,24	0,51	11,90	24,63	36,53								
1,00	0,33	0,67	13,74	28,43	42,18								
1,50	0,49	1,01	16,83	34,82	51,65								
2,50	0,81	1,69	21,72	44,94	66,66								
2,75	0,90	1,85	22,78	47,13	69,91								
3,00	0,98	2,02	23,79	49,22	73,01								
3,25	1,06	2,19	24,76	51,23	75,99								
3,50	1,14	2,36	25,69	53,16	78,85								
5,00	1,63	3,37	30,70	63,51	94,21								
5,50	1,79	3,71	32,19	66,60	98,79								
6,00	1,96	4,04	33,62	69,55	103,17								
6,50	2,12	4,38	34,98	72,38	107,37								
7,00	2,28	4,72	36,30	75,10	111,40								

V = 75 Km/h							R1 = 350m R2 = 750m						
E (m)	E1 (m)	E2 (m)	L1 (m)	L2 (m)	L (m)								
0,50	0,16	0,34	10,55	22,61	33,16								
0,75	0,24	0,51	12,92	27,69	40,61								
1,00	0,32	0,68	14,92	31,97	46,89								
1,50	0,48	1,02	18,27	39,15	57,43								
2,50	0,80	1,70	23,58	50,54	74,12								
2,75	0,88	1,88	24,73	53,00	77,73								
3,00	0,95	2,05	25,83	55,35	81,18								
3,25	1,03	2,22	26,88	57,61	84,50								
3,50	1,11	2,39	27,90	59,78	87,68								
5,00	1,59	3,41	33,33	71,43									

Cuadro 3.3-3
Generación de Medianas y Bandedones en Recta, Vías Expresas

V = 70 Km/h			R1 = 290m R2 = 800m			
E (m)	E1 (m)	E2 (m)	L1 (m)	L2 (m)	L (m)	
0,50	0,13	0,37	8,78	24,23	33,01	
0,75	0,20	0,55	10,76	29,67	40,43	
1,00	0,27	0,73	12,42	34,26	46,68	
1,50	0,40	1,10	15,21	41,96	57,16	
2,50	0,67	1,83	19,63	54,15	73,78	
2,75	0,73	2,02	20,59	56,79	77,38	
3,00	0,80	2,20	21,50	59,31	80,81	
3,25	0,86	2,39	22,38	61,73	84,11	
3,50	0,93	2,57	23,22	64,06	87,28	
5,00	1,33	3,67	27,75	76,54	104,28	
5,50	1,46	4,04	29,10	80,26	109,36	
6,00	1,60	4,40	30,39	83,82	114,21	
6,50	1,73	4,77	31,62	87,24	118,86	
7,00	1,86	5,14	32,81	90,52	123,33	

V = 75 Km/h			R1 = 350m R2 = 1000m			
E (m)	E1 (m)	E2 (m)	L1 (m)	L2 (m)	L (m)	
0,50	0,13	0,37	9,52	27,21	36,74	
0,75	0,19	0,56	11,67	33,33	44,99	
1,00	0,26	0,74	13,47	38,48	51,95	
1,50	0,39	1,11	16,49	47,13	63,62	
2,50	0,65	1,85	21,29	60,83	82,12	
2,75	0,71	2,04	22,33	63,80	86,12	
3,00	0,78	2,22	23,32	66,63	89,95	
3,25	0,84	2,41	24,27	69,35	93,62	
3,50	0,91	2,59	25,19	71,96	97,15	
5,00	1,30	3,70	30,10	85,99	116,08	
5,50	1,43	4,07	31,56	90,18	121,74	
6,00	1,56	4,44	32,96	94,18	127,14	
6,50	1,69	4,81	34,30	98,01	132,32	
7,00	1,81	5,19	35,60	101,70	137,30	

V = 80 Km/h			R1 = 400m R2 = 1100m			
E (m)	E1 (m)	E2 (m)	L1 (m)	L2 (m)	L (m)	
0,50	0,13	0,37	10,33	28,40	38,73	
0,75	0,20	0,55	12,65	34,78	47,43	
1,00	0,27	0,73	14,60	40,16	54,76	
1,50	0,40	1,10	17,88	49,18	67,07	
2,50	0,67	1,83	23,08	63,48	86,57	
2,75	0,73	2,02	24,21	66,58	90,79	
3,00	0,80	2,20	25,29	69,54	94,82	
3,25	0,87	2,38	26,32	72,37	98,69	
3,50	0,93	2,57	27,31	75,10	102,41	
5,00	1,33	3,67	32,63	89,74	122,37	
5,50	1,47	4,03	34,22	94,11	128,33	
6,00	1,60	4,40	35,74	98,29	134,03	
6,50	1,73	4,77	37,20	102,29	139,49	
7,00	1,87	5,13	38,60	106,15	144,74	

V = 85 Km/h			R1 = 480m R2 = 1400m			
E (m)	E1 (m)	E2 (m)	L1 (m)	L2 (m)	L (m)	
0,50	0,13	0,37	11,07	32,29	43,36	
0,75	0,19	0,56	13,56	39,54	53,10	
1,00	0,26	0,74	15,65	45,66	61,31	
1,50	0,38	1,12	19,17	55,91	75,08	
2,50	0,64	1,86	24,75	72,18	96,92	
2,75	0,70	2,05	25,95	75,70	101,65	
3,00	0,77	2,23	27,11	79,06	106,16	
3,25	0,83	2,42	28,21	82,28	110,50	
3,50	0,89	2,61	29,28	85,39	114,66	
5,00	1,28	3,72	34,98	102,04	137,02	
5,50	1,40	4,10	36,69	107,01	143,70	
6,00	1,53	4,47	38,32	111,76	150,08	
6,50	1,66	4,84	39,88	116,32	156,20	
7,00	1,79	5,21	41,38	120,70	162,08	

V = 90 Km/h			R1 = 540m R2 = 1600m			
E (m)	E1 (m)	E2 (m)	L1 (m)	L2 (m)	L (m)	
0,50	0,13	0,37	11,67	34,58	46,26	
0,75	0,19	0,56	14,30	42,36	56,65	
1,00	0,25	0,75	16,51	48,91	65,41	
1,50	0,38	1,12	20,21	59,90	80,11	
2,50	0,63	1,87	26,09	77,32	103,41	
2,75	0,69	2,06	27,37	81,09	108,45	
3,00	0,76	2,24	28,58	84,69	113,27	
3,25	0,82	2,43	29,75	88,15	117,90	
3,50	0,88	2,62	30,87	91,47	122,34	
5,00	1,26	3,74	36,89	109,31	146,20	
5,50	1,39	4,11	38,69	114,64	153,33	
6,00	1,51	4,49	40,41	119,73	160,14	
6,50	1,64	4,86	42,06	124,61	166,67	
7,00	1,77	5,23	43,64	129,31	172,95	

V = 95 Km/h			R1 = 120m R2 = 220m			
E (m)	E1 (m)	E2 (m)	L1 (m)	L2 (m)	L (m)	
0,50	0,13	0,38	12,25	36,74	48,99	
0,75	0,19	0,56	15,00	45,00	60,00	
1,00	0,25	0,75	17,32	51,96	69,27	
1,50	0,38	1,13	21,21	63,63	84,84	
2,50	0,63	1,88	27,38	82,14	109,52	
2,75	0,69	2,06	28,71	86,14	114,86	
3,00	0,75	2,25	29,99	89,97	119,96	
3,25	0,81	2,44	31,21	93,64	124,86	
3,50	0,88	2,63	32,39	97,18	129,57	
5,00	1,25	3,75	38,71	116,13	154,84	
5,50	1,38	4,13	40,60	121,79	162,39	
6,00	1,50	4,50	42,40	127,20	169,60	
6,50	1,63	4,88	44,13	132,39	176,52	
7,00	1,75	5,25	45,79	137,38	183,17	

V = 100 Km/h			R1 = 670m R2 = 2000m			
E (m)	E1 (m)	E2 (m)	L1 (m)	L2 (m)	L (m)	
0,50	0,13	0,37	12,97	38,70	51,67	
0,75	0,19	0,56	15,88	47,40	63,28	
1,00	0,25	0,75	18,34	54,73	73,07	
1,50	0,38	1,12	22,46	67,03	89,49	
2,50	0,63	1,87	28,99	86,53	115,52	
2,75	0,69	2,06	30,40	90,75	121,15	
3,00	0,75	2,25	31,75	94,78	126,53	
3,25	0,82	2,43	33,05	98,65	131,70	
3,50	0,88	2,62	34,29	102,37	136,67	
5,00	1,25	3,75	40,98	122,34	163,32	
5,50	1,38	4,12	42,98	128,31	171,29	
6,00	1,51	4,49	44,89	134,00	178,90	
6,50	1,63	4,87	46,72	139,47	186,19	
7,00	1,76	5,24	48,48	144,73	193,21	

Estos diseños mínimos permiten mantener el bombeo de la calzada, supuesto originalmente a dos aguas, lo cual es casi imprescindible en estos casos.

Si el proyectista requiere un diseño distinto, deberá hacerlo según el espíritu básico aquí expresado, que consiste en garantizar alineaciones normalizadas en cuanto a sus relaciones entre peraltes y curvaturas para cualquier punto de la vía, ya sea aplicando las expresiones que aparecen junto a la figura III de la lámina 3.4-2 si la vía discurre en recta, o resolviendo los ejes auxiliares con técnicas habituales si ella discurre en curva.

3.3.2.05 BANDEJONES COMO ÁREAS MIXTAS

Los bandedones pueden eventualmente constituir áreas mixtas. En efecto, ellos son aptos, en ciertas circunstancias, para estacionamiento de vehículos.

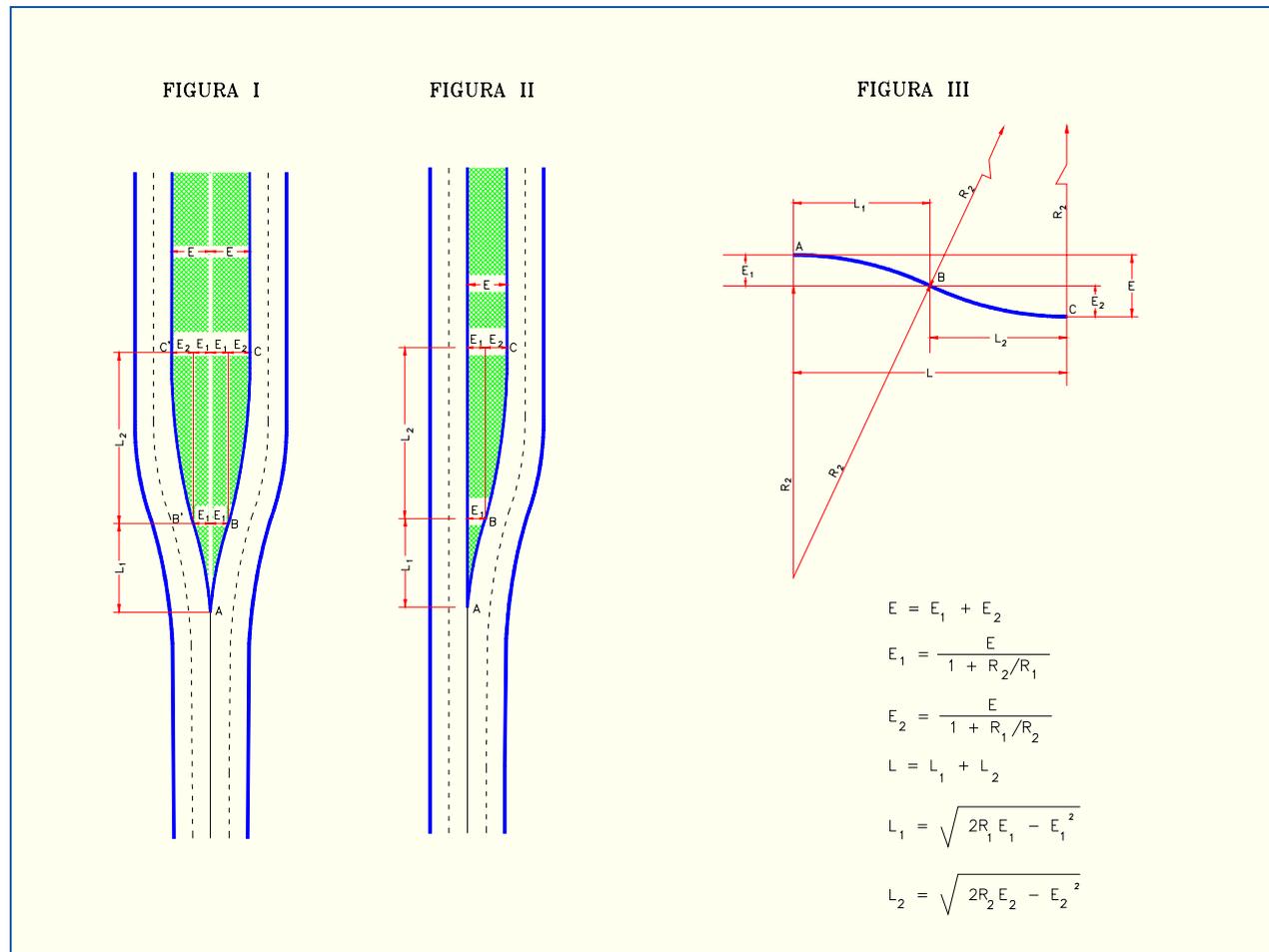
Las condiciones operativas que permiten este esquema son aquellas que se producen cuando los bandedones son laterales y cuando tienen acceso por una calle de servicio (véase fig. III de la lámina 4.2-1). Si el acceso es por el lado de la calzada principal, rigen las limitaciones y reglamentaciones propias para zonas de estacionamiento en calzadas, ya que aún cuando el vehículo pueda quedar sobre el

bandedón -si ese es el caso- su maniobra produce las mismas o mayores molestias que en la situación habitual.

Los bandedones centrales, que deben ser llamados medianas, pueden ocasionalmente ser diseñados como estacionamientos, pero las condiciones de ingreso y egreso a y desde ellos producen limitaciones de la capacidad e incluso riesgos en las pistas próximas a él, que suelen ser las de mayor velocidad de operación, por lo que tales esquemas deben someterse a un estudio específico que determine su conveniencia como producto de beneficios derivados de su función.

Las dimensiones involucradas en estos dispositivos deben ser las consultadas en la Sección 4.5.

Lámina 3.3-4
Generación de Bandejones y Medianas en Recta



Cuando existe un bandejón, o una mediana, él puede operar como isla-refugio en aquellas zonas en las que el cruce está permitido; esto ocurre especialmente en las esquinas, donde el ancho de la mediana puede reducirse para proveer una pista de giro a la izquierda.

Las islas-refugio, sean triangulares o tipo gota, al igual que una punta, debe ser tratada en sus vértices, según su posición respecto al sentido del tránsito, de acuerdo a los criterios de retranqueo descritos en el párrafo 3.4.2.03.

3.3.3.02 FUNCIÓN VEHICULAR

Estas zonas han sido abordadas en el literal anterior como peatonales debido al servicio que ellas prestan, como refugio, al principal protagonista de la vida urbana: el peatón.

Sin embargo, debe tenerse presente que ellas están situadas entre pistas de circulación y acotadas por ellas, por lo que sus bordes pueden coincidir con los ejes de replanteo de dichas pistas o, en todo caso, representar un elemento que sirve de guía óptica al conductor durante sus maniobras en la intersección.

En este sentido, ellas deben cumplir con algunos requisitos que provienen de funciones ajenas a la de proteger peatones, como son:

- Separación de conflictos
- Control del ángulo del conflicto
- Reducción de áreas pavimentadas
- Instalación de señalización
- Favorecimiento de algunos giros predominantes
- Prohibición de algunos movimientos
- Control de velocidad

Las islas entre calzadas principales y ramales divergentes son triangulares, tal como se muestran en las Figuras I y III de la lámina 3.4-9. En ellas se aprecia que los bordes de las islas, materializados mediante soleras en el caso urbano, distan del borde teórico de las calzadas de paso una distancia que puede oscilar dentro del rango que va de 0,5 m a 1,0 m; que los vértices de las mismas se redondean mediante arcos circulares con radios de curvatura de 0,3 m a 1,2 m, dependiendo del ángulo formado por sus aristas, y que dichos vértices no corresponden a la intersección exacta de esas aristas, sino que resulta del encuentro de las mismas una vez retranqueadas, con respecto a los bordes teóricos, distancias que oscilan entre 0,5 m y 3,0 m.

Las islas alargadas, que resultan de la separación de flujos, como los que aparecen en la figura II de la misma lámina y que se generan según lo dispuesto en 3.3.2.04, también deben presentar un retranqueo. Este se ejecuta por el lado que corresponde al borde izquierdo de la calzada por la cual circulan los vehículos que se acercan a la intersección. El retranqueo debe ser entre 1,5 m y 3,0 m y la transición debe ser del tipo 1:15, por lo que su longitud tendrá un mínimo de 22,5 m (ver 3.4.2.03 Retranqueos).

3.3.3 ISLAS

3.3.3.01 FUNCIÓN PEATONAL

Las islas cumplen una función peatonal; de ahí que se les llama, también, islas-refugio, definiéndolas como aquellas superficies elevadas con respecto al nivel de la calzada -y por lo tanto no accesibles a los vehículos- que sirven como zona de resguardo a los peatones que no han logrado cruzar más que una parte de la calzada.

Estas islas pueden tener formas variadas, dependiendo del esquema general del diseño que se trate, pero su ancho mínimo deberá

ser de 2 m y sus otras dimensiones tales que se cumplan simultáneamente las condiciones siguientes:

- Área no inferior a 4,5 m², preferiblemente 7 m².
- Longitud no inferior a 3,6 m., preferiblemente 6 m, cuando tienen forma de gota.
- Lado mínimo de 2,4 m, preferiblemente 3,6 m, cuando tienen forma triangular.
- Superficie suficiente para alojar al volumen máximo de peatones que cruza cada ciclo, considerando una densidad de 1,5 peatones/m².

3.3.4 SOLERONES Y BARRERAS

3.3.4.01 ASPECTOS GENERALES

Entre los separadores se encuentran también los solerones y barreras, que si bien, a diferencia del resto, no conforman superficies que pueden acoger a peatones (como los bandejones, medianas e islas) o vehículos (bermas y S.A.C.), dividen físicamente superficies de distinto uso.

Nos referiremos a los solerones y barreras como aquellos elementos generalmente prefabricados (ver 2.2.4 Soleras) que constituyen un separador por sí solo, segregando flujos de distinta naturaleza y/o sentido, y que definen en planta una banda angosta.

La diferencia entre éstos es que los solerones actúan generalmente sobre los flujos vehiculares, segregándolos entre sí; en cambio las barreras cumplen además el propósito de impedir el cruce de peatones en zonas no apropiadas (al igual que las vallas peatonales), al disponerse como mediana (ver 2.3.1.03 Barrera Medianera). Representan además una mayor seguridad para el tránsito vehicular cuando se disponen como barreras laterales (ver 2.3.1.02 Barrera de Seguridad).

Los solerones no representan una segregación tan radical como las barreras; incluso, dependiendo del diseño de los solerones, éstos pueden permitir ser sobrepasados por los vehículos, en caso de necesidad (por ejemplo, en una vía exclusiva de buses para retirar un bus con algún desperfecto hacia una pista de tránsito común adyacente), o si se disponen en forma discontinua (dejando aberturas), permiten el drenaje transversal de las aguas lluvias. Nunca constituye obstáculo insalvable para los peatones. De este modo, los solerones pueden diseñarse en una gran variedad y tener diversos usos, facilitando su integración al contexto urbano y paisajístico. Al contrario, las barreras son elementos que segregan fuertemente los espacios, no sólo desde el punto de vista de la vialidad, y por lo tanto su uso debe considerar este efecto negativo de impacto urbano.

Los tipos, usos y características de las barreras están desarrollados en el tópico 2.3-1 Barreras, y ejemplo de algunos diseños prefabricados se presentan en la lámina 2.2-24. Por este motivo, a continuación se expone lo concerniente a los solerones.

3.3.4.02 USOS

Los principales usos que tienen los solerones son los siguientes:

- Como separador en vías exclusivas de buses, entre ésta y las pistas para tránsito común o entre las pistas de buses.
- Como separador en ciclistas, entre ésta y la calzada o la vereda.
- Como mediana mínima en vías simples o bandejón mínimo en vías compuestas con calzada lateral.

Además, en ciclovías se puede consultar en ciertas ocasiones, como por ejemplo:

- En algunos diseños particulares para habilitar pequeñas islas medianeras que aparecen en las intersecciones y que sirven para acoger señales y/o semáforo para ciclovías y como apoyo de pie para los ciclistas que se detienen en el cruce.
- En las llegadas a las intersecciones de ciclobandas con el fin de canalizarlas en un tramo entre 10 a 20 m. antes del cruce, segregándolas físicamente de los vehículos motorizados.

3.3.4.03 DIMENSIONES DE SOLERONES

Los anchos de estos solerones no están sujetos a la normativa de los bandejones, medianas e islas, tratados en los párrafos precedentes; pues, como ya se mencionó, definen una banda de dimensiones mínimas, que no permiten el refugio peatonal y menos aún el tránsito de éstos o de cualquier vehículo. En el cuadro 3.3-4 se presenta los valores de estos anchos para los usos descritos.

Cuadro 3.3-4
Anchos de Solerones según su Uso

TIPO DE VÍA	TIPO DE SEPARACIÓN	ANCHOS (m)	
		Mín. Rec.	Mín. Abs.
VEX	Pistas de Buses de distinto sentido	0,75 (2)	0,50
	Pista de Buses de las pistas de tránsito común	0,50	0,25
CICLOVÍAS	Ciclopista (1) de calzada normal	1,00 (2)	0,50
	Ciclopista de vereda	0,50	0,25
SIMPLE	Como mediana	0,50	0,25
CON CALLE LATERAL	Como bandejón	0,50	0,25

(1) Estos valores deben considerarse en caso que se prevea el estacionamiento frecuente al costado del separador, por la calzada normal, lo que genera un riesgo, las puertas, en la subida y bajada desde los vehículos. Además, dichos anchos permiten eventuales detenciones de ciclistas que circulan por ese costado. Cuando no se considere lo anterior, se pueden reducir a 0,50 m y 0,25 m, respectivamente, dichos valores.

(2) Cuando el sep. es de un ancho mayor que 0,5m, no conviene el uso de soleras, sino la construcción de un bandejón o mediano mínimo.

La altura de estos elementos no debe sobrepasar los 0,15 m, cuando estén destinados a segregar flujos vehiculares motorizados, y en caso de ciclistas, los 0,10 m.

3.3.5 BERMAS Y S.A.C

3.3.5.01 DEFINICIONES

En calles troncales superiores e inferiores -autopistas y autovías- es muy conveniente diseñar bermas, que son franjas que flanquean el pavimento de las calzadas. En ciudades deben ser pavimentadas o tratadas superficialmente.

La importancia de las bermas proviene de su decisiva y positiva influencia en aspectos del mantenimiento y de la operación de la vía. Esta influencia es máxima cuando ellas son pavimentadas o revestidas.

En efecto, la berma ofrece una protección al pavimento y a sus capas interiores, al evitar que el agua y las ocasionales pasadas de las ruedas vayan erosionando y socavando el material que confina la calzada, desestabilizando por último la superficie de rodadura.

Además desde un punto de vista operacional, ellas brindan un espacio lateral libre que aumenta la capacidad de la vía, al actuar psicológicamente sobre los conductores. Dicho espacio favorece también las maniobras de emergencia y, por último, pueden utilizarse para eventuales detenciones.

Las bermas en vías troncales superiores e inferiores y vías que consultan calzadas separadas; son de dos tipos con respecto a su ubicación relativa dentro de la sección transversal: interiores y exteriores a cada calzada. Las interiores pueden ser de un ancho menor a las exteriores, pero ambas deben mantenerse de un ancho constante a lo largo de toda la validez de la sección tipo. En caso de un cambio de dicha sección, que implique una reducción en el ancho de la berma, la transición se hará en una longitud igual o superior a 30 metros, siguiendo la misma ley utilizada para las calzadas (cuadro 3.5-2).

Las bermas no deben tener ningún tipo de obstáculo y sus revestimientos deben ser dispuestos sobre bases o sub-bases compactadas homogéneamente en toda su sección.

Para permitir esto último se prevén los sobreanchos de compactación (S.A.C), que corresponden a un exceso transversal de la plataforma a cada lado de las bermas exteriores.

Este sobreancho desaparece en secciones confinadas entre muros y sobre estructuras. El uso de solera, que debe ubicarse en el borde exterior de la berma -allí donde esta última exista y dicha solera se justifique- no cambia los requerimientos del S.A.C., el cual cumple en tal caso una función de soporte lateral de la misma. En este caso, el S.A.C. queda elevado. Es conveniente que el S.A.C. sea cubierto con césped, para minimizar la erosión del agua.

Además, el S.A.C. ofrece un espacio para barreras, señalización e iluminación.

3.3.5.02 ANCHOS DE BERMAS Y S.A.C.

A continuación se tabulan los anchos de bermas y S.A.C. que se recomiendan para las distintas categorías.

Cuadro 3.3-5
Anchos de Berma y S.A.C:
Mínimos Absolutos y/o Recomendables

CATEGORÍA	BERMA EXT. (m)	BERMA INT. (m)	S.A.C. (m)
AUTOPISTA	2,0 - 2,5	0,6 - 1,0	0,5 ⁽²⁾
AUTOVIAS	1,5 - 2,5	0,0 - 1,0 ⁽¹⁾	

NOTAS:
(1) Ancho nulo cuando hay solera en el borde interior (bandejón o paseo).
(2) Puede no haber S.A.C. sobre estructuras de paso o contención.

3.3.5.03 PENDIENTES TRANSVERSALES DE LAS BERMAS Y S.A.C.

Las bermas llevan una pendiente transversal que depende de la de las calzadas de las que se derivan, siendo el mínimo un 4% cuando ello es posible.

En la lámina 3.3-5 se muestran esquemáticamente las pendientes transversal de las bermas. En la Figura I aparece una sección con bombeo a dos aguas. La berma vierte hacia afuera con una pendiente p' del 4%.

En la Figura II aparece una sección peraltada, pero con un valor de p no superior al 4%. En tal caso, ambas bermas también vierten hacia el exterior con una pendiente p' igual al 4%.

Se observa que en la calzada que vierte hacia el exterior de la plataforma, se forma una arista entre ella y la berma, con diferencia de pendientes que iría desde 4% si $p = 0\%$, hasta el 0% (no hay arista) en el caso límite de $p = 4\%$.

En la otra calzada, que vierte hacia la mediana, la arista que se forma parte con una diferencia de 4% si $p = 0\%$ y llega hasta el 8% si $p = 4\%$.

Este valor del 8% es el máximo permisible, lo cual condiciona el valor de la inclinación transversal de la berma de la calzada que vierte hacia la mediana, cuando p es mayor que el 4%. En efecto (véase Figura III de la misma lámina), para tales inclinaciones transversales, la pendiente p' de la berma es tal que $|p| + |p'| = 8\%$, o sea, la arista se mantiene con una diferencia de pendiente constante del 8%. La otra berma, en cambio, acompaña a la calzada, generando una plataforma única con pendiente transversal igual a p .

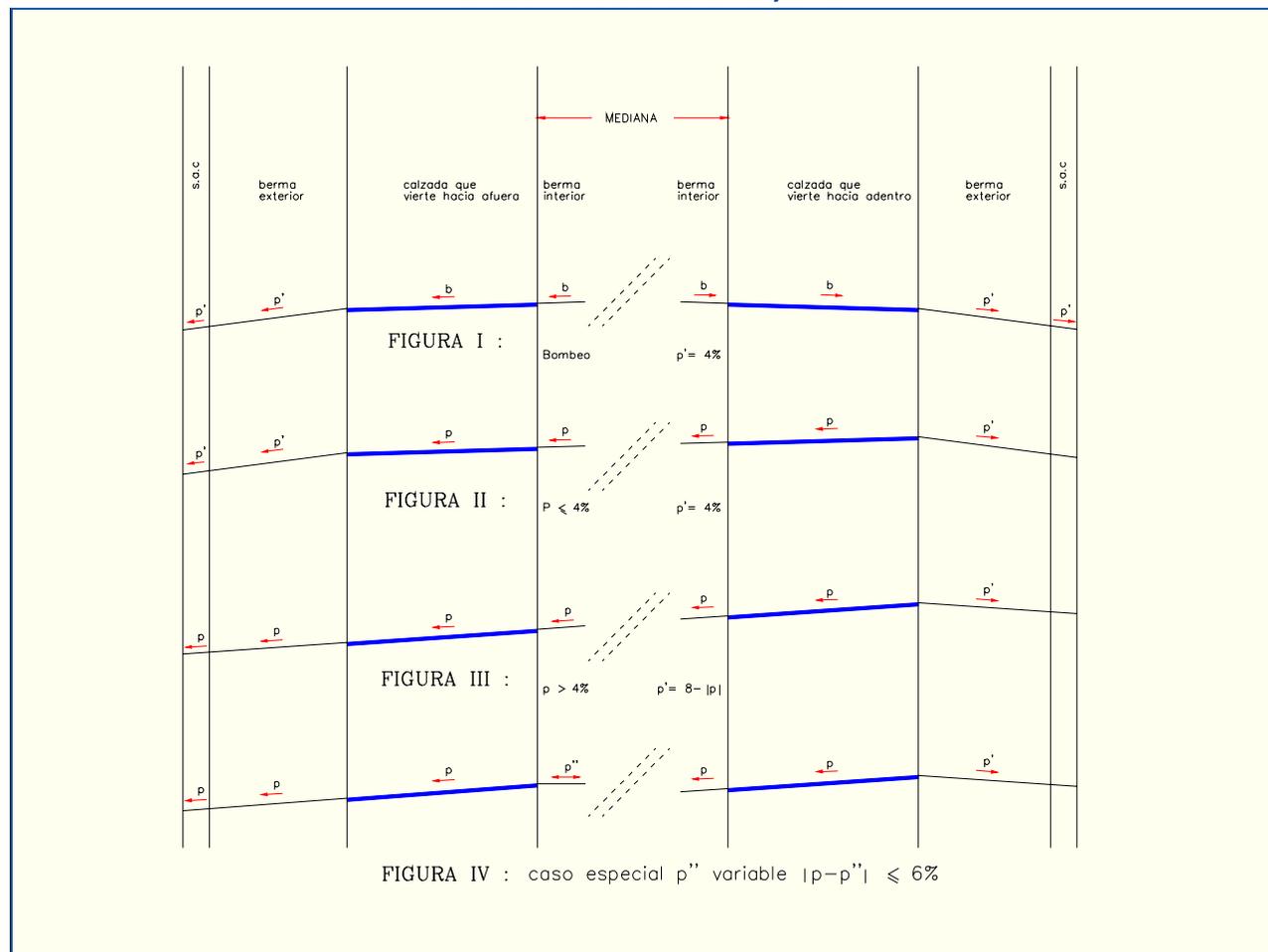
La berma interior siempre acompañará a la de la pista próxima a ella. Si existen problemas insolubles de altimetría, podrá generarse una arista, entre una de las bermas interiores y su pista adyacente, con diferencia de pendientes transversales no superiores al

6%. Además, en tal caso extraordinario, la berma interior elegida para generar dicha arista deberá ser la de la calzada que vierte hacia el exterior de la plataforma.

Este caso se aprecia en la Figura IV. Se hace notar que p'' puede verter hacia afuera o hacia adentro, según la solución particular que adopte el proyectista para resolver el problema específico que desee resolver.

El S.A.C. siempre acompaña a la berma exterior.

Lámina 3.3-5
Inclinación Transversal de Bermas y S.A.C.



SECCIÓN 3.4 UNIONES

3.4.1 ASPECTOS GENERALES

El término unión se usa aquí para referirse a las superficies de diverso tipo y forma diseñadas para que los vehículos salgan de la pista por la que circulan y accedan a otra (3.4.2), y también a las que permiten el intercambio entre la vialidad y el entorno privado (3.4.3).

En el caso de ser la unión el vínculo físico que permite pasar de una calzada a otra (3.4.2), se distinguen dos casos:

- Cuando el sentido de circulación se mantiene igual o parecido en el entorno cercano de la unión (3.4.2.01), se dan tres configuraciones típicas que son tratadas aquí por separado: los terminales simples, llamados así para distinguirlos de aquellos con pistas de cambio de velocidad; las conexiones entre calzadas principales y laterales, y las puntas de empalme, que aun cuando son parte de dichos terminales y conexiones son tratados por separado.

- Cuando el intercambio supone un cambio de dirección importante en dicho entorno, ya sea en sentido opuesto o perpendicular al original (3.4.2.02), se tiene el caso de las aberturas de medianas, con sus múltiples aspectos. No se considera como unión las intersecciones comunes de vías.

Además de estos casos, son tratados aquí, por separado, dos temas accesorios a los anteriores: los retranqueos de solera y las cuñas de pavimento presentes en la generación de las superficies aptas para los intercambios mencionados.

En cuanto a los accesos al entorno privado (3.4.3), se distinguen aquellas uniones diseñadas para que los vehículos pasen de la plataforma vial al entorno privado y viceversa (3.4.3.01) y las que facilitan el paso de los peatones desde las aceras a las calzadas (3.4.3.02).

3.4.2 ENTRE CALZADAS

3.4.2.01 FLUJOS DE IGUAL SENTIDO

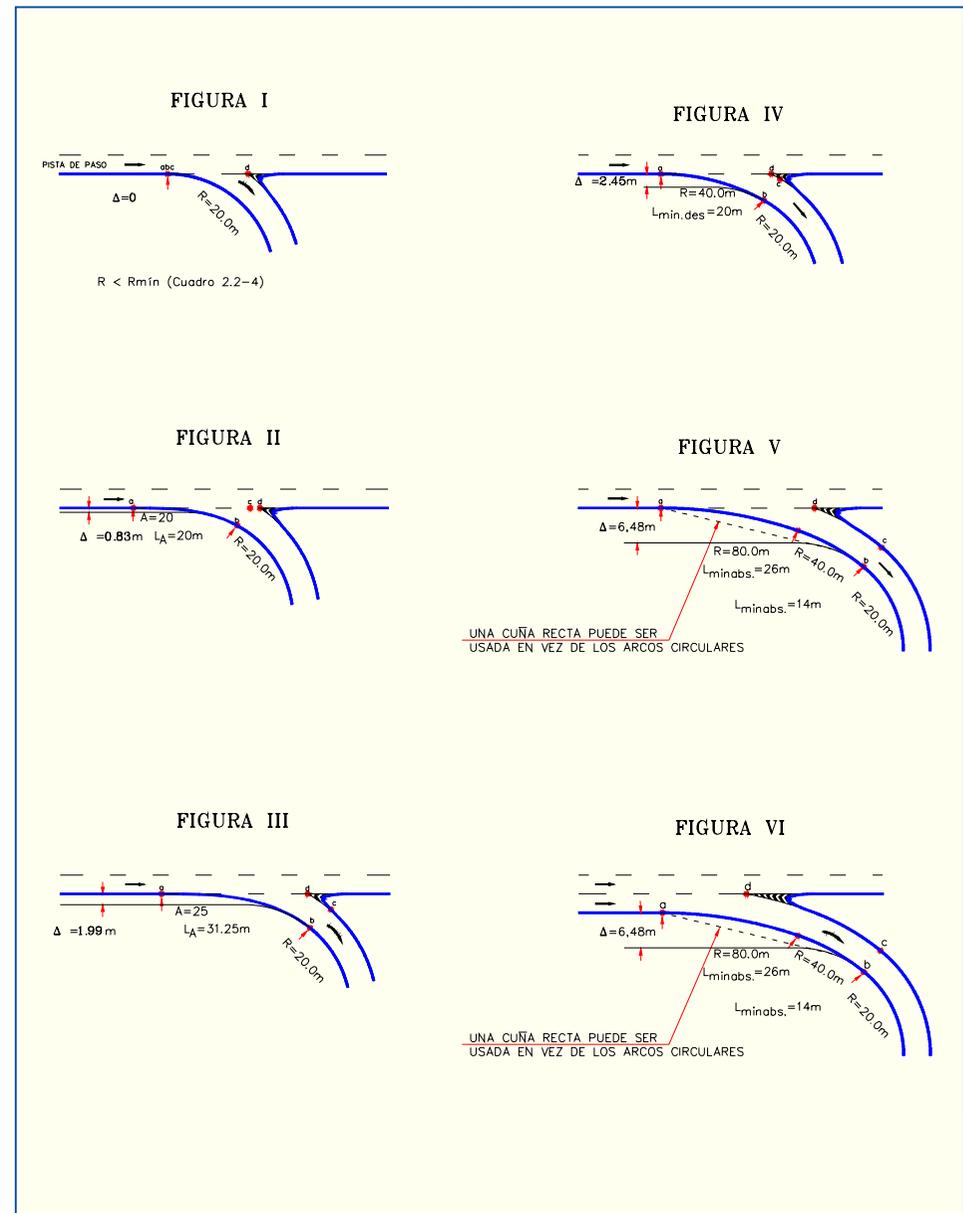
a) Terminales Simples

Puntos claves en el diseño de una intersección son aquellos donde una pista o una calzada se separa de una calzada madre. Estos puntos reciben el nombre genérico de “terminales”, pudiendo distinguirse los de salida y entrada, según sea la operación que sirven. Ejemplos de los primeros son los terminales de las láminas 3.4-1 y 3.4-2.

Además de esta división básica, es preciso distinguir los terminales en función del tipo de maniobra que se pretende que ellos puedan atender. En efecto, un terminal de salida puede ser diseñado para permitir el egreso de un vehículo a una cierta velocidad, sin áreas de rodadura previas destinadas exclusivamente a reducirla; o sea, sin una pista de desaceleración propiamente tal. O bien, si el terminal es de entrada, éste puede ser diseñado sin la provisión de una superficie anexa a la calzada, apta para acelerar el vehículo hasta una velocidad compatible con la del flujo; o sea, sin una pista de aceleración.

En los diseños urbanos, estos tipos simples de terminales son los más utilizados. Primero, porque la baja velocidad de diseño no justifica pistas auxiliares; segundo, porque éstas últimas requieren de espacios mayores, y tercero, en el caso de las pistas de aceleración, porque tales pistas presentan, salvo en los casos de vías expresas o troncales mayores, más riesgos que ventajas a la circulación. En los demás casos es preferible un esquema de terminal simple, con “PARE” o “CEDA EL PASO” en sus extremos.

Lámina 3.4-1
Terminales Simples para V=30 Km/h



Las pistas de cambio de velocidad fueron materia del párrafo 3.1.4.02. En las láminas 3.4-1 y 3.4-2 se muestran varios tratamientos para terminales en los que se consideran velocidades de diseño para el giro de 30 y 40 Km/h respectivamente.

La figura I muestra el esquema mínimo para dichas velocidades, consistente en el empalme tangencial de los radios mínimos correspondientes (del cuadro 2.2-7), redondeado al múltiplo de 5 más cercano y suponiendo posible el desarrollo de peralte hasta alguno de los máximos posibles).

En las figuras II y III se intercalan clotoides entre dichas curvas circulares; primero de parámetro mínimo y luego otro más generoso, que permiten la generación de una superficie abcd adecuada para iniciar -y eventualmente completar si la magnitud de la clotoide (A) es suficiente- la transición del peralte. Esto se hace según el criterio expuesto en 4.3.2.02.a.ii.

En las figuras IV se utilizan curvas circulares para la transición, con radios de curvatura que duplican los de la curva final, con desarrollos extraídos del cuadro 4.3-3.

En las figuras V se utilizan dos curvas circulares sucesivas de transición, con radios R1, R2 y R3 que están en la relación 1:1/2:1/4 y con desarrollos extraídos del referido cuadro.

Se aprecia que para cada tipo de esquema, a mayor valor del retranqueo, mejor resulta el diseño para los efectos de conseguir un desarrollo cabal del peralte que corresponde al radio mínimo y más suave es la transición resultante. Por esto, deben considerarse preferibles los diseños del tipo III y V, evitarse los del tipo IV y II y usar sólo en casos extremos el del tipo I.

En estos esquemas se aprecia el retranqueo de las “narices” (véase 3.3.4.01 b)), las cuales se reducen o eliminan en el caso de los terminales de entrada.

En la figura V se muestra, mediante línea punteada, la solución del caso que se plantea.

El diseño de un terminal, entonces, no concluye con la definición del eje del ramal correspondiente, sino con la completa definición de la zona, que incluye además el de la “punta” posterior o anterior al empalme mismo de dicho eje con el borde de la calzada principal (véase 4.3.2.02.a.ii).

b) Puntas de Empalme

i) Definiciones

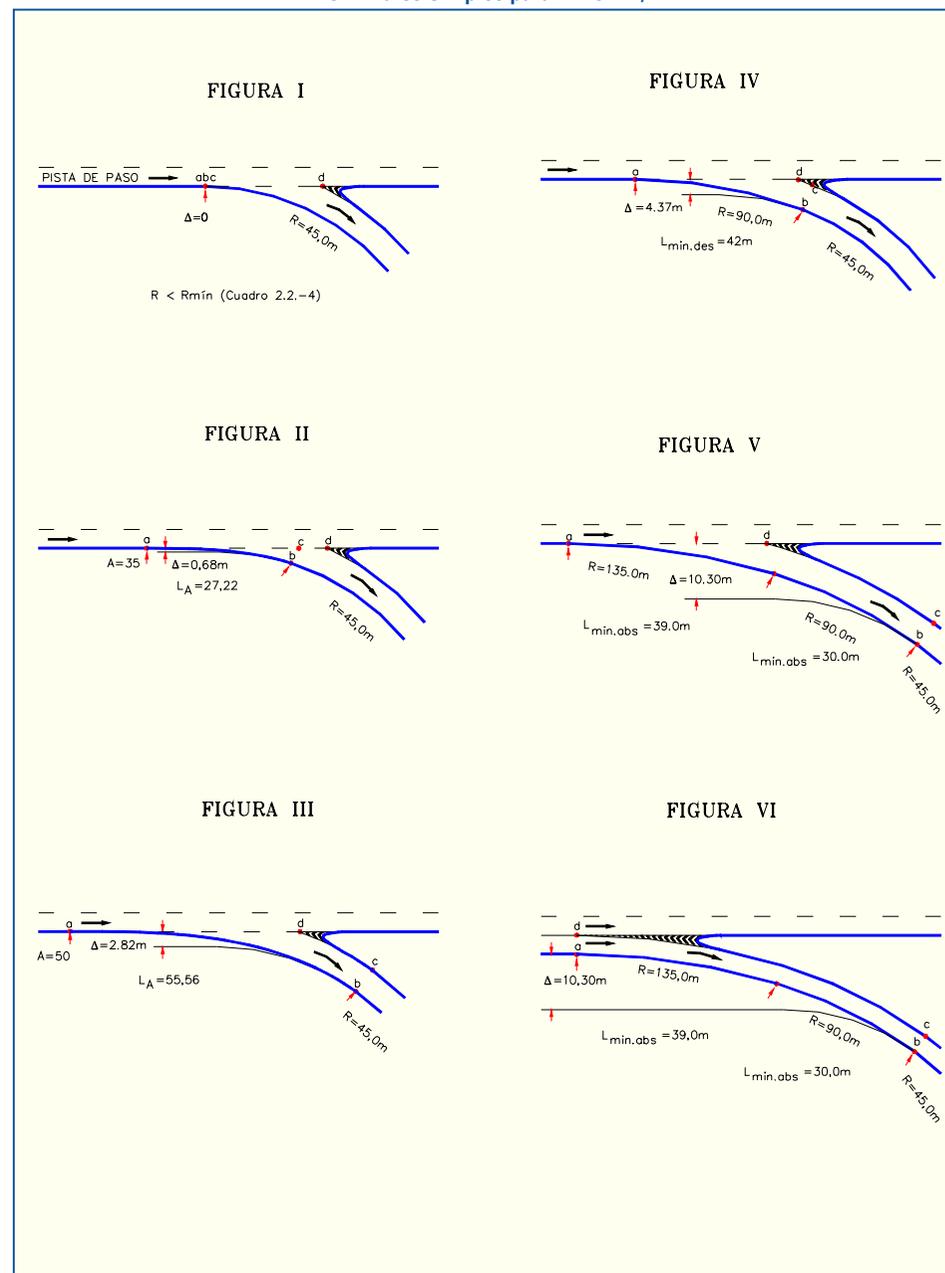
Allí donde flujos de tránsito deban bifurcarse o confluir y las velocidades de diseño sean altas, se requiere diseños especiales de la zona triangular que sigue a la abertura de una calzada en dos o antecede a la unión de dos de ellas. Esta zona recibe el nombre de “punta” y aunque es válido lo dicho en el acápite anterior con respecto al tratamiento de los extremos de las islas, es preciso hacer algunas consideraciones adicionales, las cuales se presentarán a continuación.

Dentro de la zona en cuestión, se llama “nariz” al punto en el cual el ramal y la vía quedan independientes la una de la otra, lo cual ocurre a una cierta distancia del punto donde se separan las calzadas. La “punta” es, entonces, precisamente la zona comprendida entre ambos puntos y que es susceptible de ser invadida por usuarios que maniobran en sus proximidades.

ii) Puntas de Empalmes de Salida

Un empalme que consulte pistas de deceleración debe tener su nariz retranqueada con respecto a la línea del borde del pavimento, con el fin de minimizar la probabilidad de su embestida por los vehículos. Más allá de la nariz, una cuña gradual debe permitir, a los usuarios que han entrado equivocadamente a la pista de deceleración, regresar a la calzada principal. Es preferible utilizar soleras en las narices, con el fin de mejorar la visibilidad, redondearlas mediante círculos de 0,5 m a 1,0 m y pintarlas adecuadamente para enfatizar la demarcación pertinente.

Lámina 3.4-2 Terminales Simples para V=40 Km/h



En la lámina 3.4-3, este retranqueo aparece designado con la letra C. Su dimensión depende de la longitud y forma del pavimento auxiliar que configura la superficie de la punta y que está limitado por dicha nariz. Para una salida del tipo directa (líneas gruesas en la Figura I de la lámina), los retranqueos deben estar entre 1,2 m y 3,5 m, y mientras más larga y gradual sea la salida, más largo el pavimento auxiliar de la cuña de la nariz.

Si existe pista de deceleración en paralelo (línea de puntos), el valor de C debe ser aproximadamente igual al ancho de las pistas de paso involucradas.

Si existe berma (Figura II), bastará con mantenerla después de la nariz.

Por el lado del ramal, la nariz puede ser retranqueada algo menos (0,5 m a 1,0 m) si su importancia es menor (Figuras I, II y III), pero a medida que la situación se acerca a la de una bifurcación propiamente tal (Figura IV), el retranqueo deberá crecer hasta un mínimo de 1,8 m, salvo cuando los bordes que se separan toman una disposición paralela y la distancia entre ambos (bandejón) no lo permita. En tales casos, 0,5 m seguirá siendo el mínimo absoluto para dicho retranqueo.

El cuadro que aparece a continuación (cuadro 3.4-1), entrega las longitudes deseables (Z) de la cuña de la nariz, que debe ser al menos revestida. Se supone que en estas distancias un conductor que ha errado el camino y decide volver a la calzada principal puede hacerlo sin salirse de la superficie tratada.

Cuadro 3.4-1
Longitudes Deseables de la Cuña de la Nariz

V (km/h) EN LA VÍA PRINCIPAL	Z (m) LONGITUD POR METRO DE RETRANQUEO DE LA NARIZ
50	5 - 7
60	9
70	10
80	11
90	13
100	14

Cuando el número de pistas se reduce después de un terminal de salida (Figura III), las cuñas de la nariz pueden ser diseñadas como una pista de deceleración, suponiendo que el vehículo que pretende reingresar lo hace partiendo de una velocidad inferior a la de diseño (70% aproximadamente).

No se debe disponer barreras de seguridad en las proximidades de una nariz, salvo que su diseño asegure una adecuada amortiguación de un eventual golpe.

iii) Puntas de Empalmes de Entrada

En empalmes de entrada la nariz convergente de la isla de canalización debe ser lo más pequeña posible. En el caso que se empleen soleras, la nariz debe redondearse en un radio de 0,25 a 0,50 m. Cuando no se usan soleras, los correspondientes bordes del pavimento deben converger y cortarse en un ángulo agudo. Siempre que sea posible, el borde del pavimento del ramal debe alinearse casi paralelamente con la carretera principal.

Cuando la canalización tiene limitación de espacio, el largo y radio del ramal de giro pueden no ser suficientes para obtener el “casi paralelismo” con la carretera principal. En estos casos la nariz convergente de la isla de canalización es la simple intersección de los bordes del pavimento, redondeada o cuadrada a una dimensión práctica.

Cuando el tránsito converge hacia la vía principal a alta velocidad, y siempre que sea posible, es deseable realizar ajustes de alineación y/o ancho en el terminal de entrada.

La Figura I de la lámina 3.4-4 muestra el trazado típico de un terminal de entrada con pista de aceleración, de tipo paralelo. Si el ancho de pavimento del ramal corresponde al caso I del cuadro 3.1-8, la sección de éste se mantiene uniforme hasta la nariz convergente (en la figura se designa con W1). Si el ancho de pavimento corresponde al caso II de la misma tabla (W2 en la figura A) su sección debe estrecharse antes de la nariz al ancho W1, para obligar a los vehículos a hacer uso de una sola pista después de la nariz. Este estrechamiento se lleva a cabo ajustando preferiblemente el borde izquierdo del ramal; también puede hacerse ajustando el borde derecho.

El estrechamiento de ancho del pavimento debe comenzarse con anterioridad a la nariz convergente en una longitud (F) que permita a los conductores acomodar lateralmente su rumbo a medida que se acercan al punto más angosto. En el cuadro 3.4-2 se indican las longitudes mínimas en que debe realizarse el estrechamiento del pavimento en terminales de entrada, en función de la velocidad de operación y de la reducción de ancho.

Cuadro 3.4-2
Longitudes para Reducción de Ancho de Pavimento
en Puntas Convergentes (Terminales de Entrada)

		REDUCCIÓN DE ANCHO (m)				
		1,20	1,80	2,40	3,00	3,60
F (m)	MÍNIMO ⁽¹⁾	18	27	36	45	54
	DESEABLE	24	36	48	60	72

(1) Mínimos corresponden a velocidades de operación del ramal de 36 km/h (1:15)

(2) Deseables corresponden a velocidades de operación del ramal de 48 km/h (1:20)

La introducción de una pista adicional en la carretera principal a partir del terminal de entrada (Figura II) se justifica en los siguientes casos:

- El volumen de tránsito que se incorpora a la vía principal a través del terminal de entrada está próximo a la capacidad de una pista.
- El volumen de tránsito entrante más el directo sobrecargan la capacidad de la vía principal.

En la Figura III se muestra el diseño de dos vías de dos pistas cada una, que convergen a una sola de tres pistas. Debido a la alta velocidad que este diseño implica, las alineaciones deben formar un ángulo muy agudo, de razón aproximada 50:1, para obtener un estrechamiento gradual de cuatro pistas a tres pistas.

Cuando existe berma pavimentada al lado derecho de la vía principal se emplean los mismos detalles de diseño analizados anteriormente, excepto que se considera el borde exterior de la berma en lugar del borde del pavimento.

Lámina 3.4-3
Puntas en Empalmes de Salida

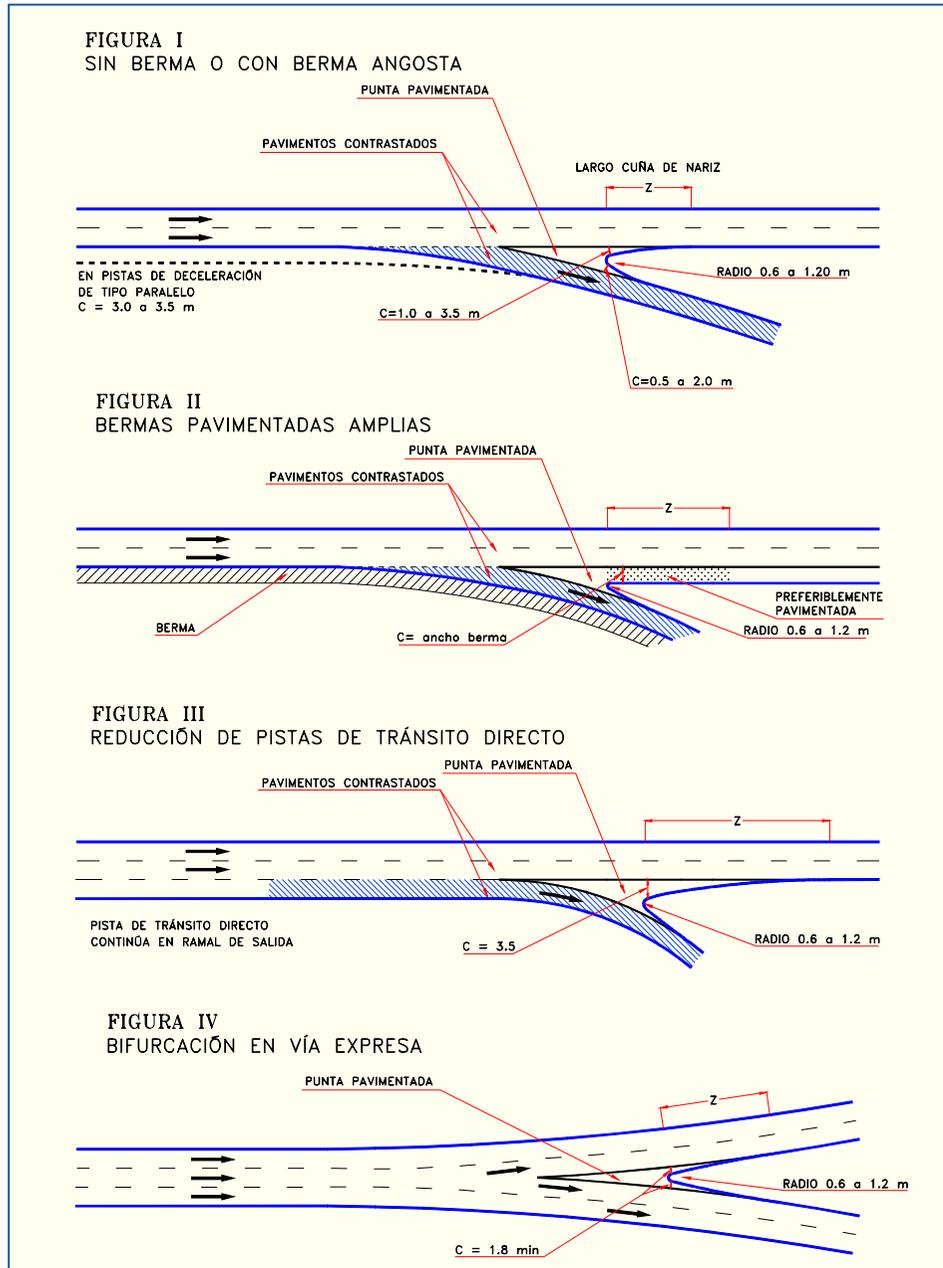
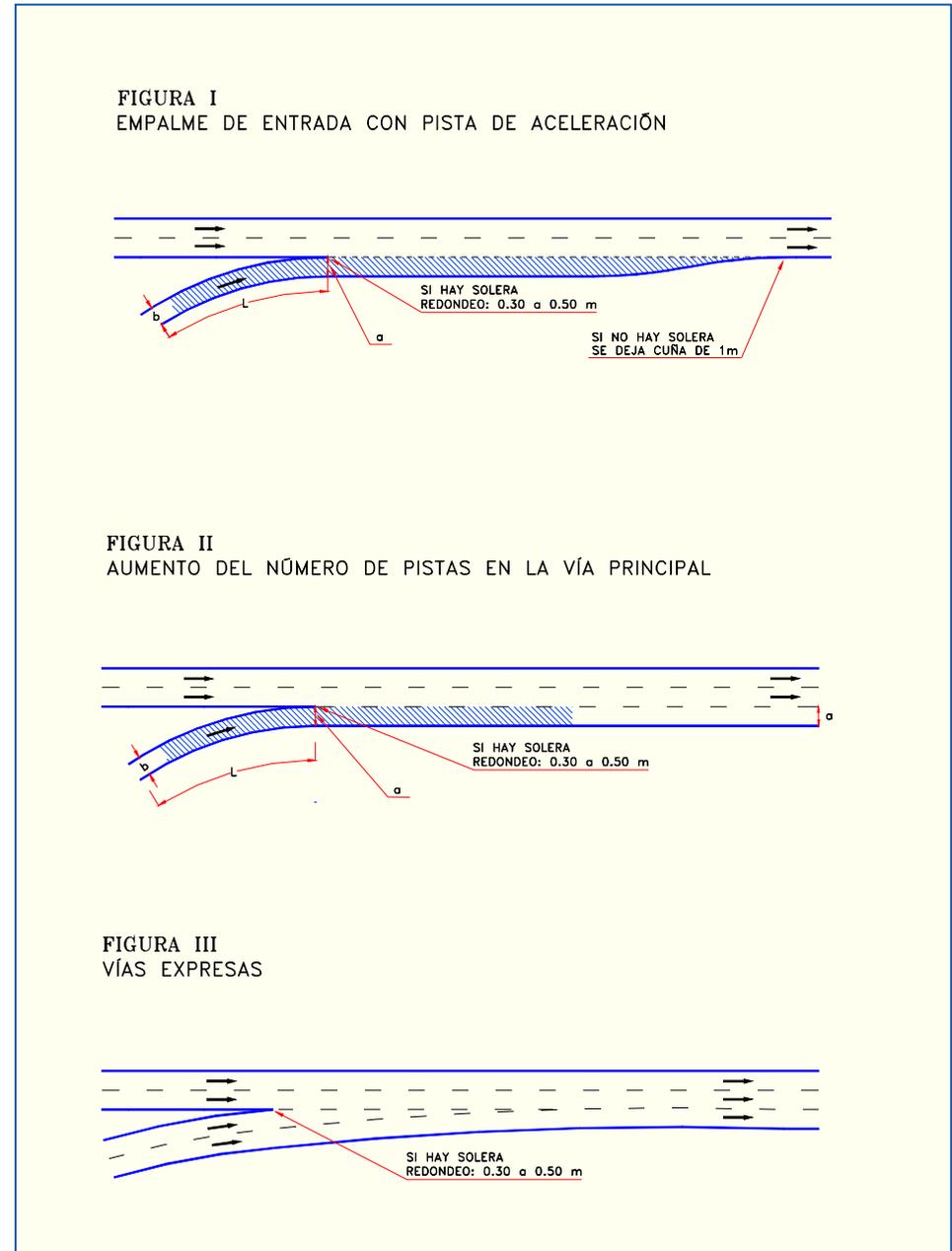


Lámina 3.4-4
Puntas en Empalmes de Entrada



3.4.2.02 FLUJOS ENCONTRADOS

a) Aberturas de Mediana: Aspectos Generales

En vías divididas por una faja central o mediana, las intersecciones obligan a interrumpir la continuidad de ésta para dar paso al tránsito que cruza o que gira a la izquierda, si tales maniobras son posibles. Según sea la importancia de la sección y de la vía de paso, deberá adoptarse distintos diseños que garanticen la fluidez y seguridad de las maniobras.

Adicionalmente al problema de diseño en planta de las aberturas de mediana (materia principal del presente párrafo), debe resolverse el problema de la continuidad alométrica de estas uniones. La maniobra que realizan los vehículos al superar esta zona, sea ésta de cruce o de viraje (en "U" o a la izquierda) puede resultar muy incómoda e incluso peligrosa, dependiendo de las diferencias algebraicas entre las pendientes transversales de la calzada principal y de la zona de unión. Para evitar dichos problemas, estos "quiebres" o aristas que se producen no deben superar ciertos valores, los cuales se tabulan a continuación.

Cuadro 3.4-3
Aristas en Uniones

VIRAJES EN U	UNIONES EN INTERSECCIONES ⁽¹⁾					
	CRUCES			EMPALMES		
	CON SEMÁFORO	CEDA EL PASO	PARE	CON SEMÁFORO	CEDA EL PASO	PARE
8%	1% ⁽²⁾	4%	8%	4%	4%	8%

NOTAS:
 (1) Los valores se aplican para la arista que se genera al abrir la mediana o bandejón, pero son válidos también en los empalmes de vías secundarias con principales (ver 4.3.2.02 c.).
 (2) En casos excepcionales si la vía secundaria es una vía local (cuadro 1.2-2), la arista puede aumentar hasta un 4%.

En cualquier situación, la pendiente transversal de la zona abierta de una mediana no debe superar el 8%, lo cual condiciona la aplicación del cuadro anterior, dependiendo de la inclinación transversal de las pistas de la calzada principal.

b) Abertura Mínima de la Mediana en Zona de Cruce

Ya sea que se trata de una intersección de 3 ó 4 ramales, la apertura de la mediana debe ser a lo menos igual al ancho de la vía que la cruza (pavimento más bermas) y en ningún caso menor que 12 m de ancho. Si la vía que cruza no tiene bermas la apertura de la mediana será igual al ancho del pavimento más 2,5 m y no menor de 12 metros.

Si la vía que cruza también es una doble calzada, la apertura mínima será igual al ancho de las dos calzadas más su mediana, y no menor que el ancho de los pavimentos más la mediana más 2,5 m, en caso de tener las bermas un ancho inferior.

c) Trazados Alternativos para Rematar la Mediana Interrumpida

En medianas de menos de 3 m de ancho, el remate se ejecuta trazando un semi-círculo, lo que da una solución tan aceptable como la que se obtiene en otros trazados que se detallan a continuación.

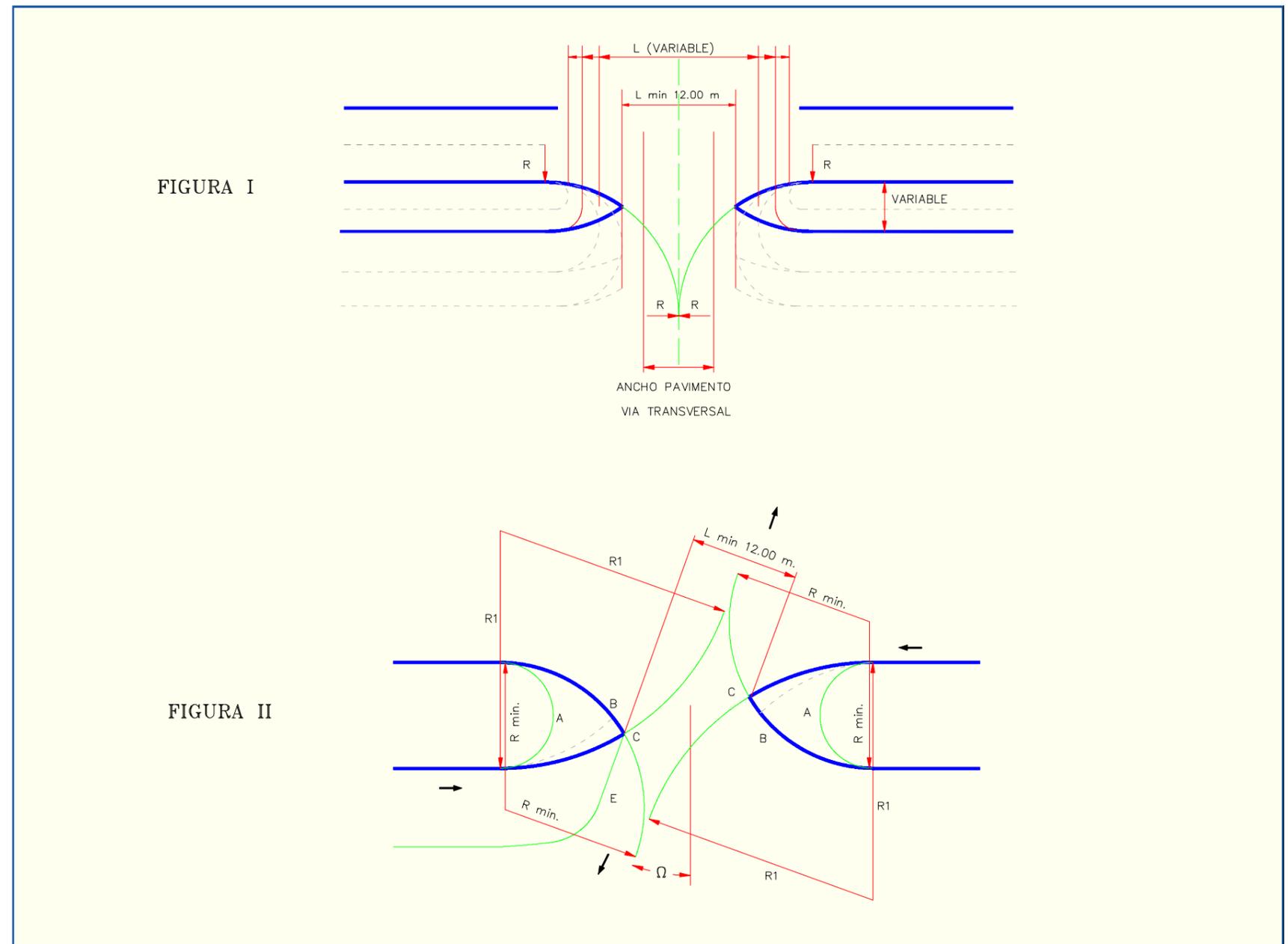
Si el ancho de la mediana es mayor que 3 m se preferirá el trazado que llamaremos "punta de bala". Consiste en dos arcos de círculo que se inician en el mismo punto donde nació el semi-círculo básico y se cortan sobre el eje de la mediana en un ángulo agudo; éste se redondea mediante una curva de radio 0,60 m. Ver lámina 3.4-5.

Nótese que los arcos de círculo de la zona de la "punta de proyectil", son tangentes a la mediana y al eje de la calzada que cruza.

Este trazado presenta dos ventajas sobre el de la forma circular en medianas de más de 3 m de ancho:

- Requiere menor espacio para acomodar giros a mediana de igual ancho.
- Canaliza mejor los movimientos de giro ya que dirige el tránsito desde su pista correspondiente de la vía cruzada, en tanto que el remate en forma de semicírculo permite al tránsito que gira invadir la pista de sentido contrario.

Lámina 3.4-5
Abertura de Mediana: Trazados Mínimos



Cuando el cruce es esviado, el remate en forma de proyectil se construye asimétrico, usando un radio de curvatura mayor que el mínimo en los cuadrantes que corresponden al ángulo obtuso que forman los ejes de la vía. Este trazado da un mejor encauzamiento al tránsito, ya que la prolongación de dicho arco vuelve a ser tangente al eje de la calzada de la vía que cruza. Ver figura II.

En medianas muy anchas, mayores de 20 m, o cuando la abertura necesaria resulta más de 25 m de largo, es conveniente estudiar un remate en forma de punta de proyectil truncado, tal como se indica en la figura II, trazo C-E.

d) Trazados Mínimos para Giros a Izquierda

Los giros mínimos a la izquierda a través de la mediana de más de tres metros de ancho se estudian a partir de la trayectoria que sigue el vehículo tipo tal como en el caso de giros a la derecha.

No existe en este caso la limitación de ancho del ramal de giro, pues la curva debe darse obligatoriamente en la zona abierta de la mediana que es suficientemente amplia; sólo es necesario que al empalmar con la pista correspondiente del camino cruzado, el vehículo se mantenga dentro de ella sin invadir la pista contraria.

Los radios mínimos que a baja velocidad garantizan una trayectoria adecuada, dejando huelgas de al menos 0,60 m entre las ruedas y los bordes de las pistas son:

- Automóviles-L R= 12m
- Camiones y Buses-C R= 15m
- V. Articulado-VA(15,2) R= 18m
- V. Articulado-VA(16,7) R= 22,5m

Normalmente, un diseño mínimo en base al vehículo tipo C es adecuado a la mayoría de los casos en que los vehículos articulados son escasos. Estos podrán efectuar el giro aunque sin huelga o eventualmente invadiendo en un corto trecho parte de la pista contraria.

El cuadro 3.4-4 resume las características que deben darse a la abertura de la mediana para permitir giros a la izquierda en condiciones mínimas, según sea el ancho de la mediana y el tipo de remate que se utilice: Semi-círculo, Punta Proyectil Simétrico, Punta Proyectil Asimétrico (radio R1 asociado a él), indicando en este último caso el ángulo de esviaje en grados sexagesimales. Esta tabla está calculada para el vehículo tipo C; por lo tanto, en los casos de remate "Punta de Proyectil", se consulta un radio mínimo de 15 m.

Cuadro 3.4-4
Características de la Zona Abierta en la Mediana para
Condiciones Mínimas de Giro a la Izquierda

*ESVIAJE GRADOS SEXAGESIMALES (ω)	ANCHO MEDIANA (m)	ABERTURA EN LA MEDIANA DADA NORMALMENTE AL CAMINO QUE CRUZA (m)			R1 CASO C ASIMÉTRICO (m)
		SEMICÍRCULO A	PUNTA PROYECTIL		
			SIMÉTRICO B	ASIMÉTRICO C	
0°	1,0	29,0	29,0	--	--
	2,0	28,0	23,0	--	--
	2,5	28,0	21,0	--	--
	3,0	27,0	19,0	--	--
	6,0	24,0	13,0	--	--
	9,0	21,0	12,0 mín.	--	--
	12,0	18,0	12,0 mín.	--	--
	15,0	15,0	12,0 mín.	--	--
10°	3,0	32,0	24,5	23,0	21,5
	6,0	28,0	17,5	16,0	20,5
	9,0	24,5	13,5	12,0 mín.	19,5
	12,0	21,5	12,0 mín.	12,0 mín.	19,0
	15,0	18,0	12,0 mín.	12,0 mín.	18,5
20°	3,0	37,0	29,5	27,5	29,5
	6,0	32,5	22,0	19,5	27,5
	9,0	28,5	18,0	14,5	26,0
	12,0	24,5	14,5	12,0 mín.	24,5
	15,0	20,5	12,0 mín.	12,0 mín.	23,0
30°	3,0	41,0	35,0	32,0	42,5
	6,0	36,5	27,5	23,0	39,5
	9,0	31,5	22,5	17,5	36,5
	12,0	27,5	18,5	12,5	33,5
	15,0	23,0	15,5	12,0 mín.	30,5
	18,0	18,0	12,0	12,0 mín.	27,5
40°	3,0	44,5	38,5	36,0	64,0
	6,0	40,0	32,0	27,5	58,5
	9,0	35,0	27,5	20,5	53,0
	12,0	30,0	23,5	15,5	47,5
	15,0	25,0	19,5	12,0 mín.	42,0
	18,0	19,5	15,5	12,0 mín.	36,5

* Esviaje medido como el número de grados sexagesimales que separa la vía secundaria de la normal a la vía principal.

e) Trazados por Sobre los Mínimos en Giros a la Izquierda

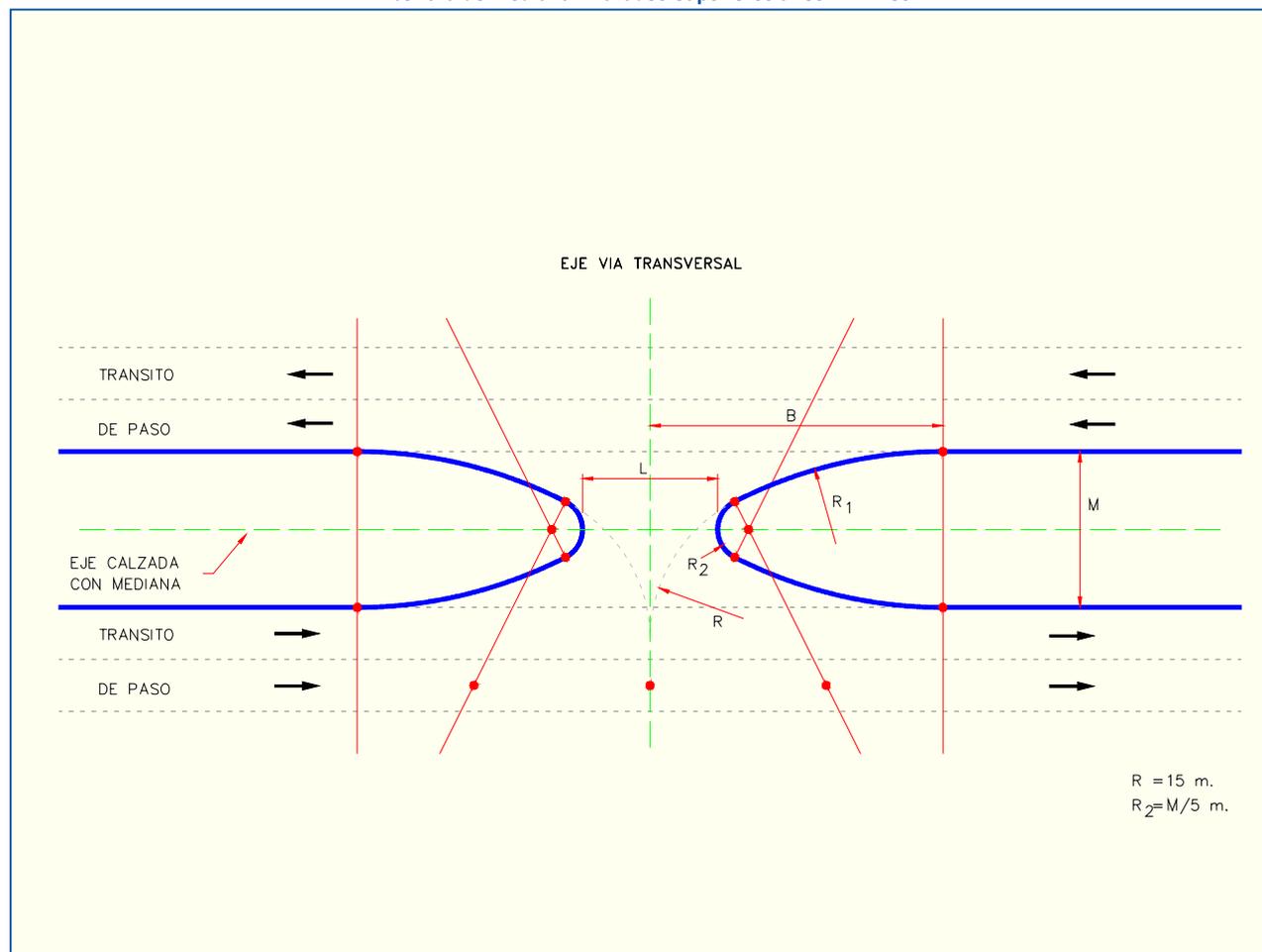
Siempre que sea posible deberán elegirse radios mayores que los mínimos de diseño de los arcos del remate "Punta de Proyectil". Se logra de esta manera una circulación más fluida y la parte correspondiente al arco de mayor radio puede recorrerse a mayor velocidad que la impuesta por el diseño mínimo.

La lámina 3.4-6 y el cuadro 3.4-5 especifican el diseño que debe adoptarse indicando los elementos necesarios para el replanteo y los valores para dichos elementos, respectivamente. La abertura de la mediana queda definida en estos casos por el radio **R= 15 m**, cuyo arco de círculo aparece en línea punteada en la figura. Si el camino que cruza es una doble calzada las aberturas indicadas en esta lámina pueden ser estrechas. En ese caso, el diseñador se fijará un valor de **L** adecuado y a partir de ese dato localizará el centro de la curva de radio **R2**. En estas condiciones el radio **R** queda determinado construyendo una circunferencia tangente al eje de la calzada que cruza y al punto de tangencia de **R2** con el **R1** elegido. Si la intersección presenta esviaje, se requerirá adaptar también los radios **R** y **R2** para lograr una abertura de ancho adecuado.

Cuadro 3.4-5
Elementos del Replanteo para Trazados Superiores a los Mínimos

M ANCHO MEDIANA (m)	DIMENSIONES (m)					
	R ₁ = 30		R ₁ = 45		R ₁ = 70	
	L	B	L	B	L	B
6	18	20	20	24	21,5	27,5
9	15	21	17	26	19,5	31
12	12,5	22	15	27,5	17,5	33
15	--	--	13,5	29	15,5	35
18	--	--	--	--	14	37
21	--	--	--	--	12,5	39

Lámina 3.4-6
Abertura de Mediana: Trazados Superiores a los Mínimos



f) Mediana Ensanchada: Cruce por Etapas

En ciertas intersecciones será conveniente que el tránsito del camino secundario pueda cruzar en dos etapas la vía principal. En estos casos la mediana deberá proveer un ancho suficiente como para servir de refugio. El ancho requerido dependerá del largo del vehículo tipo elegido y por tanto en el sector del cruce será necesario ensanchar la mediana de acuerdo a los siguientes valores:

Automóvil	= 5,8 m.
Camión o bus	= 9,10 m a 12,1 m.
V. Articulado	= 16,70 m.

g) Giros en "U" en Torno a la Mediana

Esta posibilidad no es una práctica recomendable, sin embargo, hay ciertos casos en que su existencia puede considerarse como un mal menor o bien puede aceptarse para volúmenes muy bajos que en otras circunstancias entorpecen el funcionamiento de una intersección.

Los casos en que puede aceptarse este dispositivo son:

- En autopistas con control total de acceso sólo se aceptará cuando se disponen para labores del personal de conservación de la vía, uso de la policía o como lugar de estacionamiento de vehículos

inutilizados. Por cierto, en esos casos el espacio estará cerrado por una cadena u otro dispositivo fácilmente removible por la autoridad, pero no así por el público en general. Las aberturas se construirán regularmente espaciadas a lo largo de la vía.

- En vías expresas con control parcial de accesos, se podrán aceptar para dar servicio a ciertas áreas marginales a la vía. Si estas facilidades se dan de acuerdo con un estudio es posible elegir los lugares más adecuados para hacerlo, si esto no se prevé, la presión pública posterior suele obtener aberturas a través de la mediana en mayor número y en peor ubicación.

- En relación con cruces a nivel de importancia o enlace, suelen diseñarse aberturas para giros en "U" a distancias de 400 a 600 metros del cruce propiamente tal, ya sea con el objeto de permitir el retorno de aquellos pocos conductores que por desconocimiento de la intersección equivoquen la maniobra, o bien para trasladar algún giro de poca importancia, desde el cruce a la abertura para giro en "U", con el objeto de eliminar algunos puntos de conflicto en el propio cruce.

- Inmediatamente antes de una intersección importante, con el objeto de posibilitar giros en "U" que de otro modo se darían en la intersección misma, obstaculizando el tránsito que cruza la vía principal. Esta situación es especialmente válida en zonas urbanas en que el desarrollo lateral es de consideración.

h) Ancho de la Mediana y Tipo de Maniobra Asociada al Giro en "U"

Evidentemente para que el giro en "U" no produzca demasiados trastornos, es necesario que la mediana tenga un ancho lo mayor posible. La lámina 3.4-7 indica los anchos mínimos requeridos según sea el tipo de maniobra que se está realizando.

La posibilidad de efectuar las maniobras descritas, con un trazado mínimo de los previstos en la lámina citada, puede resumirse como sigue:

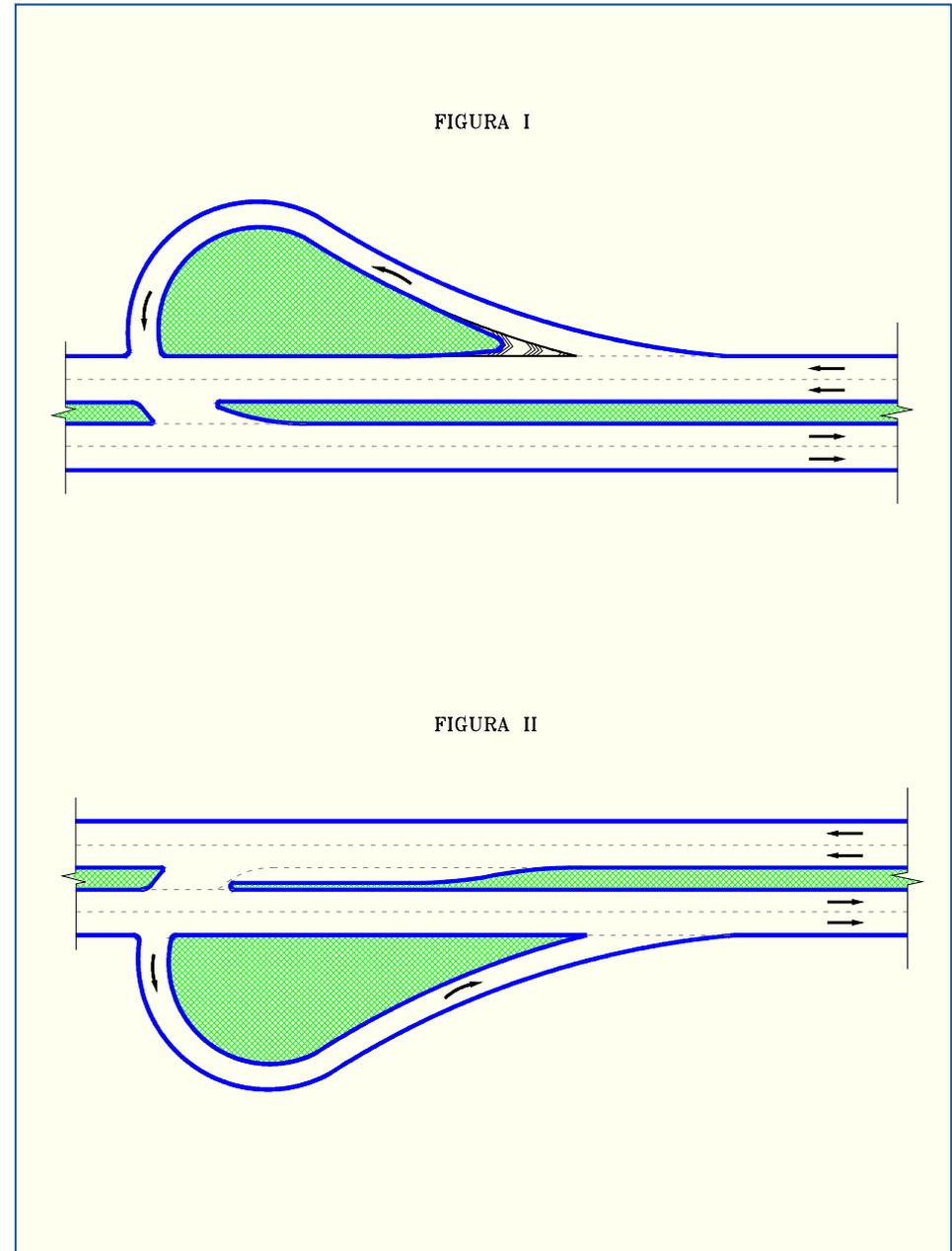
Lámina 3.4-7
Abertura de Mediana: Mínimos para Giros en "U"

TIPO DE MANIOBRA		ANCHO MINIMO DE LA MEDIANA "M" EN metros PARA VEHICULO TIPO		
		L	C	VA
PISTA INTERIOR A PISTA INTERIOR		12	21	20.50
PISTA INTERIOR A PISTA EXTERIOR		8.50	17.50	17
PISTA INTERIOR A BERMA		5.50	14.50	14
PISTA EXTERIOR A PISTA EXTERIOR		5	14	13.50
PISTA EXTERIOR A BERMA		2	11	10.50
BERMA A BERMA		0	8	7.50
LONGITUD MINIMA DE APERTURA , m.	L - REMATE CON TRANSICION (1)	6	6	9
	L - REMATE SEMICIRCULAR (2)	7	6	9

NOTAS :

- Usar las siguientes combinaciones de radios
 Para M= 9 m. o menos: 15/0.4 m. /15
 Para M= 12 m.o 15 m.: 22.5/0.4 m. /22.5
 Para M= 19 m.o 24 m.: 30/0.4 m./30
- La longitud L' es mayor cuando M>15 m. remate con transiciones preferible.

Lámina 3.4-8
Diseño para Giro en "U" en Mediana Estrecha



Cuadro 3.4-6
Tipos de Maniobras en Medianas

ANCHO DE LA MEDIANA (m)	TIPO DE MANIOBRA POSIBLE EN UNA VÍA DIVIDIDA, DE CUATRO PISTAS:	PERMITE REFUGIO MIENTRAS SE ESPERA EN LA MEDIANA PARA:
18	Permite a todos los vehículos girar en U, prácticamente de pista interior a pista interior opuesta.	Todos los vehículos
12	Permite a los vehículos L, girar en U de pista interior a pista interior, y a algunos camiones de pista exterior a pista exterior; los grandes camiones ocupan parcialmente la berma (vías expresas)	L y C
9	Permite a los automóviles girar de pista interior a pista exterior, y a los camiones con utilización de ambas bermas (vías expresas)	L y C
6	Permite a los automóviles girar de pista exterior a pista exterior o de pista interior a la berma. Es imposible el giro de camiones	L

Cuando no pueda disponerse del ancho necesario en la mediana y el giro en "U" sea importante, se recurre al empleo de otros trazados excepcionales, tales como los indicados en la lámina 3.4-8.

i) Aplicación de los Trazados para Medianas Abiertas a las Islas Divisorias en Intersecciones

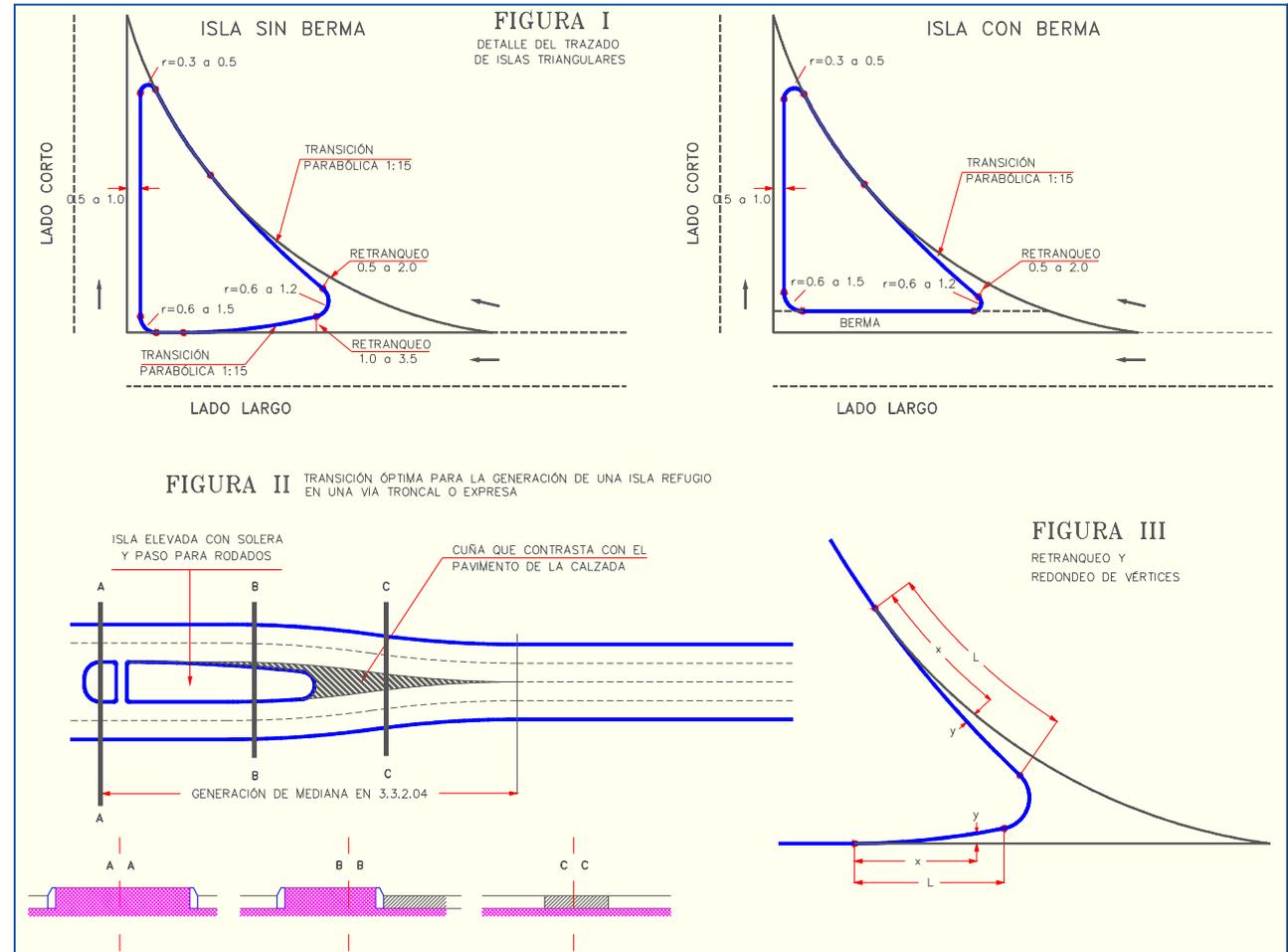
Todas las recomendaciones expuestas en los párrafos anteriores para el trazado de medianas abiertas, son de aplicación, en el caso de islas de separación de sentido en vías importantes, ya que en definitiva estas últimas pueden considerarse como una mediana que se introduce con carácter discontinuo en tales vías.

3.4.2.03 RETRANQUEOS

Las islas pueden ser requisitos previos del trazado -por ejemplo en el caso de calzadas anchas- y en tal caso ellas condicionan la definición de los ejes de las calzadas. También ellas pueden ser el resultado del trazado de los ramales de giro en intersecciones canalizadas.

Sea cual fuera el caso, dichos espacios tienen vértices que es preciso tratar mediante un trazado específico de los bordes de las islas. Véase Figuras I y II de la lámina 3.4-9, que muestran los espacios generados en una intersección por un ramal canalizado de giro a la derecha y los bordes de las calzadas que se cruzan, y por el desdoblamiento de una calzada, respectivamente.

Lámina 3.4-9
Retranqueo en Islas



En la Figura III se muestra la línea que define la forma de la solera en estos casos, resultado del redondeo de los vértices mediante curvas circulares y del retranqueo de los mismos. Esto último cuando se da el caso que dichos vértices enfrentan la llegada de los vehículos. Este retranqueo se ejecuta mediante transiciones parabólicas obtenidas mediante la expresión:

$$y = R (x / L)^2$$

donde:

x : distancia desde el comienzo de la transición

y : retranqueo correspondiente a la distancia x

R : retranqueo total o valor de y máximo

L : longitud del tramo a lo largo del cual se realiza la transición

Tanto los valores del retranqueo como los de su longitud que se deseen aplicar, depende de la geometría en cuestión y de la operación asociada y de la velocidad de diseño de la vía involucrada.

De este modo, el especialista deberá considerar estos aspectos para definir dichos valores criteriosamente, recomendándose las siguientes longitudes, para el rango de valores de retranqueos aceptados, a partir de tres relaciones entre éstos.

Cuadro 3.4-7
Longitudes de Retranqueo, L (m)

RETRANQUEO R (m)	RELACIÓN RETRANQUEO / LONGITUD R:L		
	1 : 5	1 : 10	1 : 15
0,50	2,50	5,00	7,50
0,75	3,75	7,50	11,25
1,00	5,00	10,00	15,00
1,25	6,25	12,50	18,75
1,50	7,50	15,00	22,50
1,75	8,75	17,50	26,25
2,00	10,00	20,00	30,00
2,25	11,25	22,50	33,75
2,50	12,50	25,00	37,50
2,75	13,75	27,50	41,25
3,00	15,00	30,00	45,00

3.4.2.04 CUÑAS

Reciben el nombre de cuñas las superficies pavimentadas de ancho variable mediante las cuales se generan sobreanchos de calzada, pistas comunes adicionales o pistas de giro.

Las cuñas previas y posteriores a los tramos de calzada que presentan sobreanchos motivados por la necesidad de espacio transversal adicional cuando el trazado en planta presenta curvas de radio reducido, son tratadas en 3.5.7.

Las cuñas asociadas a los sobreanchos de calzada que permiten la parada de buses en una zona ajena a la circulación vehicular son tratadas en 3.5.6.

Las cuñas mediante las cuales se generan o se eliminan pistas comunes cuyo propósito es ampliar o reducir la capacidad de la vía, son tratadas en 3.5.2 y 3.5.5.

Las cuñas previas o posteriores a las pistas de cambio de velocidad, seguidas o antecedidas por ramales de giro son tratadas en 3.1.4.02 a.

Las cuñas que se forman en los terminales simples de giro son tratadas en 3.4.2.01 a.

3.4.3 ACCESOS AL ENTORNO

3.4.3.01 ACCESOS VEHICULARES

a) Aspectos Generales

Las aceras pueden ser invadidas por vehículos provenientes de la calzada, al ingresar éstos a la propiedad adyacente, o por los que ejecutan la maniobra inversa.

En la vialidad secundaria, donde los flujos vehiculares y peatonales son bajos y la accesibilidad al entorno altamente deseable, no deben existir más restricciones a los dispositivos de entrada de vehículos que las impuestas por los límites de la propiedad y por las conveniencias de los vecinos. En este último sentido, lo único importante es asegurar que la superficie afectada no sea revestida con materiales incómodos o peligrosos para los peatones, o francamente conflictivos con la estética urbana planteada por los municipios.

En la vialidad primaria, en cambio, a medida que dichos flujos crecen, se hace necesario controlar la aparición de dispositivos de acceso, especialmente cuando la pista próxima a la vereda esté destinada al uso exclusivo de vehículos de locomoción colectiva, o cuando volúmenes vehiculares elevados en dicha pista se coludan con la proximidad del acceso a una esquina para producir congestión en ésta o para agravar la existente.

El criterio para decidir la autorización de estos dispositivos se debe basar en una estimación lo más certera posible de los costos sociales que produce la implantación del acceso sobre aquellos usuarios de la red que no se privilegian con su aparición. Cualquier desequilibrio de la evaluación correspondiente en perjuicio de la comunidad, debe ser resuelto mediante inversiones en terreno y/o infraestructura, las cuales deberán ser hechas por los interesados.

La presente Instrucción recomienda tener presentes los conflictos que se producen en estas situaciones y respetar la geometría mínima que se explicita en el literal siguiente referida al caso de una estación de servicio. Se ha elegido este tipo de establecimiento porque es el único que a priori requiere estar situado precisamente en las vías más transitadas.

Los conflictos en cuestión son distintos si los accesos funcionan como entrada o como salida de vehículos a y desde la propiedad. Sin embargo, sus efectos cualitativos son similares: disminución de la capacidad de la vía donde ellos están situados. La magnitud de este deterioro varía según las condiciones en las que estas últimas se ejecutan.

Los factores principales que inciden en el problema son:

- Frecuencia de las maniobras de entrada y/o salida.

- Agilidad con que las maniobras puedan ser ejecutadas. En este sentido, influyen poderosamente: el tipo de vehículo predominante, ya sea en entradas o en salidas; el ángulo que forma el eje del acceso con

el eje de la calzada, en mayor grado en el caso de un egreso desde la vía, y el número de peatones que transita por las veredas, que afecta casi exclusivamente la citada maniobra de egreso.

- Proximidad del acceso a una intersección. Se entiende para estos efectos que la distancia entre uno y otra se mide a lo largo de la línea de solera correspondiente, entre el punto donde ésta o sus prolongaciones se corta(n) con la(s) de la calle transversal involucrada y el borde más próximo a la esquina del acceso en cuestión o su prolongación.

- Posición relativa del acceso con respecto a la cuadra: las salidas desde la calzada, de los vehículos que se alejan de una intersección, afectan la capacidad de la intersección, pues la deceleración del vehículo que ingresa a la propiedad -o su eventual detención- puede provocar un efecto hacia atrás que resulte en una disminución de la tasa de descarga de la rama en cuestión, e incluso una obstrucción en la rama perpendicular a ella. Esta situación se ve agravada en la medida que la composición del flujo tiende a inclinarse hacia los vehículos pesados. Cuando tal dispositivo queda situado en la rama por donde los vehículos se acercan a la intersección, el efecto producido es distinto, pero en conjunto menor. En efecto, si ésta se encuentra próxima a la saturación, y por lo tanto la probabilidad de cruzarla sin detenerse es pequeña, una perturbación como la descrita es de importancia relativa menor, y si el flujo es pequeño, la probabilidad de producir dichas perturbaciones también disminuye. Lo contrario ocurre con los accesos que atienden el ingreso a la calzada desde la propiedad, puesto que a medida que la intersección se acerca a la saturación, disminuyen las oportunidades de ejecutar la maniobra en cuestión, llegando a ser prácticamente nulas si la cola bloquea el dispositivo. En tal caso, es altamente probable que el vehículo que desea incorporarse al flujo lo haga a costa de la operación óptima de la intersección o incluso con riesgo a la seguridad propia y de los demás.

Atendiendo a estos factores, la presente Instrucción entrega los valores mínimos para los distintos elementos geométricos principales que intervienen en el diseño. Los más importantes son las mencionadas distancias desde los accesos a la intersección. Le siguen en importancia, por su efecto sobre las dimensiones requeridas por los establecimientos, el ángulo que forman los ejes de los accesos con el de la calzada, el ancho de los mismos y la distancia entre uno de entrada a la propiedad y el de salida correspondiente, si tal es el caso. Este último parámetro dependerá fundamentalmente de las características del funcionamiento interno de dicho establecimiento.

Para todos estos efectos se considera que la intersección es semaforizada, puesto que éste es el caso más frecuente y restrictivo en la vialidad primaria que presenta volúmenes de tránsito importantes. En casos especiales, como son las esquinas donde los volúmenes de las vías son muy dispares y no existe la necesidad presente o futura de semáforos, dichos valores también podrán ser tomados como recomendaciones.

b) Acceso Típico (Estación de Servicio)

En la lámina 3.4-11 se define el emplazamiento tipo de una estación de servicio ubicada en la intersección de dos vías bidireccionales.

En este caso particular, el terreno ocupado por la instalación dispone de dos frentes, en los cuales se ha dibujado una configuración de accesos de entrada y salida, acorde al sentido de circulación de las pistas adedañas al terreno en cuestión.

Para los accesos que se encuentran próximos a la esquina se ha especificado la distancia mínima que debe existir entre ellos y la intersección de las líneas de solera asociadas a cada frente. Se distinguen dos casos: el primero corresponde al frente por el cual los vehículos pasan en su camino a la intersección; el segundo corresponde a aquel por el cual los vehículos pasan una vez superada la intersección.

Para el primer caso se han definido dos distancias:

d_1 : es la distancia comprendida entre la intersección de ambas líneas de solera y la línea de parada. Este espacio es la reserva necesaria para la materialización de un cruce peatonal.

d_q : es la distancia comprendida entre la línea de parada y el vértice (teórico) más próximo a ella del acceso de salida de la estación de servicio. Esta distancia es función del flujo de vehículos que arriban a la intersección en veq/h -pista y se determina calculando el largo de cola promedio que se produce para dicho flujo.

Para el segundo caso se ha definido sólo una distancia (d_2), que corresponde a aquella comprendida entre la intersección de ambas líneas de solera y el vértice (teórico) más próximo a ella del acceso de entrada a la estación de servicio. Mientras mayor es esta distancia, menor es el efecto que el ingreso de un vehículo produce sobre la intersección, como resultado de la maniobra correspondiente de deceleración. Los valores de d_2 asumidos corresponden a los que la experiencia internacional recomienda, de acuerdo a la tendencia que los mismos instaladores han observado en el sentido de hacer estaciones de servicio más amplias que las de antaño.

En la lámina 3.4-12 se especifican los parámetros de diseño para la definición geométrica de los elementos que componen los accesos de entrada y salida a la estación de servicio. Esta definición es compatible con la configuración descrita para ambos frentes en la lámina 3.4-11.

c) Cálculo de la Distancia d_q y d_2

Las distancias d_q y d_2 son función del flujo de vehículos que pasa por cada uno de los frentes del terreno que habría de ocupar la estación de servicio. Para su cálculo se debe seguir el siguiente procedimiento: En cada uno de los frentes se medirán los flujos actuales cuyo sentido de circulación corresponda al de las pistas adedañas al terreno, durante los siguientes períodos de un martes y un jueves

normales de la misma semana: de 7:30 a 9:30, de 10:30 a 11:30, de 12:30 a 14:00, de 15:30 a 16:30 y de 18:00 a 20:00. Cada medición debe incluir el número de vehículos que utilizan la vía, agrupados en períodos de 15 min. El conteo debe permitir completar el formulario que se incluye en el cuadro 3.4-8, distinguiendo las siguientes categorías de vehículos.

1. Vehículos particulares y taxis (VL)
2. Vehículos de locomoción colectiva de tamaño mediano (TA)
3. Vehículos de locomoción colectiva pesados (buses y micro) (BU)
4. Otros vehículos pesados (camiones)(CA)

Cuadro 3.4-8
Formulario de Medición de Flujos

PERÍODO	Cuarto de hora	MARTES				JUEVES				PROMEDIO VEQ
		VL	TA	BU	CA	VEQ	VL	TA	BU		CA	VEQ
7:30 a 9:30	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
	6									
	7									
	8									
10:30 a 11:30	1									
	2									
	3									
	4									
...	...									
18:00 a 20:00	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
	6									
	7									
	8									

A partir de esta información se deben calcular los flujos equivalentes (VEQ), utilizando los siguientes factores de conversión:

Cuadro 3.4-9 (4043b)
Factores de Equivalencia

TIPO DE VEHÍCULO	FACTOR DE EQUIVALENCIA
Vehículo Liviano	1,00
Taxibuses	1,65
Buses	2,00
Camiones	2,00

Fuente: Coeymans y Polanco, 1981

Una vez calculados los flujos equivalentes correspondientes a cada período de medición (15 min.) se procederá a promediar cada uno de los períodos entre ambos días (martes y jueves). Con la información resultante se construye un gráfico de distribución horaria (VEQ vs. cuarto de hora) para un período comprendido entre las 7:00 y las 21:00 hrs., extrapolando e interpolando linealmente cuando sea necesario (ver lámina 3.4-10).

Posteriormente, se calcula el flujo promedio considerando este período, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$FP = \frac{\sum_{i=1}^{56} FC_i}{56} \times 4$$

en que:

FP = Flujo promedio en el frente "j" en veq/hr.

FC_i = Flujo del cuarto de hora "i" en veq/cuarto de hora.

Finalmente, el flujo promedio de diseño es:

$$FPD_j = \frac{FP_j}{N}$$

en que:

FPD = Flujo promedio de diseño en el frente "j" en veq/hr.

N = Número de pistas para el flujo medido (1 pista = 3,5 m.)

El cuadro de la lámina 3.4-11 muestra los valores de **d₁** y **d₂** que corresponden a distintos órdenes de magnitud del **FPD_j** (Flujo en el cuadro).

3.4.3.02 ACCESOS PEATONALES

El tema está tratado extensamente en la Sección 3.6 Bandas Peatonales. En dicha sección se desarrollan los temas referentes a los distintos elementos que aseguran la accesibilidad peatonal dentro de la plataforma pública, a saber: los pasos a desnivel, los accesos a éstos y los rebajes necesarios para los cruces de calzada en acera y separadores.

Lámina 3.4-10
Gráfico de Distribución Horaria

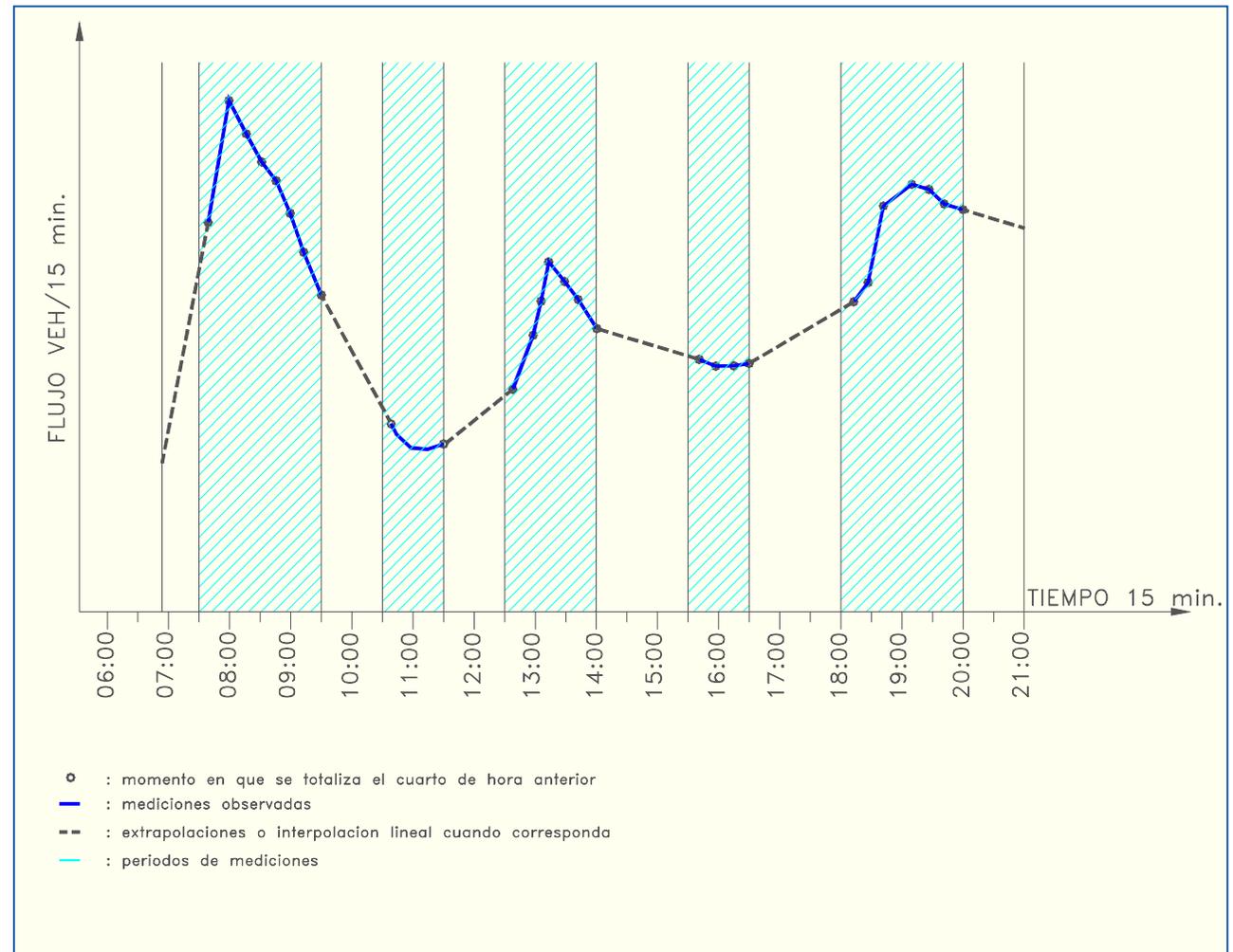


Lámina 3.4-11⁽¹⁾
Entrada a Estaciones de Servicios

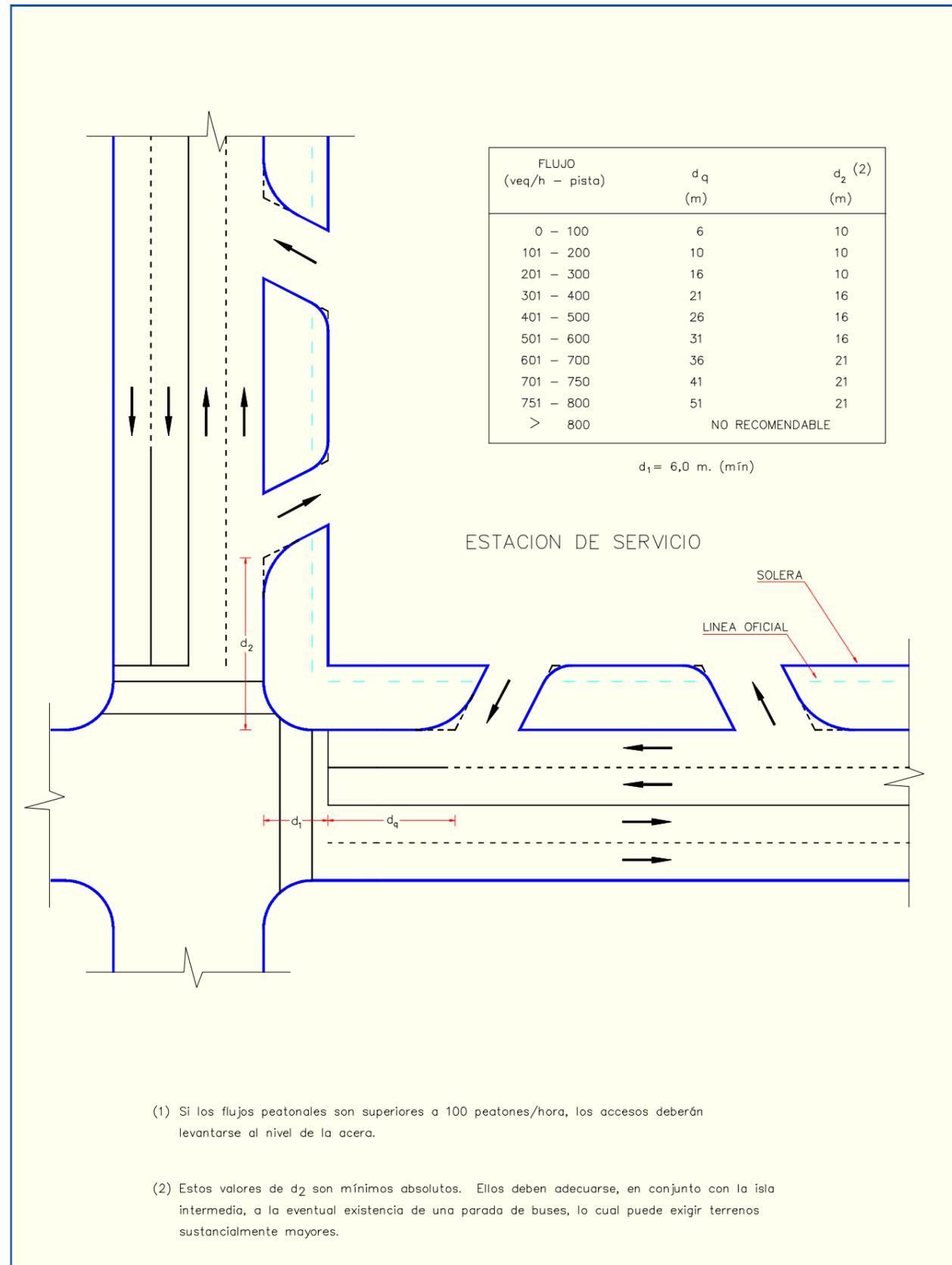
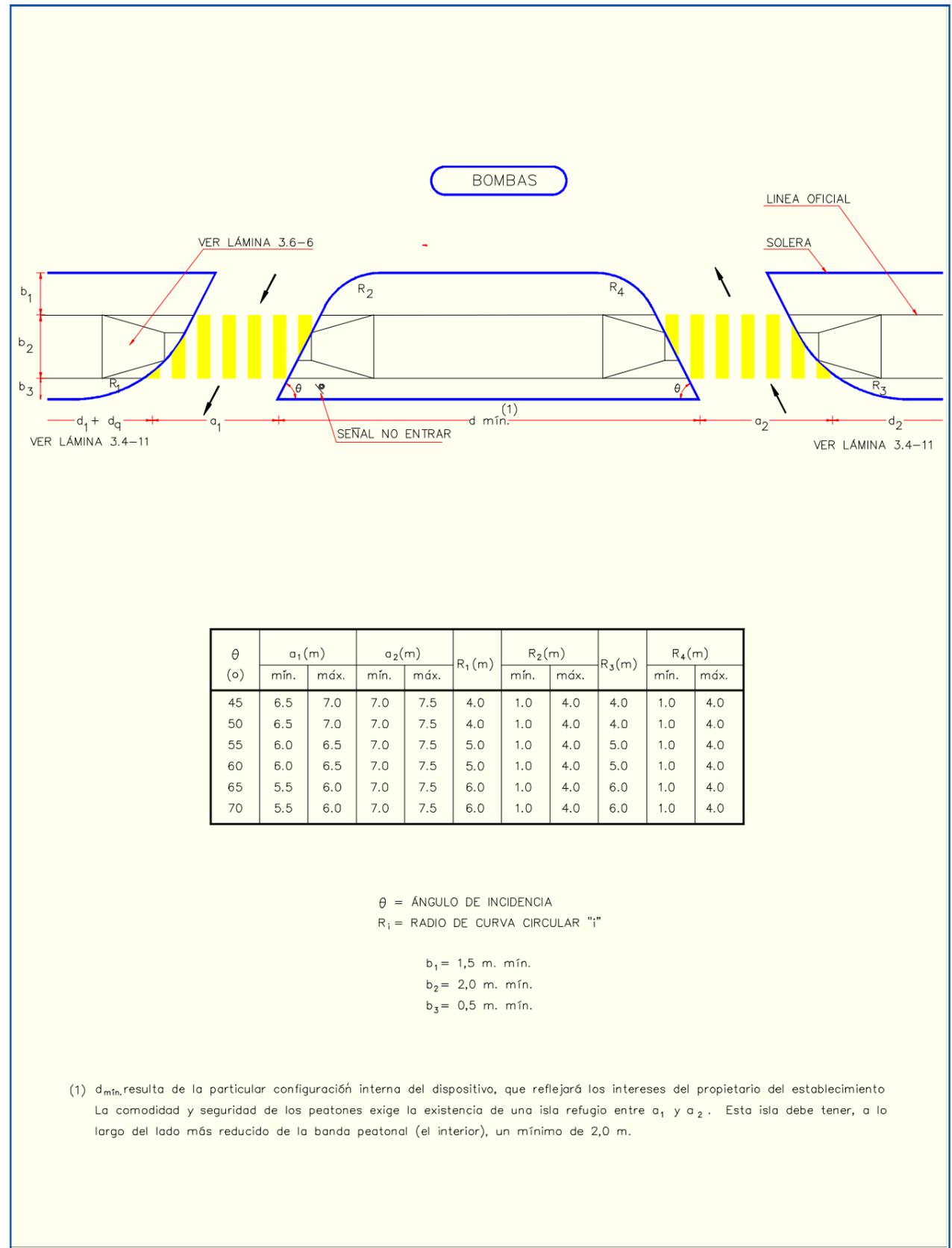


Lámina 3.4-12
Entrada a Estaciones de Servicios: Detalle



SECCIÓN 3.5 ENSANCHES

3.5.1 ASPECTOS GENERALES

Existen seis situaciones normalizadas en las que una calzada modifica su ancho, a saber:

- Variación del número de pistas.
- Aparición y desaparición de bandas de estacionamiento.
- Aparición y desaparición de ciclobandas.
- Variación del ancho de las pistas en recta.
- Generación de zonas de parada de buses.
- Requerimientos especiales de curvas (sobrecanchos).

Las cinco primeras suponen un cambio en la sección transversal tipo. La sexta, en cambio, es una singularidad que queda tácita cuando en el perfil tipo se expresa el ancho de las pistas como $a + s$, donde a es la dimensión en recta y s es el sobrecancho que se aplica a lo largo de toda ella.

En todos los casos es deseable que el cambio de ancho se haga de una forma normalizada, para que la uniformidad resultante dé lugar a una experiencia común a todos los usuarios. Esto siempre favorece la seguridad y la eficiencia operativa, y contribuye a una apariencia más ordenada.

A continuación se analiza estas seis situaciones.

3.5.2 VARIACIÓN DEL NÚMERO DE PISTAS

Lo primero en este caso es fijar la longitud a lo largo de la cual se debe hacer la transición. Para ello, consúltese el cuadro siguiente, en la cual L_T es dicha longitud. Se distingue cuatro longitudes; las necesarias para generar una pista y para hacerla desaparecer (L_{T1}), algo menores que las del cuadro 3.1.12 por no considerarse cambios de velocidad, y la que se requiere para crear y anular un ensanche en paradero de buses (L_{T2}).

Cuadro 3.5-1

Longitudes Recomendables (m) para Modificar Anchos de Calzada

V (km/h)		30	40	50	60	70	80	90	100
L_{T1}	Aumento	20	25	30	35	40	45	50	55
	Disminución	30	35	40	45	50	50	75	75
L_{T2}	Aparición	10-30	15-35	20-40	25-45	30-60	35-70	...	...
	Desaparición	10-40	30-60	40-80	50-100	50-120	50-150	...	...

El amplio rango de longitudes recomendadas para hacer aparecer y desaparecer ensanches frente a paradas de buses se debe al reconocimiento de un aspecto clave del diseño de estos ensanches: son usados sólo cuando el chofer percibe que la dificultad para retornar a la pista normal no es significativa, lo que ocurre cuando las transiciones son largas.

Por otra parte, en la medida que se prevea congestión, es aplicable el criterio expuesto en 1.3.4.06 y 3.1.2.02.a, según el cual los valores mínimos pueden flexibilizarse en la medida que la congestión afecte a una fracción mayoritaria de los usuarios de las pistas. En el caso de los aumentos y disminuciones del número de pistas, usar valores menores de L_{T1} que los correspondientes a la velocidad de diseño del caso puede ser autorizado por la autoridad si ello aumenta la capacidad de algún dispositivo.

Se debe aplicar una ley para ir modificando el ancho desde su valor E en el inicio, hasta el valor final E_T a la distancia L_T de dicho inicio (cuadro 3.5-1), pasando anchos sucesivos e_n a distancias sucesivas I_n . Esta ley se tabula a continuación.

Cuadro 3.5-2

Ley de Transición de Anchos

I_n / L_T	e_n / E_T	I_n / L_T	e_n / E_T
0,05	0,0029	.....	.....
0,10	0,0127	0,55	0,5923
0,15	0,0321	0,60	0,6810
0,20	0,0629	0,65	0,7630
0,25	0,1073	0,70	0,8344
0,30	0,1656	0,75	0,8927
0,35	0,2370	0,80	0,9371
0,40	0,3190	0,85	0,9679
0,45	0,4077	0,90	0,9873
0,50	0,5000	0,95	0,9971
.....	.....	1,00	1,0000

3.5.3 APARICIÓN Y DESAPARICIÓN DE BANDAS DE ESTACIONAMIENTO

Cuando se provee una banda de estacionamiento que pretende cumplir estrictamente esos fines, es preferible generarla e interrumpirla a una distancia de la esquina, según lo especificado en la sección 3.4.3.01. Con ello se obtiene una serie de ventajas en las intersecciones, tanto para peatones como para vehículos.

En estos casos, debe considerarse una transición normalizada, consistente en la generación y desaparición abrupta de la banda de referencia, redondeando el ángulo que forman la solera correspondiente a la sección sin estacionamiento y a la solera transversal, mediante un arco de circunferencia cuyo radio depende del ángulo de estacionamiento, como se tabula en el cuadro 3.5-3.

Dicha solera transversal se remata directamente, sin redondeo, sobre la solera correspondiente a la sección ampliada. Véase figura II de lámina 3.5-1.

Cuadro 3.5-3

Radio para Redondeo de Soleras en Estacionamientos y Longitud de Tangente

α (g)	0	35	50	70	90
R (m)	1,00	3,00	2,00	1,50	1,00
T (m)	1,00	0,95	0,93	1,05	1,00

3.5.4 APARICIÓN Y DESAPARICIÓN DE CICLOBANDAS

Este fenómeno debe ocurrir en las intersecciones mismas, sino en las ramas de acceso a ellas, en puntos no conflictivos. Véase 4.3.3.03.

3.5.5 VARIACIÓN DEL ANCHO DE PISTAS EN RECTA

Esta variación puede ocurrir cuando las circunstancias que ocasionaron anchos de pista menores que los mínimos recomendables cambian, posibilitando una sección tipo más holgada, o viceversa. Evidentemente, como ya se ha dicho, no se debe recurrir al expediente de modificaciones reiteradas de la sección tipo cuando dichas circunstancias sean cambiantes, sino más bien buscar compromisos entre todas las posibles y mantenerlas durante tramos de longitudes significativas (1 km. o más).

La forma de efectuar estas transiciones -cuando ellas sean precedentes- debe ser tal de minimizar la discontinuidad que ellas implican y que se traducen en un efecto visual. Ello se consigue prefiriendo efectuar las transiciones en las intersecciones, en el caso de ser posible mantener al menos uno de los bordes de cada pista sin variaciones. Esto ocurre cuando se desea ampliar sólo las pistas exteriores y existe espacio para ello a cada lado de la calzada. Véase Figura III de la lámina 3.5-1.

El ensanche o disminución se ejecuta en 20 m o más (mín. abs. 10 m), aplicando la ley del cuadro 3.5-2 a dichos bordes.

Si es preciso ampliar pistas interiores, o si uno de los lados de la calzada es fijo, el aumento de ancho se puede hacer de dos maneras, dependiendo si la ampliación exige o no afectar la planta del eje de replanteo.

Si se necesita efectuarla (caso de no poder alterar un borde de la calzada o pista que no es eje de replanteo, por ejemplo), el sobrecancho se genera a partir de dicha modificación del eje, que consistirá en una curva en "S" del mismo. Si no se utilizan clotoides

para el trazado de dicha curva, la expresión que relaciona su desarrollo en función del valor del desplazamiento transversal deseado ΔE y del radio R común a ambas curvas es:

$$L = \sqrt{\Delta E (4R - \Delta E)} \quad (\text{figura IV de la lámina citada}).$$

L deberá tener al menos 10 m y preferiblemente 20 m o más, pero su limitación principal es que habrá que asegurar que el valor de R sea lo suficientemente amplio como para permitir el contraperalte (2.2.1.02 b.iv). Una vez determinados L y R de acuerdo a las conveniencias del proyecto, las demás pistas se ensanchan a lo largo del mismo L en forma lineal. Si L resulta muy grande, puede aplicarse

el criterio utilizado para la generación de islas refugios (Véase 3.3.3.01). Los trazados con clotoides no son aplicables en estos casos.

Si no es necesario alterar el eje de replanteo, se aplica directamente la ley de transición de anchos (cuadro 3.5.2), a lo largo de la distancia L_T que la velocidad de diseño del caso imponga, y criterios de simetría como el aplicado en el ejemplo de la figura V.

Por último, también se puede aprovechar de ampliar la calzada mediante el expediente de utilizar para ello ensanche por curvas circulares de radio inferior a 200 m. (tópico 3.5.7). En tal caso lo que se hace es aplicar el ensanche requerido por la curva, a lo largo

de la distancia L_T que la velocidad de diseño del caso imponga, con sobrehanchos en recta distintos (uno de ellos puede ser nulo) a uno y otro lado de dicha curva.

3.5.6 GENERACIÓN DE ZONAS DE PARADA DE BUSES

Es deseable que estas zonas tengan un sobrehancho mínimo de 2,5 m, igual al ancho de la demarcación pertinente (ver figura VI), pero la calzada puede ensancharse menos que eso en la medida que sea factible reducir el ancho de las pistas de paso en el entorno del ensanche, en beneficio de la zona de parada.

Estos ensanches se generan aplicando la ley del cuadro 3.5-2, en la longitud que corresponde según lo tabulado en el cuadro 3.5-1. Así diseñados, estos dispositivos pueden quedar a menos de 45 m de las intersecciones sin provocar problemas.

Transversalmente, ellas no deben superar una inclinación del 2%, en el sentido determinado por el esquema de drenaje que se adopte. Las aristas, en la junta de estas zonas con las unidades adyacentes -pistas normalmente-, deben estar definidas con diferencia absoluta entre las pendientes de sus caras no superior al 4%. Se debe procurar una línea de máxima pendiente con inclinación no inferior al 1,5%.

3.5.7 SOBREANCHOS EN CURVAS

Los vehículos, al describir una curva en una calzada de dos o más pistas, aumentan su galbo horizontal. Este aumento depende inversamente del radio de curvatura, y, con el fin de mantener aproximadamente iguales los espacios laterales libres que normalmente existen en una recta -entre vehículos o entre éstos y el borde de la calzada- es necesario ensanchar la calzada allí donde se dan tales curvaturas. En calzadas de una pista, especialmente en el caso de los ramales, los anchos definitivos de las pistas dependerán también de la operación y características vehiculares (3.1.4.01.b).

En el caso de los caminos y las vías expresas urbanas, se considera significativo tal "ensanche" del vehículo cuando dicho radio es inferior a 200 m. **En el resto de las vías urbanas (troncales, mixtas y emplazadoras) se recomienda considerar sobrehancho cuando las curvas circulares tienen radios de curvatura inferiores a 100 m.**

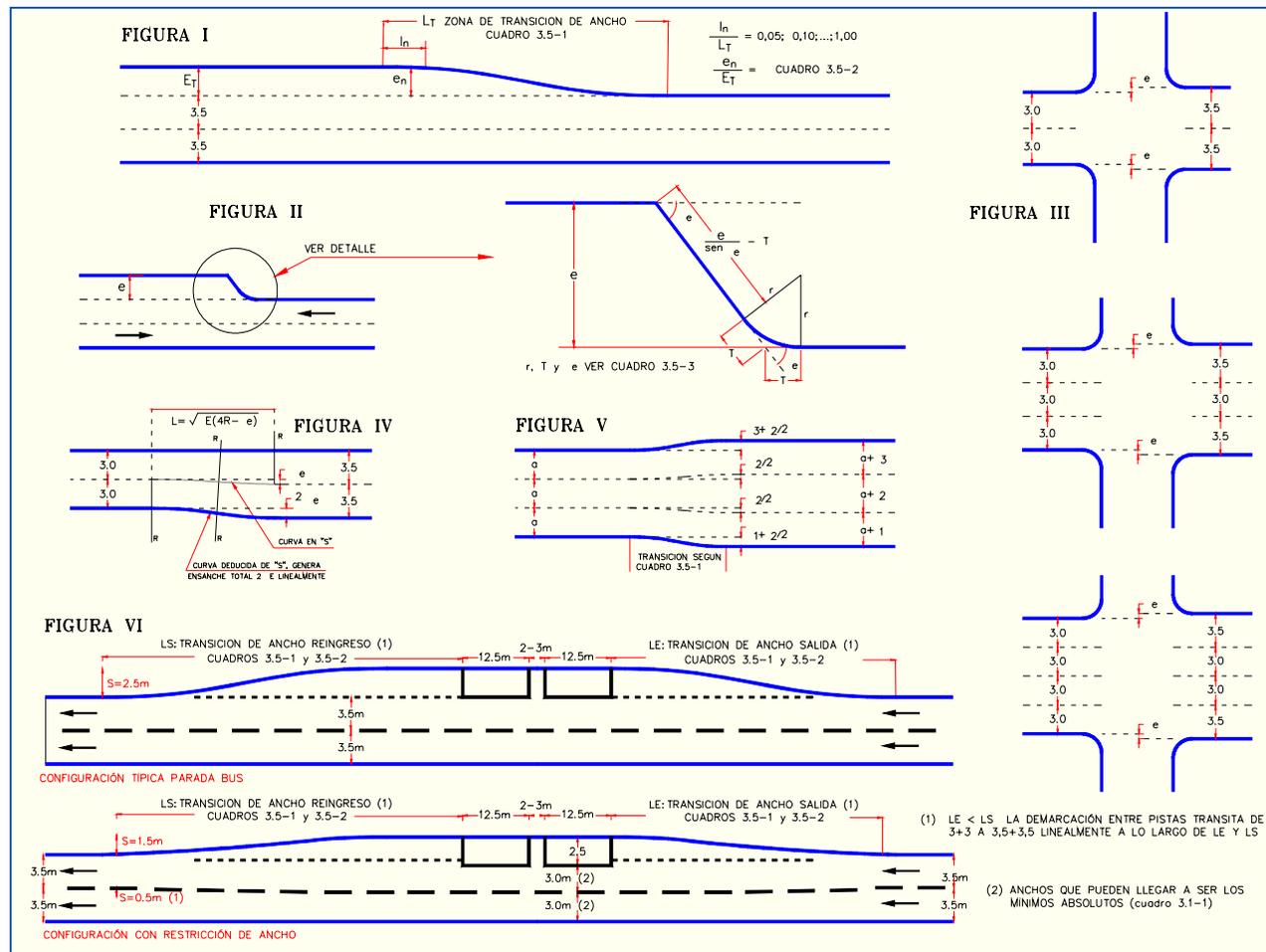
Esto supone resolver tres problemas: magnitud E del sobrehancho, modo de resolver las transiciones de ancho y forma de demarcar las líneas.

La magnitud total del sobrehancho, cualquiera sea el número de pistas, no podrá exceder al máximo de 3,0 m. Su valor, bajo este límite, no dependerá, como en el caso de los caminos, de la proporción de vehículos articulados, sino que deberá cumplir la siguiente condición:

$$3,0 \geq E = n \frac{20}{R} \text{ Si sólo pasan vehículos rígidos.}$$

n = número de pistas; R = radio de curvatura.

Lámina 3.5-1
Modificaciones al Ancho de la Calzada



La transición desde el ancho normal al ancho final se debe hacer en una longitud que depende de V (velocidad) y que se tabula a continuación.

Cuadro 3.5-4
Longitudes Mínimas para Efectuar el Desarrollo del Sobreancho

V (km / h)	30	40	50	60	70
L_T (m)	20	25	30	35	40

Si el trazado no consulta clotoides, el sobreancho podrá generarse y desaparecer en las alineaciones previas y posteriores a la curva en cuestión, en forma lineal, ubicado al costado de la calzada que corresponde al interior de la curva, pero también es posible -y mejor- utilizar la ley de transición de anchos del cuadro 3.5-2, aplicada sobre las longitudes del cuadro 3.5-4.

Si el trazado consulta clotoides, el sobreancho deberá generarse y desaparecer a lo largo de éstas de forma igual a la anterior, manteniéndose en la curva circular con su valor calculado. Si la clotoide tiene un desarrollo mayor que los mínimos de la tabla anterior, es preferible utilizar toda su longitud para la transición de anchos. En este caso, el sobreancho puede repartirse en ambos lados de la curva, lo cual es preferible.

Si se da el caso de dos alineaciones circulares separadas por una recta, con ambos radios de curvatura menores de 200 m y en el mismo sentido, la transición del sobreancho se realizará linealmente, utilizando la expresión:

$$e_n = \frac{E' - (E' - E'') l}{l}$$

E' = sobreancho de la 1ª curva

E'' = sobreancho de la 2ª curva

l = longitud de la recta

Esto puede hacerse para l menor o del orden de 80 m. Para longitudes mayores debe compararse las ventajas de la simplicidad que éste método supone con el mayor costo del pavimento.

SECCIÓN 3.6 BANDAS PEATONALES

3.6.1 ASPECTOS GENERALES

3.6.1.01 DEFINICIONES

Entenderemos como bandas peatonales aquellas franjas que forman parte de las aceras (sección 4.2), pero que son diseñadas exclusivamente para acoger el flujo peatonal. En la Ordenanza para la Construcción se les llama **veredas**.

Para el diseño de éstas debe considerarse tanto las características del flujo peatonal como las capacidades de las bandas, temas tratados en los dos siguientes párrafos (3.6.1.02 y 3.6.1.03).

Las veredas presentan una serie de singularidades, cuyo diseño responde a conductas, modos de operación y/o requerimientos particulares del peatón, del flujo peatonal y/o vehicular. Estos temas se agrupan en los tópicos siguientes (3.6.2 a 3.6.5).

3.6.1.02 CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DEL PEATÓN

Se considera como peatón cualquier persona que camine por la ciudad, destacando en el grupo, en términos de la consideración que se les debe, los minusválidos, con sus equipamientos especiales, los ancianos y los niños. Este es el modo más natural y accesible de transportarse, muchas veces el más económico y sin duda el más compasivo con el mundo.

El peatón es el principal protagonista en las actividades urbanas, al estar en las mejores condiciones para percibirla, pensar en ella, detenerse, esperar, comprar, divertirse, conversar y reunirse.

Esto hace que la provisión de espacios adecuados para los quehaceres peatonales sea de una gran importancia para las ciudades, no sólo en los términos vitales recién delineados, sino también desde los puntos de vista socioeconómico y cultural, incluyendo en este foco a la ciencia del transporte y al urbanismo.

Nuestro peatón tiene una gran movilidad y tiende a recorrer las distancias más cortas entre los puntos de origen y destino. Es reacio a desviar su ruta hacia cruces establecidos, a esperar en las veredas, a usar pasos peatonales a desnivel. Baja con frecuencia a la calzada si existen obstáculos -otros peatones, materiales varios o superficies en mal estado- que le dificultan su marcha. Es sensible al confort y al atractivo del ambiente y del clima. Es menos pasajero que vecino, y frente a los vehículos o bajo ellos, más frágil que débil.

Las variables que el proyectista debe tener en cuenta para el diseño de los espacios peatonales son: el entorno de la vía, el espacio que ocupan los distintos tipos de peatones, detenidos o en situaciones tipo; las velocidades de desplazamiento según edad, sexo, tipo de desplazamiento, densidad y condiciones geométricas de la ruta. Igualmente, debe considerar las características del desplazamiento de los minusválidos, especialmente cuando éste se efectúa mediante sillas de ruedas.

a) Velocidad y Densidad de Flujos Pevtonales

La velocidad de los peatones depende principalmente de la densidad del flujo, del motivo del viaje y del tipo de peatón.

A continuación se tabulan valores de la velocidad según el tipo de peatón en flujos libres.

Cuadro 3.6-1

Velocidades Medias Normales de Peatones de Distintos Grupos en Terreno Llano y para Densidades Bajas

EDAD Y SEXO	VELOCIDAD (KM/H)	VELOCIDAD (m/s)
Hombres de menos de 55 años	6,0	1,7
Hombres de más de 55 años	5,5	1,5
Mujeres de menos de 50 años	5,0	1,4
Mujeres de más de 50 años	4,7	1,3
Mujeres con niños	2,5	0,7
Niños de 6 a 10 años	4,0	1,1
Adolescentes	6,5	1,8

Fuente: Research on Road Traffic (R.R.L), Londres, 1985

En la lámina 3.6-1 se grafican las velocidades de peatones en metros por minuto y en metros por segundo, en función de la densidad, medida en peatones por metro cuadrado.

En las figuras que aparecen bajo el citado gráfico aparecen esquemas correspondientes a cuatro densidades representativas de sendas bandas del siguiente espectro:

- Menor que 0,4 peatones / m²: tránsito libre
- Entre 0,4 y 0,7 peatones / m²: tránsito medio, con adelantamientos fáciles, pero apareciendo dificultades con el flujo en sentido inverso
- Entre 0,7 y 1,0 peatones / m²: tránsito denso, desplazamiento bastante perturbado
- Entre 1,0 y 1,5 peatones / m²: tránsito muy denso, conflictos numerosos, efecto de muchedumbre.

Se considera que la máxima densidad posible en un flujo peatonal es de 2,0 peatones / m², pero esta situación no es aceptable para proyecto, salvo en el caso de algunas salidas de lugares de espectáculos.

b) Espacios Ocupados por los Peatones

En la lámina 3.6-2 se ilustran distintas situaciones en las que uno o más peatones pueden circular y se dan dimensiones del espacio que ocupan en tales circunstancias.

Estas dimensiones no pretenden ser exactas, pero son útiles para determinar las de algunos elementos de las zonas peatonales.

3.6.1.03 CAPACIDAD DE BANDAS PEATONALES

El volumen de un flujo peatonal (**F**) que ocupa una banda continua depende del ancho de dicha banda (**l**), de la densidad del flujo (**d**) y de la velocidad (**v**), según la expresión:

$$F = d \cdot l \cdot v$$

El primer ábaco de la lámina 3.6-3 entrega los flujos por metro de ancho para una densidad y una velocidad determinadas, las cuales se relacionan, de acuerdo a lo mostrado en la lámina 3.6-1, según el tipo de motivación que genera el desplazamiento. Por ejemplo, si se considera un flujo del tipo domicilio-trabajo, al cual se desea brindar en algún momento (año de diseño) una velocidad de 1,5 m/s (5,4 km/h), se deberá pensar en una densidad no superior a 0,7 peatones/m², régimen al cual cada metro de banda continua podrá atender a un máximo de 62 transeúntes por minuto (sígase la línea de segmento en el ábaco).

Otro ejemplo, que permite calcular el ancho necesario para el desplazamiento de un cierto flujo en un tipo de calle determinado es el siguiente:

Supóngase una calle comercial donde se han medido los volúmenes de peatones en períodos punta (1 a 2 horas), fraccionados en sub-períodos de 10 minutos, y se ha obtenido un promedio de 600 peatones cada 10 min. Para saber el ancho necesario actual se entra en el ábaco II recién citado (véase línea de puntos) con el valor 600 y se proyecta horizontalmente hasta cortarla con la curva correspondiente a los 10 minutos, en un punto desde el cual se baja hasta la de un minuto. El encuentro entre esta última y la referida proyección vertical corresponde a un volumen de 80 peatones por minuto.

Si se desea una densidad mínima para este tipo de actividad, el ábaco de la lámina 3.6-1 arroja una velocidad entre 0,75 m/s y 1,25 m/s. Considerando una velocidad promedio (1 m/s), la fórmula anterior nos da:

$$l = \frac{F(\text{peatones/s})}{d(\text{peatones/m}^2) \cdot v(\text{m/s})} = \frac{80(\text{peatones/min}) / 60(\text{s/min})}{0,5(\text{peatones/m}^2) \cdot 1(\text{m/s})} = 2,33 \text{ m}$$

Mayores detalles concernientes a la elección definitiva de los anchos de las bandas peatonales, que dependen además de otros factores, aparecen en el siguiente tópico.

Lámina 3.6-1
Velocidades y Densidades de Peatones

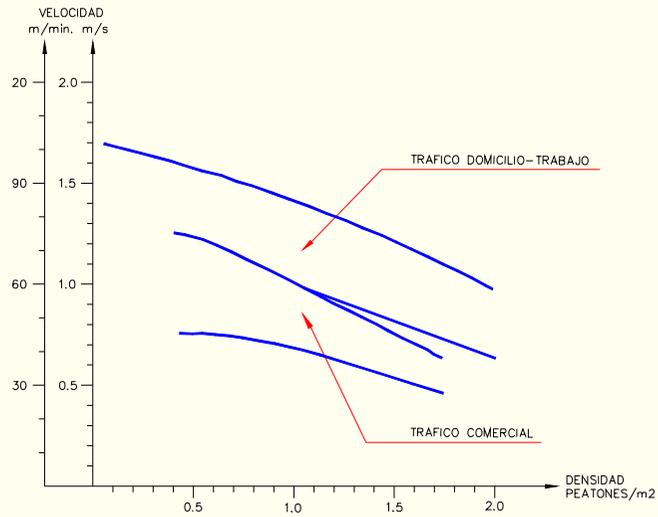
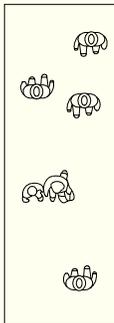


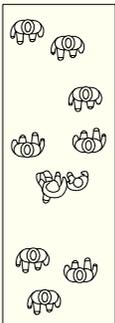
FIGURA I



0.3

(peatones/m²)
tránsito libre

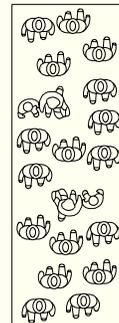
FIGURA II



0.6

(peatones/m²)
tránsito medio

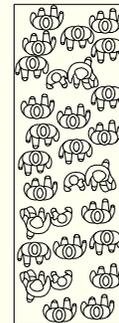
FIGURA III



1.0

(peatones/m²)
tránsito denso

FIGURA IV



1.5

(peatones/m²)
tránsito muy denso

Lámina 3.6-2
Espacios Ocupados por los Peatones

FIGURA I

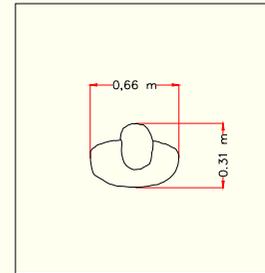


FIGURA II

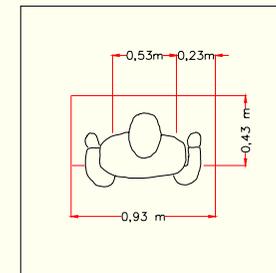


FIGURA III

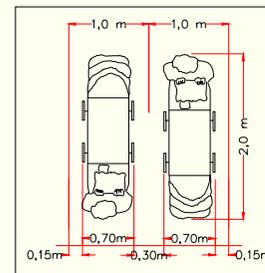


FIGURA IV

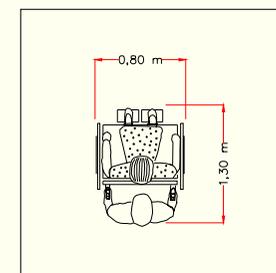


FIGURA V

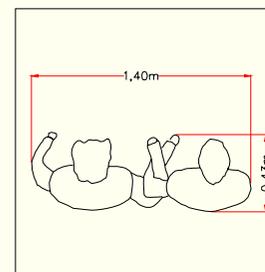


FIGURA VI

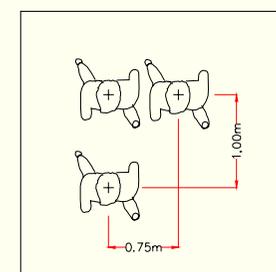
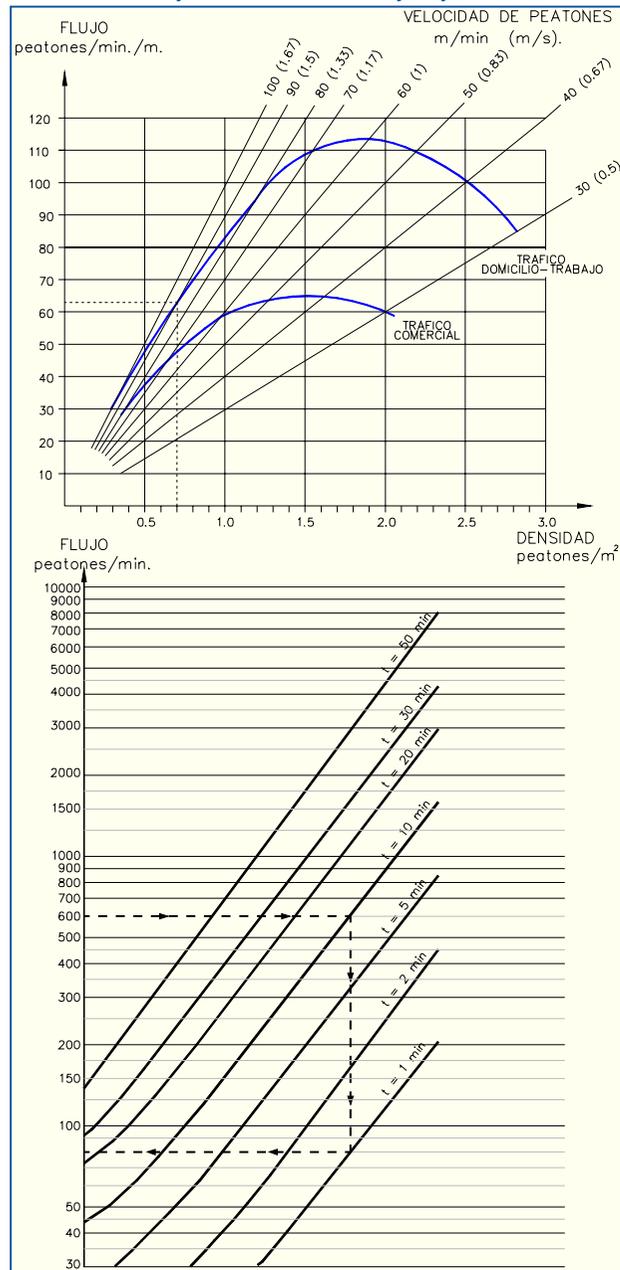


Lámina 3.6-3
Ábaco Flujo-Densidad-Velocidad y Flujos Horarios



3.6.2 BANDAS PEATONALES NORMALES

3.6.2.01 ARCOS

Se usa aquí la expresión arco para designar el tramo de la vía que une dos intersecciones. En estos tramos las características transversales de las veredas se ciñen a criterios de diseño adecuados a sus formas de servir, que pueden ser dos: como banda de circulación, o vereda primaria, y como resguardo entre bandas verdes de acera y la calzada, o vereda secundaria.

a) Planta

El trazado en planta de las veredas se reduce a determinar su alineación y su ancho.

i) Alineación

Se puede decir que la alineación resulta de hacer discurrir la banda en cuestión en forma sensiblemente paralela a la envolvente de la línea oficial o de edificación. Esta línea puede verse afectada por la ocupación puntual de espacios públicos adosados a ella para otros fines autorizados que no sean de desplazamiento (quioscos, vendedores en general).

El trazado de los bordes de la franja peatonal no debe presentar quiebres (radio de curvatura de las alineaciones empleadas ≥ 5 m) cuando la banda no queda flanqueada por elementos de cierta altura, que puedan servir de guía óptica, y cuando las densidades son altas. En tales casos un cambio fuerte de dirección opera como recodo y puede producir algún entorpecimiento del flujo. No hay que olvidar que estas bandas deben ser capaces de acoger las maniobras de los vehículos de emergencia, a velocidades ≤ 10 km/h.

ii) Ancho

El ancho de las veredas se determina de acuerdo a los criterios de capacidad descritos en 3.6.1.03.

Este ancho es el que se debe prever sólo para el tránsito de peatones, que debe ser continuo y libre de obstáculos.

Se considera que el ancho mínimo recomendable para un flujo peatonal es de 2 m, que corresponde al espacio necesario para que se crucen dos personas que lleven paquetes, coche de niños o que circulen en silla de ruedas, los cuales aparecen ilustrados en la lámina 3.6-2, figuras (II), (III) y (IV), respectivamente.

Este ancho mínimo puede reducirse a 1,5 m en calles locales en las que se prevea un tráfico ínfimo de peatones. Si los flujos vehiculares también son bajos, se puede estar en el caso en el cual conviene inspeccionar la posibilidad de eliminar del todo la vereda y diseñar una calle-vereda.

La figura V de la misma lámina corresponde al caso de una pareja. Es útil tener en cuenta estas dimensiones cuando por la

naturaleza de la vereda se espere frecuentemente el cruce de aquéllas. En tal caso se debe exigir un mínimo de 3 metros de sección.

b) Sección Transversal

Una franja de esta naturaleza debe ser homogénea, sin irregularidades en su sección que puedan significar un peligro. Eventualmente puede limitárselas con alguna línea que destaque (baldosa de otro color), si se pretende algún objetivo estético, pero este detalle no debe sobresalir de la línea continua de su perfil.

La pendiente transversal de las bandas continuas para flujos peatonales debe ser constante, con un mínimo de un 2% para revestimientos lisos y un máximo de 4% cuando la vereda no tiene revestimiento o éste es muy rugoso.

c) Elevación

La pendiente longitudinal y la longitud del tramo en que ésta se manifiesta reduce la velocidad de los peatones. Esta reducción se hace significativa a partir del 5% en tramos mayores de 100 metros. Con un 10% de pendiente desfavorable, dicha reducción llega a ser del 30% a los 100 metros.

En todo caso, la pendiente longitudinal de la vereda es aproximadamente la de la vía, salvo las situaciones excepcionales en que puede ser necesario salvar un desnivel ocasional.

En estos últimos casos se pueden usar rampas, escaleras u otros dispositivos, que se describen en 3.6.5.

3.6.2.02 ESQUINAS

Las esquinas no son más que un punto de encuentro entre dos zonas peatonales que se cruzan, sean éstas veredas, paseos o calles peatonales.

Sin embargo, vale la pena destacarlas como una zona peatonal especial. Esto porque existe una innegable y demostrada relación entre esta circunstancia puramente geométrica y una disposición particular del peatón con respecto a dicho punto.

En efecto, las esquinas suelen ser también puntos de encuentro y espera de los habitantes de una urbe, siendo frecuente que ellos se detengan, ya sea porque allí se ejecutan normalmente los cruces de las calzadas, porque allí existen quioscos donde se exhiben los diarios o simplemente porque la aparición de un espacio no lineal, con alternativas visuales ampliadas, los predispone a una actitud distinta a aquella propia del mero desplazamiento.

Esta circunstancia se refleja en el valor de la propiedad comercial, que suele ser sensiblemente superior en las esquinas, en parte por estas condiciones y también por el hecho de producirse allí una mayor concentración de público.

Todo esto hace que sea necesario prodigar, de alguna manera, superficies lo más amplias posibles a la actividad peatonal en

las esquinas. En este sentido es útil influir en las decisiones que exijan una línea de edificación retranqueada en estas zonas. También resulta muy eficaz la eliminación de las bandas de estacionamiento -si las hay- en favor de una ampliación de las veredas antes de las esquinas, cosa que por lo demás es coherente con conveniencias provenientes del tránsito.

3.6.3 CRUCES DE CALZADA

3.6.3.01 ASPECTOS GENERALES

Los cruces de calzada exclusivos para peatones, y por lo tanto a distinto nivel, no son frecuentes en ciudades como las chilenas. Lo habitual es que estos cruces se ejecuten al nivel de la calle, dejando la posibilidad de desnivelación para aquellos contados casos en los que se pueda demostrar su necesidad por razones de seguridad, o su rentabilidad, como consecuencia de la reducción de las demoras de los usuarios de las vías; todo esto cuando haya manera de asegurar la aceptación del dispositivo por parte del peatón o exista la forma de forzar su uso.

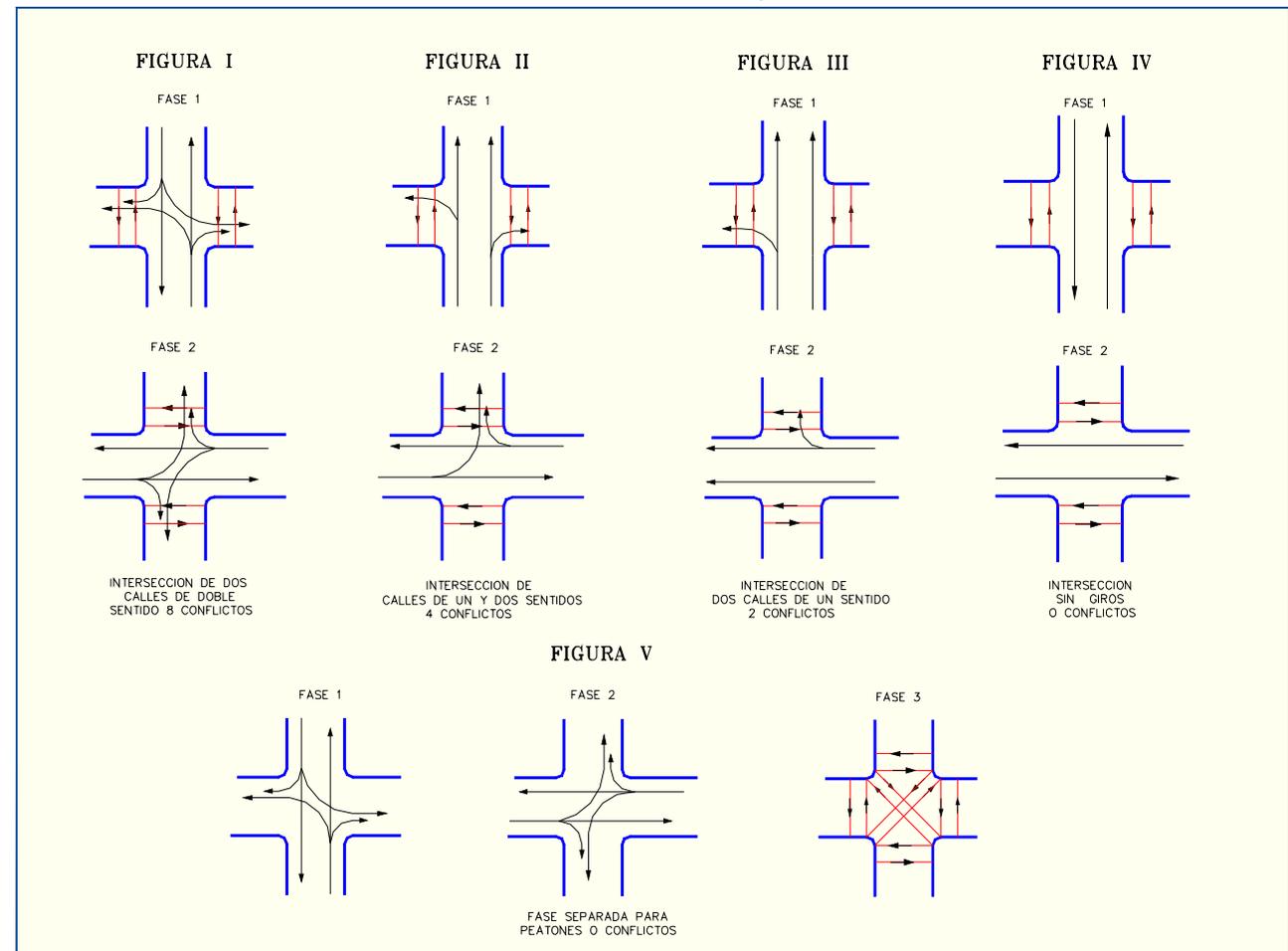
La eficacia de los cruces peatonales puede ser asistida por una serie de dispositivos de control y/o protección, o medidas tales como:

- Marcas en la calzada (cebras), visibles a toda hora.
- Iluminación próxima a las zonas de cruces.
- Superficies que sirvan como refugio, sean éstas islas específicamente diseñadas para tales efectos u otras como medianas, islas separadoras o canalizadores.
- Semáforos con indicadores muy diferenciados para detenerse o seguir.
- Barreras entre las veredas y las calzadas para prevenir el cruce en puntos peligrosos o que producen interferencias importantes al tránsito.
- Vallas, plantaciones o barreras en medianas para evitar cruces en puntos cualesquiera de una calle con calzadas separadas.
- Eliminación de giros conflictivos, cuando ellos pueden ser desplazados sin inconvenientes mayores.
- Provisión de fases especiales de semáforos, para peatones.
- Eliminación de algunos cruces.
- Conversión de calles de doble sentido en calles unidireccionales.
- Campañas educativas que resalten y desarrollen ciertas conductas socialmente positivas, opuestas a la tendencia generalizada de los ciudadanos a desentenderse de los problemas del grupo (grupo de peatones, conductores y pasajeros), si tales consideraciones lo apartan de su beneficio individual.

Esta última tendencia, que se corresponde con las características peatonales descritas en el párrafo 3.6.1.02, hace que lo que se plantee en este tópico parezca un conjunto de medidas de difícil aplicación.

Sin embargo, es imprescindible que el proyectista no plantee su diseño desde un punto de vista de discutible pragmatismo, que lo haga renunciar a definir acuciosamente los dispositivos correctos para el manejo de peatones en forma ordenada y segura. La insistencia en diseños adecuados contribuye, a la larga y conjuntamente con las otras medidas, a sentar normas de circulación peatonal que son respetadas por una cantidad creciente de peatones.

Lámina 3.6-4
Cruce de Peatones en las Esquinas



A continuación se abordará el tema distinguiendo dos tipos básicos de cruce según su ubicación: en sección normal de la vía o de un ramal y en las intersecciones. En ambos tipos, se pueden producir dos casos: con semáforo o sin él. Criterios específicos de implantación, dimensionamiento y ubicación figuran en detalle en el Manual de Señalización de Tránsito.

3.6.3.02 CRUCES DE PEATONES EN ARCO

Estos pasos deben implantarse a la altura de centros importantes de generación de flujos peatonales, como son escuelas, centros comerciales, etc. Dependiendo de las características del flujo peatonal y vehicular de la zona, el cruce se materializa con apoyo de semáforos o cebras con o sin intermitentes amarillos. Si es procedente, se aprovecha un lomo de toro (ver 2.3.6) para ejecutar el cruce a la altura de la acera. Si no se provee lomo de toro, puede complementarse la advertencia del cruce peatonal con algún elemento sonoro (ver 2.3.5).

3.6.3.03 CRUCES DE PEATONES EN LAS ESQUINAS

Las esquinas pueden recibir flujos muy variables de peatones y de vehículos, determinando situaciones que pueden requerir semáforos para optimizarlas. El tratamiento de los cruces depende de la existencia de ellos y de la geometría concreta de la intersección.

Si existen semáforos, no se utiliza la cebra como elemento demarcador, recurriéndose en estos casos a los elementos definidos en el Manual de Señalización.

Si no existen semáforos, los cruces se señalizan mediante cebras, cuyas características físicas también se describen en el mencionado Manual.

En las figuras I a V de la lámina 3.6-4 se muestran los puntos de conflicto entre peatones y vehículos en una intersección de cuatro ramas con semáforos. En las tres primeras se ve cómo la eliminación de sentidos de circulación doble va eliminando situaciones conflictivas.

En la figura IV se observa una simplificación adicional, como resultado de la supresión de uno o más giros. Esto suele ser necesario durante las horas punta.

En la figura V se muestra una situación en la que se ha agregado una fase exclusiva para peatones.

Estos esquemas reflejan los tres tipos de control que son generalmente posibles:

- Fase exclusiva durante la cual los peatones pueden ocupar toda la superficie de la intersección, para realizar cruces en todos los sentidos. Este sistema sólo puede ser recomendable cuando existe un fuerte tránsito peatonal y cuando la intersección funciona lo suficientemente por debajo de la capacidad como para permitir la disminución de la proporción de verde que grava en este caso a los flujos vehiculares. Este esquema no es recomendable para calles con anchos de calzadas superiores a 18 m.
- La fase semi-exclusiva, que permite cruzar la calle en forma paralela al tráfico que tiene luz verde, con supresión de giro(s) o con un ciclo verde adelantado para los peatones, que permite dicha maniobra vehicular sólo cuando los transeúntes han casi concluido la suya. Este esquema es

utilizado cuando existen conflictos graves entre peatones y volúmenes de giro importantes.

- El sistema de “verde compartido” permite a los peatones cruzar cuando los vehículos también están autorizados para girar, aunque estos últimos sin preferencia. En este caso, es útil adelantar algo el verde para los peatones, con el fin de hacerlos iniciar su maniobra antes que los vehículos empiecen la suya, consolidando así la preferencia a los primeros. Este sistema funciona bien cuando uno y/u otro volumen son relativamente bajos, o altos por breves períodos.

3.6.3.04 CONSIDERACIONES EN TORNO A LA DEMARCACIÓN PEATONAL

Además de sus dimensiones y características materiales (tipo de sustancia y color), los cruces peatonales deben tener una ubicación que será dependiente de la geometría de la intersección, como ya se adelantó.

La situación más favorable para su implantación es cuando ella aparece como unión de las bandas peatonales que aparecen cortadas por la calle que cruza. En tales condiciones el recorrido es mínimo y no se produce desvío alguno en la marcha de los transeúntes.

Pero este esquema no siempre es posible ni deseable, ya que en ciertos casos, cuando las calzadas a cruzar son amplias o cuando otra imposición del diseño produce islas asociadas a ensanches de dichas calzadas, las demarcaciones habrán de estar alineadas de tal manera de ofrecer a los peatones un refugio en las mencionadas islas, con lo cual el trayecto puede resultar una línea quebrada en uno o más puntos.

Puede convenir también, cuando al cruce llegan vehículos provenientes de la vía que tiene luz verde, desplazar algo las líneas (3 a 5 metros desde el vértice o más) con el fin de proveer algún espacio de detención al vehículo que gira, sin afectar la circulación de la pista que éste abandona. Este esquema no presenta mayores dificultades si la vereda es amplia (5 m. o más), ya que en tal caso se produciría poco o ningún desplazamiento de los peatones, pero si ésta es reducida, dicho retranqueo implica un desvío en la marcha peatonal, con el consiguiente peligro de que la señalización no sea respetada si dicha marcha no se encauza.

El desplazamiento o retranqueo en cuestión debe ser decidido, en cada caso, según las condiciones en las que se produce el conflicto y sus efectos en la circulación de la vía que tiene luz verde.

3.6.4 ENSANCHES (VEREDAS)

Los peatones no siempre se encuentran en movimiento. Cuando se detienen pueden afectar seriamente la circulación si no se estudian los espacios requeridos para ello. Los lugares donde se producen las paradas más frecuentes son:

3.6.4.01 PARADEROS

El ancho mínimo de una vereda frente a una de tales paradas debe ser de 3 metros, considerando los 2 metros mínimos para flujo peatonal, y 1 metro para acoger una hilera de peatones.

En los casos en que se prevea una cantidad importante de esperas simultáneas, debe dimensionarse el espacio suponiendo una densidad máxima de 1,5 peatones/m², sobre una longitud que depende del sistema de parada de los buses: si es diferido y las líneas que se detienen son pocas, ésta cae en el rango comprendido entre 6 y 10 m. Si en un paradero pueden detenerse muchas líneas con una gran cantidad de buses, el público acomodará su espera a lo largo de una distancia de hasta 20 o más metros. Esta última es una situación que hay que intentar evitar, recurriendo donde se pueda al sistema de paradas diferidas.

Si se planea la construcción de refugios, debe agregarse, a los 2 m mínimos para flujos, otros dos metros: 0,5 m entre el refugio y la solera y 1,5 m correspondientes al ancho mínimo cubierto por el techo del refugio.

La longitud del refugio, o el número de ellos, se determina suponiendo una densidad máxima de 1,5 peatones/m² en las horas punta.

Si la parada de bus se efectúa en un paradero especialmente dispuesto para que el vehículo salga de la pista por la que circula, el ancho mínimo de la vereda fuera de la zona misma de parada será los cuatro metros anteriores más el sobreaño que se le da a la calzada frente al paradero (ver tópico 3.5.6).

3.6.4.02 COMERCIO

En las calles donde exista comercio con vitrinas al exterior debe considerarse una banda lateral adyacente a éstas, de 1,5 m de ancho, con el fin de que los peatones que se detienen frente a ellas no perturben la circulación.

3.6.4.03 ESCUELAS

Las detenciones frente a los colegios pueden ser de varias naturalezas: padres esperando a alumnos o viceversa, en el caso de escuelas primarias; alumnos conversando antes o después de las horas de clases, en esa primera instancia de la vida “fuera del colegio” que se produce en la vereda, y alumnos esperando locomoción colectiva, sea ésta la normal o alguna especial para escolares.

Al igual que en el caso de los lugares para espectáculos, los espacios destinados a estas detenciones deben ser considerados en los

diseños de los establecimientos mismos más que en el de la plataforma vial. Cuando tal cosa no sea posible, por tratarse de edificaciones antiguas o habilitadas para tales fines, el diseñador debe buscar la posibilidad de cambiar los accesos al establecimiento, prefiriendo situarlos sobre calles secundarias, proveer pasos a desnivel y/o utilizar barreras, con el fin de mejorar las condiciones de seguridad del alumado.

3.6.4.04 ESQUINAS Y CRUCES PEATONALES

Conviene ensanchar, si es posible, los puntos donde los peatones esperan cruzar la calzada, con el fin de evitar que la acumulación de éstos dificulte la circulación de los que pasan con otros destinos. El criterio para hacer esto será proveer áreas suficientes como para que la densidad en el momento de dicha acumulación no supere los 1,5 peatones/m².

Estos ensanches son fáciles de hacer cuando existen áreas de estacionamiento, ya que la supresión de estos últimos en las proximidades del cruce permite disponer de espacio adicional.

3.6.4.05 LUGARES DE ESPECTÁCULOS

Lo mismo se puede decir de este caso que del anterior, aunque inevitablemente este tipo de situación, que por lo general produce puntas muy acusadas, no puede ser abordado con el criterio de proveer superficies suficientes para un flujo a densidades normales.

Un estudio serio de las áreas en cuestión implica estudiar las condiciones generales de salida de un recinto, determinadas principalmente por la configuración del interior del mismo hasta el punto de evacuación.

El término "evacuación" se usa aquí explícitamente para acentuar el papel fundamental que juega, en el diseño de dichos interiores y salidas, el factor seguridad, que impone pautas que el proyectista vial urbano no debe contradecir con las condiciones que imponga a una vereda. La medida de prohibir el estacionamiento frente a este tipo de lugares, especialmente cuando ellos están situados en calles estrechas, se justifica precisamente porque ello facilita la evacuación de los mismos en ocasiones de emergencias, además de permitir el ensanche de la vereda a costa de la banda de estacionamiento que allí debe interrumpirse.

En cualquier caso, la provisión de espacios adicionales en estos puntos también es un asunto que debe ser considerado en el proyecto del inmueble correspondiente.

En lo tocante a detenciones propiamente tales, el caso más desfavorable es el que se produce cuando se forman colas a la entrada. Si éstas se prevén como habituales, es aconsejable disponer elementos canalizadores de las mismas, que las dirijan de tal modo de no entorpecer los flujos de la vereda (1 m adicional de sección) ni los de salida del lugar mismo.

3.6.5 DESNIVELACIONES

3.6.5.01 PASOS A DISTINTO NIVEL

Este tipo de paso es necesario cuando el tráfico de peatones y vehículos es elevado o cuando la calle que se debe cruzar supone riesgos debido a velocidades de circulación altas o/a calzadas amplias.

Un paso de estas características brinda una gran seguridad a sus usuarios y facilita la operación de los vehículos, pero generalmente su uso es eludido por los peatones cuando la posibilidad de cruzar a nivel existe.

Esta tendencia del peatón medio se puede explicar comparando el tiempo empleado, la distancia recorrida y la energía consumida por el según el tipo de cruce. En el cuadro 3.6-2 se dan valores medios de estas variables para el caso del cruce de una calzada con cuatro pistas.

Cuadro 3.6-2
Comparación de Energía Necesaria para Recorrer Pasos a Nivel y a Desnivel

TIPO DE PASO	LARGO DEL RECORRIDO	DURACIÓN DEL RECORRIDO	ENERGÍA GASTADA
A NIVEL	25 m	20 seg.	1,2 Kcal
INFERIOR	55 m	55 seg.	7,0 Kcal
SUPERIOR	65 m	70 seg.	11,0 Kcal

Además, sucede que la necesidad de proveer rampas de acceso para impedidos o para personas con coches infantiles implica la ocupación de superficies mayores y de manera generalmente antiestática en el caso del paso superior, y peligrosa y desaseada en el caso del paso inferior.

a) Inferiores

El ancho mínimo es de 3 metros, siendo recomendable mantenerse entre 4 y 6 metros. El dimensionamiento exacto se determina siguiendo el mismo criterio expuesto para las bandas peatonales en el párrafo 3.6.1.03.

El volumen atendido a las horas punta puede ser de 3.000 peatones/hora/metro de ancho, considerando una densidad de 1 peatón/m² y una velocidad de 5 km/h.

La altura mínima es de 2,5 m.

Los pasos inferiores deben ser bien iluminados, sin recodos que favorezcan los asaltos y con paredes lisas y lavables.

b) Superiores

Tienen la ventaja de ser más fáciles y baratos de construir que los inferiores, aumentando su conveniencia en la medida que su largo crece.

Un paso superior debe respetar el gálibo vertical (4,5 m) de la(s) vía(s) que pasa(n) bajo él. Se dimensionan igual que los pasos inferiores, debiendo tener un ancho mínimo de 2,5 m

El pavimento debe ser antideslizante y deben contemplarse barandas altas (1,2 - 2,0 m). Eventualmente, si la experiencia lo demostrará necesario, estos pasos superiores pueden ser totalmente cubiertos con una malla metálica para evitar el lanzamiento de objetos a la vía.

3.6.5.02 ACCESOS

Los accesos a los pasos inferiores y superiores pueden ejecutarse mediante escaleras, rampas escalonadas, rampas, escaleras mecánicas o cintas transportadoras.

La vereda, cuando existe alguno de estos elementos, debe tener un ancho mínimo de 5 metros, como se observa en la figura I de la lámina 3.6-5. Conviene situar el acceso en el lado próximo a la calzada, por razones de economía principalmente, salvo que alguna consideración de otra índole obligue a desplazarlo hacia el interior. Rara vez será conveniente ubicarlo en el centro, y en tal caso debe existir, a cada lado de él, un espacio peatonal de al menos 2 metros de ancho.

En la figura II de la lámina citada se describen los rangos de las pendientes de los accesos dentro de los cuales los distintos tipos de dispositivos son recomendables. Se observa que las escaleras son ventajosas porque permiten un mejor aprovechamiento del espacio, pero no son adecuadas para sillas de ruedas ni coches de niño.

El cuadro 3.6-3, que cierra este párrafo, contiene una recapitulación de los valores descritos a continuación.

a) Rampas

Estos dispositivos permiten la circulación de todo tipo de peatones, incluidos aquellos que deben hacer uso de sillas de ruedas, para lo cual sus pendientes deben estar comprendidas entre el 5% y el 15%. Es recomendable aumentar su ancho mínimo (2 m), siempre que se pueda, a 2,5 m.

El ancho necesario se determina con el mismo método descrito en el párrafo 3.6.1.03, pero considerando:

$$l = \frac{F \text{ (peatones/s)}}{d \text{ (peatones/m}^2) \cdot v \text{ (m/s)} \cdot (1-i/100)}$$

donde:

l = ancho de la banda

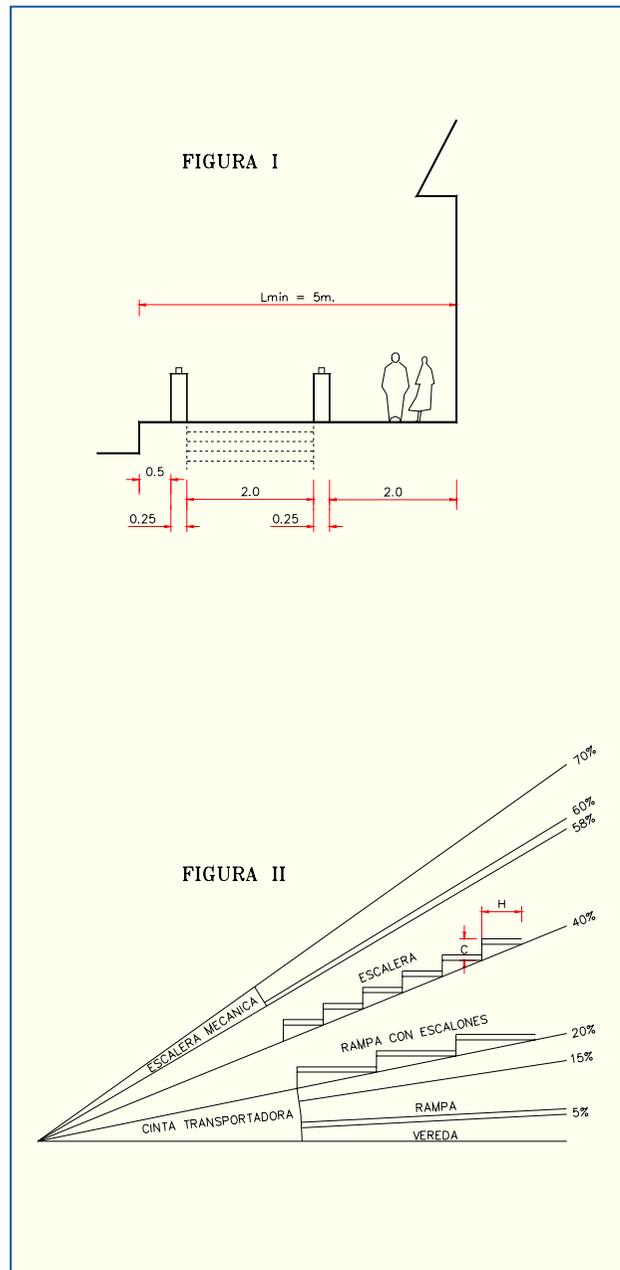
F = volumen del flujo peatonal (peatones/s)

i = pendiente de la rampa

d = densidad del flujo

v = velocidad del flujo

Lámina 3.6-5
Accesos Peatonales



Cuadro 3.6-3
Características de los Dispositivos de Acceso

ELEMENTO	PENDIENTE	ANCHO (mínimo)	OFERTA	OBSERVACIONES
ESCALERA	40% - 60%	(1m) (Unidireccional) (2m) (Bidireccional)	25 - 40 peatones/m/mín.	No accesible a coches ni sillas de ruedas. Descanso para más de 15 escalones.
RAMPA ESCALONADA	15% - 40%	(2m)	40 - 60 peatones /m/mín.	Accesible a coches de niños
RAMPAS	5% - 15%	(2m)	$F = dv (1^{-1}/100)$	F= Flujo d= densidad v= velocidad i= pendiente Accesible a todos
ESCALERAS MECÁNICAS	58% - 70%	0,6 m	60 peatones/m/mín.	Debe existir escalera alternativa
CINTA TRANSPORTADORA	0% - 20%	0,7	6.000 a 18.000 peatones/hora	Grandes capacidades

b) Rampas Escalonadas

La ventaja de las rampas escalonadas es que pueden ser usadas por coches de niños. Se adaptan a pendientes entre el 15% y el 40%. La huella puede tener las inclinaciones correspondientes a las rampas y las contrahuellas permitirán pendientes mayores como las descritas. Las relaciones entre unas y otras serán: **2C + H = 90 cm y H ≥ 60 cm.**

El ancho mínimo de tales rampas es de 2 metros.

c) Escaleras

La huella (H) y la contra huella (C) se determinan con la fórmula **2C + H = 62 cm**, eligiendo un par de valores (H,C) entre los rangos siguientes:

$$14 \text{ cm} \leq C \leq 17 \text{ cm} \quad \text{y} \quad 28 \text{ cm} \leq H \leq 34 \text{ cm}$$

Si se tienen más de 15 escalones seguidos, es preciso intercalar en el medio de la escalera un descanso de 1,5 metros de huella.

El ancho mínimo de una escalera es de 1 metro si funciona en un sentido y de 2 si atiende a ambos sentidos de marcha.

Debe considerarse una capacidad (oferta) de 25 a 40 peatones/ minuto/metro de ancho. Los valores más bajos reflejan mejor la situación en escaleras que tienen más recodos.

d) Escaleras Mecánicas

Permiten evitar a los peatones los esfuerzos de subir y bajar a y desde los distintos pasos a desnivel, haciendo a estos últimos más efectivos.

Al poder adaptarse a pendientes de hasta 70% resultan más fáciles de adaptar en espacios restringidos.

Existen condicionamientos que deben ser resueltos en el caso de su implantación: los costos de instalación y mantenimiento, el recelo que producen en ciertas personas no acostumbradas o mayores de edad, el que no sirvan para transportar sillas de ruedas y el que deba suministrarse una escalera normal como alternativa para los momentos en que el dispositivo esté en reparaciones.

Para un ancho de 1 m y una velocidad de 0,5 m/s, una escalera de este tipo transporta aproximadamente 60 peatones/min.

Los valores exactos los debe suministrar el fabricante.

e) Cintas Transportadoras

Estos elementos son raramente utilizados en nuestro país, pero suelen serlo en el extranjero en ciertos casos especiales (distancias largas en aeropuerto, estaciones, etc.)

Tienen un ancho entre 0,7 y 1,2 m y se desplazan a velocidades comprendidas entre 0,5 y 1 m/s.

Pueden tener un largo de hasta 200 m, remontan pendientes de hasta un 20 % y sus capacidades oscilan entre 6.000 y 18.000 personas por hora.

3.6.5.03 REBAJES

a) En Cruces de Calzada

Debe contemplarse un rebaje mediante una rampa, de las características señaladas en la lámina 3.6-6. Esto es válido para todo cruce peatonal, semaforizado o no, en arco o en esquina; pues, acoge la necesidad de un tránsito cómodo para los rodados, en especial los minusválidos. La depresión de la acera en esa zona debe llegar al nivel de la calzada; es decir, el desnivel debe ser nulo, para lo cual debe proveerse soleras rebajadas (ver 2.2.4.04 b.i.).

b) En Separadores

En una calzada doble, en el bandejón o mediana, frente a los cruces de peatones, debe diseñarse un paso que permita el tránsito y/o refugio peatonal. Este diseño puede ser de dos formas: abriendo el separador, de tal modo que el paso se haga a nivel de la calzada, o haciendo un diseño para rodados, como el descrito en el literal siguiente, con lo cual el separador no pierde continuidad. Para bandejones o medianas de ancho mayor o igual que 3 m. es recomendable el segundo diseño.

c) Rodados

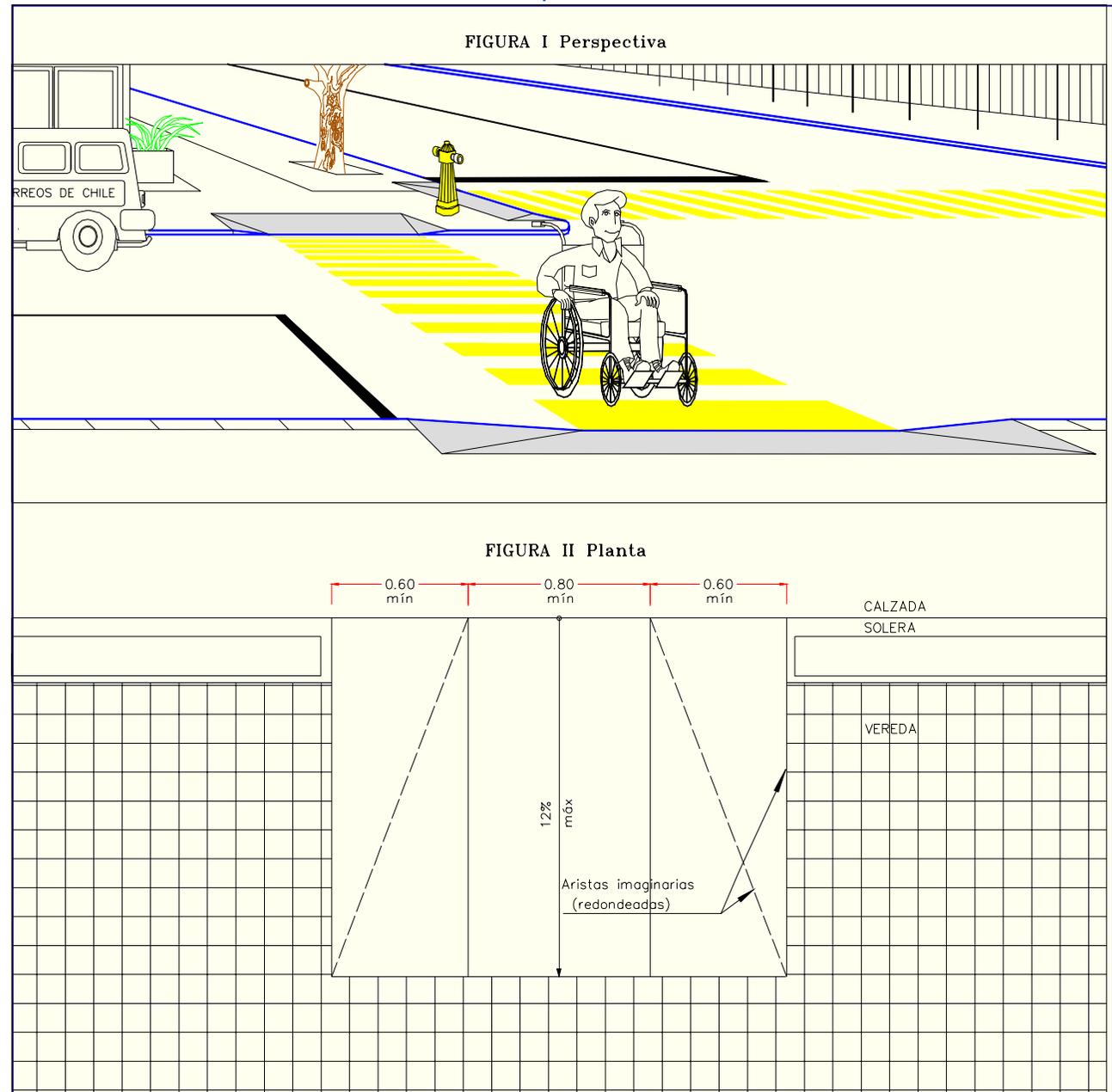
El proyectista no puede desconocer la existencia de numerosos peatones que se desplazan en sillas de ruedas o que portan rodados como coches de niño y carros de compra u otro tipo. Para que el acceso de éstos a la calzada y su llegada a la siguiente zona peatonal sea fácil -o posible sin ayuda en el caso de los minusválidos- es preciso disponer una depresión (rampa) en los accesos a las zonas de cruce aludidas en los literales anteriores, con las características que se indican en la lámina 3.6-6.

Cuando la acera es angosta, obligando a los flujos de paso a pasar por esta depresión -lo que supone una molestia y ocasionales riesgos de caídas-, es preferible deprimir toda la vereda en la longitud correspondiente al acceso de los rodados (80 cm en la figura) y aplicar el máximo de pendiente u otra menor a las superficies de transición (60 cm en la figura), quedando éstas como planos inclinados simples.

Similar solución puede ser necesaria en las esquinas, si las superficies disponibles en éstas son escasas y no se puede desplazar el dispositivo para rodados -de manera segura- para que éste quede fuera de la banda peatonal. En tales casos, deprimir toda la esquina puede ser una solución, sobre todo si se dispone de elementos protectores de la zona rebajada (vallas o jardineras).

Eventualmente, tal como se sugiere en el texto anterior, las rampas pueden quedar adyacentes a las zonas mismas de cruce si éstas se encuentran saturadas, lo cual puede significar un desplazamiento significativo si existen grifos, postes u otros obstáculos. Si esto ocurre, deben ser estudiadas la visibilidad y las facilidades de estacionamiento con el fin de evitar que el rodado en cuestión, que presenta un perfil bajo, pueda ser víctima de un accidente mientras recorre el tramo que dicho desplazamiento requiera.

Lámina 3.6-6 Diseños para Rodados



SECCIÓN 3.7. RESERVAS EN ACERAS Y SEPARADORES

3.7.1 ASPECTOS GENERALES

Se llama aquí "reservas" a los franjas previstas dentro de aceras y de los separadores del tipo bandejón, adicionales a los mínimos absolutos dados por los requerimientos del tránsito peatonal, para alojar elementos verdes, de servicio y de protección.

Un buen diseño vial-urbano requiere que todos los elementos de estos tipos se armonicen de modo que el conjunto cumpla con tres condiciones básicas: que no representen riesgo a los usuarios del espacio público, ya sea por su posición, diseño o capacidad obstaculizadora de la visión; que el número de los elementos adyacentes a la calzada sea el menor posible, para lo cual se pueden anear elementos mediante diseños atractivos (postes, señales, basureros, etc.), y que las labores de mantenimiento puedan hacerse sin ocupar las calzadas.

3.7.2 FRANJAS VERDES

Las zonas verdes son un elemento principal del paisaje urbano, siendo altamente recomendable la incorporación de ellas a la mayor cantidad de zonas peatonales que sea posible.

Algunos principios fundamentales de composición de estas áreas plantadas son:

- Seguridad: No deben proyectarse en bandejones cuyo ancho o inaccesibilidad desde el interior obligue a realizar labores de mantenimiento desde la calzada.

- Unidad: Se deberá evitar el fraccionamiento de los espacios reservados a estos fines, tanto longitudinal como transversalmente.

- Simplicidad: Se puede realizar plantaciones convenientes, con medios limitados, si se buscan esquemas simples, que no necesariamente impliquen mezquindad.

- Equilibrio: El tamaño y el volumen de las masas vegetales debe ser proporcionado al marco en el que ellas están contenidas. No se debe recurrir a grandes árboles en callejuelas ni atochamiento de plantas en áreas reducidas.

- Agrupamientos: Es preferible agrupar las plantaciones por especie, en vez de yuxtaponer especímenes de especies diversas y/o contrapuestas: un arreglo homogéneo es mejor que un muestrario abigarrado.

Existen una serie de recursos que pueden asistir al proyectista en la búsqueda de diseños que eviten el exceso o la falta de imaginación.

El más habitual y el que mejor se adapta al diseño de las zonas peatonales lineales es precisamente la plantación de especies en franjas continuas, especialmente árboles, lo cual presenta las ventajas de otorgar grandes espacios con sombra continua y una unidad a lo largo de enclaves que por lo general pueden ser muy irregulares.

En el caso de los árboles, se debe evitar el empleo de especies distintas en una misma alineación. Es preferible usar una por calle y no cambiarla sino después de un cruce o de una variación de la sección transversal. En el caso de una sección tipo amplia, un alineamiento central puede admitir otro tipo de árbol que los alineamientos laterales.

En las esquinas y otros puntos conflictivos se debe estudiar cómo los árboles afectan la visibilidad.

Los setos podados prestan grandes utilidades: acotan los caminos; disuaden el cruce de peatones en puntos inadecuados si van dispuestos en conjunto con vallas continuas, así como de vehículos y biclcos; impiden el estacionamiento sobre la superficie en cuestión e incluso al lado de ellos, e incluso pueden sustituir ventajosamente a los cierros "duros" de propiedades privadas.

Es preciso cuidar el efecto de los setos sobre la visibilidad en aquellos puntos donde se producen conflictos entre vehículos y entre vehículos y peatones.

El pasto sólo debe ser empleado cuando esté asegurado su mantenimiento, lo cual exige superficies amplias y accesibles, en franjas de ancho no inferior a dos metros y accesibles desde zonas no vehiculares. El pasto no crece bien bajo follajes espesos en grandes extensiones (pinos, nogales o castaños).

Para elegir las especies adecuadas conviene tener en cuenta las siguientes directrices generales:

- Precio de compra: se debe evitar las variedades de árboles y arbustos que destilen, penachudos, azules o rojos, todos los cuales son por lo general más caros y frágiles que las especies vernáculas.

- Costos de mantenimiento: colocación, poda, reemplazo, riego pueden incidir fuertemente sobre los presupuestos correspondientes.

- Clima: las heladas y sequías, las humedades excesivas o incluso las características de los vientos influyen en la elección de las especies más adecuadas.

- El suelo: según sea su composición, cada suelo admite u obliga a cierto tipo de elección. Por ejemplo, especies calcífugas, como las azaleas y los magnolios, exigen suelos con poco o nada de componentes calcáreos, lo cual puede requerir reemplazo de tierras y por lo tanto mayores gastos.

- Ubicación: según si la planta estará al sol, a la sombra, al viento o resguardada, la especie elegida puede variar.

- La presencia de sal: algunas especies no la resisten, ya sea que ella exista en el suelo o en el aire.

- La polución: existen especies más resistentes que otras a este problema, que afecta a todos los vegetales. En zonas altamente contaminadas, este factor adquiere especial importancia.

- El agua: la existencia de napas, la permeabilidad del suelo y su capacidad de retención de líquido influye fuertemente en las especies.

El diseño mismo de las áreas verdes debe considerar los siguientes aspectos:

- Los árboles jóvenes o singulares deben ser conservados en la medida de lo posible y evaluar su destrucción si es el caso.

- Los senderos peatonales en las zonas verdes deben ser trazados en función de los trayectos previsibles, para evitar las pasadas por áreas plantadas, con la consiguiente destrucción y generación de barro (al peatón le desagradan los ángulos rectos y los recorridos rectos demasiado largos).

- Las raíces de un árbol ocupan un volumen de tierra aproximadamente al de la masa vegetal, pero su forma es diferente según la especie. El álamo, por ejemplo, tiene raíces rastreras poco profundas, mientras que las del pino se hunden casi verticalmente. La tierra que la alberga no debe ser compacta, pero debe ser capaz de conservar la humedad.

- Los árboles grandes no deben estar plantados a menos de 3 metros de las fachadas y a 2 metros de la calzada y deben estar espaciadas lo suficiente (del orden de la mitad de su altura).

- Las canalizaciones enterradas (electricidad, alcantarillado, agua, gas, teléfonos) no deben encontrarse a menos de 1,5 m de un árbol, con el fin de no tronchar sus raíces importantes en el momento de abrir zanjas. Las fugas de gas asfixian a las plantas.

- Deben reservarse una superficie de tierra libre alrededor de los troncos de los árboles que son o vayan a ser grandes (al menos un metro alrededor de ellos si la especie es de gran tamaño y medio metro en otros casos). Este espacio puede ser recubierto con pasto u otras plantas para evitar aplastamiento del suelo.

- Si los árboles son muy grandes, no debe pensarse en ellos si la plataforma es inferior a 16 m, y si se hace, deberá hacerse a un solo lado.

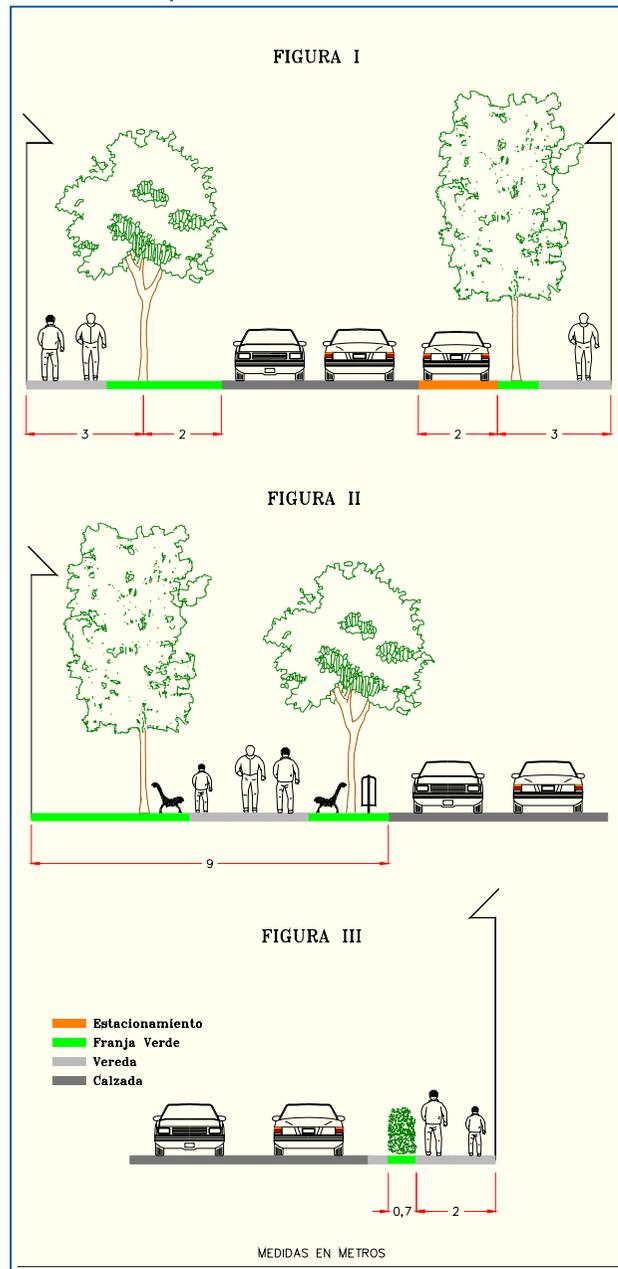
- En todos los casos, se deben pensar en los árboles desarrollados no en el estado en que se plantan.

- Los árboles jóvenes deben ser protegidos durante los primeros años, afirmados mediante estacas o incluso cubiertos por artificios metálicos.

- Se requieren 5 m de espacio transversal para que un árbol se desarrolle normalmente 9 m bastan para dos filas de ellos.

En la lámina 3.7-1 se muestran las dimensiones transversales deseables que rigen el emplazamiento de árboles y setos, con respecto a las líneas de edificación y/o bordes de calzadas, en veredas o veredas-paseo.

Lámina 3.7-1
Disposición de Plantaciones en Aceras



3.7.3 FRANJAS DE SERVICIO

3.7.3.01 ILUMINACIÓN

Los beneficios de la iluminación son variados, tanto para conductores como para peatones. Para estos últimos los beneficios más importantes provienen de la seguridad que ella implica frente a las posibilidades de accidentes y de la tranquilidad que se produce al poder ver los detalles del camino.

No es posible separar del todo los elementos de iluminación según sirvan a peatones o a vehículos, ya que por lo general sus funciones son mixtas. Sin embargo, se pueden distinguir sistemas lineales, propios de las calles y veredas, y sistemas discontinuos, propios de intersecciones, enlaces, plazas, etc.

En todos los casos, la calidad de dichos sistemas depende principalmente de dos factores: el **nivel de iluminación** y la **uniformidad de este nivel**. En el caso de las calles, a medida que la categoría de éstas asciende, empiezan a adquirir mayor relevancia otros factores, como son el grado de guía óptica que ofrece el sistema de luminarias al conductor y el grado de restricción de brillos y reflejos que se pueda conseguir mediante una distribución acertada de las fuentes de luz.

El nivel de iluminación en cada punto es el resultado de la composición de los efectos lumínicos que produce cada una de las fuentes emisoras que afectan a dicho punto.

La uniformidad de la iluminación depende de la altura de las luminarias, del intervalo entre ellas, del ancho de la calzada y del tipo y posición del farol mismo con respecto al poste.

a) Parámetros de Diseño

La altura de la luminaria, la distancia entre una y otra y su disposición en el espacio público es función de los siguientes factores:

- Tipo de foco usado, según requerimientos técnicos y estéticos.
- Presencia de arborización; tipo de follaje y porte del mismo.
- Presencia de mobiliario urbano y comportamiento de sus superficies ante la luz: reflexión, transparencia, creación de sombras.
- Características de la construcción: edificaciones y pavimentos.
- Intenciones en la conformación del paisaje urbano.

En general, la altura de las luminarias no debe ser inferior a 8 m., salvo cuando existe arborización o en ciertos barrios residenciales. Alturas de 8, 10 12 y hasta 15 metros son utilizadas con buenos resultados, siendo la tendencia utilizar dispositivos cada vez más eficientes y con mayor entrega de lúmenes, por lo menos en vías amplias donde los efectos sobre la propiedad circundante pueden ser controlados mediante la adecuada disposición de las Luminarias.

Las dimensiones de las luminarias deben tomarse como pautas indicativas que no deben asumirse literalmente, pues cada lugar

de la ciudad es un ámbito con características muy particulares, no compatible con soluciones estandarizadas.

b) Tipos y Dimensiones

- Poste o mástil central: se usa para nodos de alta concentración ciudadana (por ej: estadios) o intersecciones viales importantes (rotondas, puentes).

- Poste central doble: se localiza en los separadores centrales de vías. Distancia entre ellos: 30 - 33 m.

- Poste lateral: se localiza en el andén de una vía. Distancia entre ellos: 30 m.

- Luminaria unilateral o central: se usa en la iluminación de vías peatonales, plazas y parques. Por su reducido tamaño establece una relación directa con el entorno espacial del peatón. Distancia entre ellos: 7 m aproximadamente.

- Apliqué: el uso de este tipo de luminaria, adosada a las fachadas de las edificaciones es recomendable para vías estrechas en zonas históricas y comerciales, a fin de evitar la aparición de postes sobre veredas y permitir la fluidez en la circulación. Alturas y distancias variables.

- Lámpara suspendida central: se usa ante circunstancias similares a lo anterior.

- En machones o pilones: es recomendable como ornamentación sobre muros de cerramientos, evitando así la aparición de fachadas largas y oscuras. La luminaria en pilones se usa como definidor de espacios de circulación, para la iluminación de los mismos. Debido a su escasa altura no debe utilizarse como solución para iluminar lugares públicos amplios.

En general, el intervalo entre luminarias debe estar comprendido entre 1 y 2 veces la altura de las mismas, salvo en el caso de que éstas sean pequeñas.

c) Disposición e Iluminancia

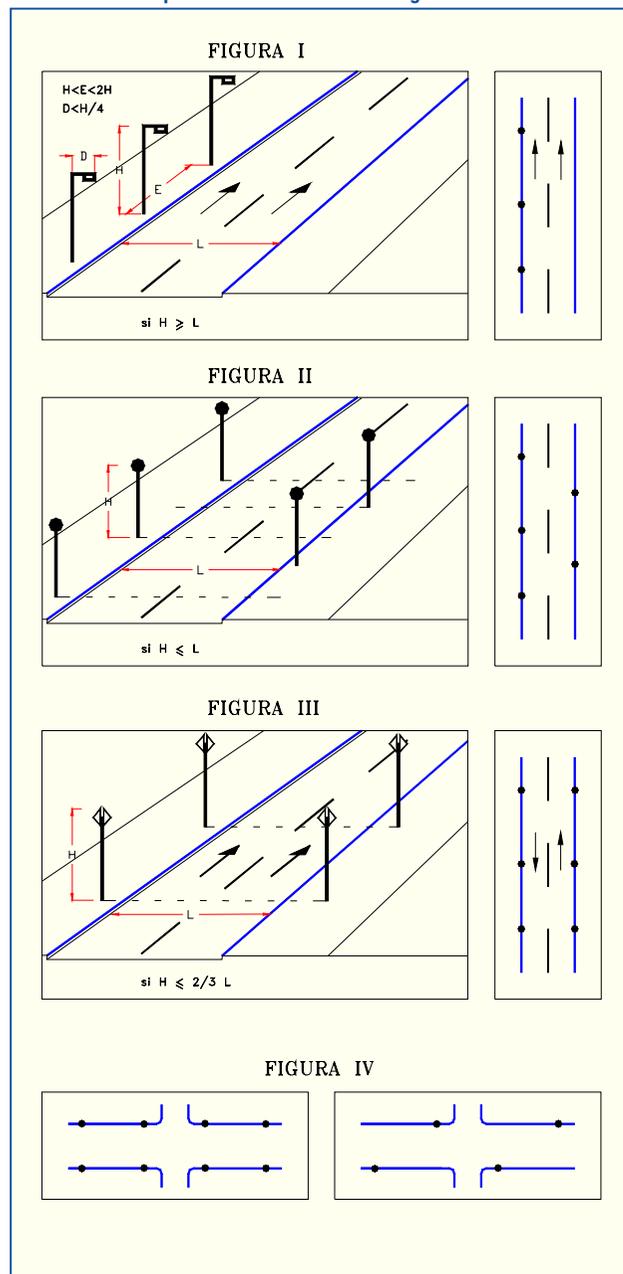
El ancho de la calzada impone conveniencias a la forma en que las fuentes deben disponerse (véase lámina 3.7-2).

El tipo de farol queda supeditado a factores estéticos, pero su posición con respecto al poste debe ser controlada teniendo en cuenta que un brazo demasiado largo ($> 1/4$ de la altura) afecta la visión de las soleras y los obstáculos de las veredas.

La banda continua mínima que es preciso considerar para la adecuada implantación de las luminarias no puede ser precisada de manera exacta. En cada caso, se debe estudiar el tipo de poste a emplear y su posición en relación a los demás elementos continuos.

En el caso de no existir ningún elemento condicionante, los postes deben colocarse de tal modo que el voladizo delantero de los vehículos no pueda golpearlos en una maniobra de giro ajustado, o sea, 0,5 m mínimo (no se contempla el caso de los buses).

Lámina 3.7-2
Disposición de Luminarias según Altura



Los postes en veredas no deben ser del tipo colapsable, puesto que este factor de seguridad es aplicable sólo a calles en las que no existe el peligro de que la caída del mismo se produzca sobre personas o propiedades adyacentes.

Por último, se hace hincapié que la iluminación juega un papel decisivo en la ambientación de una vereda y de un espacio peatonal en general. Los equipos deben ser elegidos de tal modo que armonicen con las características arquitectónicas del lugar a iluminar, debiéndose pensar incluso en configuraciones y modelos especiales si un espacio muy singular así lo exigiera (ver 2.1.2.16).

A título indicativo, en el cuadro 3.7-1, se dan valores promedios de iluminancia en veredas (zonas peatonales), distinguiéndose áreas comerciales, mixtas y residenciales, así como dos tipos de calidad de iluminación: el mínimo para una marcha segura y el mínimo llamado “de seguridad especial”, que es aquel nivel que permite identificar peatones a la distancia.

Las unidades relativas a iluminación utilizada en Chile corresponden a las del Sistema Internacional (SI) y aparecen definidas en la norma chilena NCh 1437, de 1979.

Cuadro 3.7-1
Recomendaciones para Iluminación Horizontal Promedio en Zonas Peonales

TIPO DE ÁREA	PROMEDIOS MÍNIMOS (LUX)	PROMEDIOS PARA SEGURIDAD ESPECIAL (LUX)	
		ALTURA DE LA LUZ	
		3 - 5 m.	5 - 10 m.
COMERCIALES	10	22	43
MIXTAS	6	11	22
RESIDENCIALES	2	4	9

FUENTE: ANSI / IES RP-8, 1979

3.7.3.02 MOBILIARIO Y SERVICIOS

Se incluye en esta denominación una serie de elementos, entre los cuales los más relevantes son: quioscos, cabinas telefónicas, refugios peatonales, bancos, basureros, buzones, grifos y paneles informativos.

El mobiliario generalmente ocupa espacios discontinuos. Sin embargo, cabe mencionar que algunos elementos de este tipo, tales como bancos y macetas, suelen disponerse en forma continua. Si esta es la idea, debe ajustarse la sección a las exigencias especiales que ellos imponen, aunque por lo general su ubicación quedará supeditada a la disponibilidad de espacio que resulte de la composición de los demás elementos.

En todo caso se debe verificar que la mínima distancia a la solera sea de 0,5 m. Si están ubicados aisladamente, una característica común es que ellos pueden ser dispuestos entre los espacios que dejan la mayoría de los elementos que ocupan bandas continuas, y una limitación general es que no se debe acumular elementos de diverso tipo en una zona peatonal, ya que ello produce una apariencia abigarrada en la que se diluyen los propósitos de cada uno de ellos.

Algo similar ocurre con la presencia de elementos publicitarios en forma sistemática (franjas destinadas a alguna forma de exhibición). Esto no es frecuente y en general no es recomendable si pueden distraer la atención de los conductores u obstaculizar la visión, especialmente en esquinas, por lo cual aquí sólo será mencionada como una alternativa que debe ser analizada como tal en el contexto mucho más amplio en que el problema se inserta.

3.7.3.03 SEÑALIZACIÓN

Se considera que la señalización requiere un espacio lateral mínimo de 0,5 m, lo cual hace que en la práctica, si no existe ningún otro requerimiento, los anchos mínimos de las bandas peatonales considerados en 3.6.2.01 a.ii., lleguen a 2,5 m en el caso normal y a 1,5 m en el reducido.

3.7.3.04 PARQUÍMETROS

Estos dispositivos también obligan a considerar una banda continua de 0,5 m. adicional a la franja para flujo peatonal.

3.7.4 FRANJAS PARA PROTECCIONES

Entenderemos por franjas para protecciones aquellas superficies en aceras y separadores destinadas a la disposición de elementos que protejan al peatón de los vehículos que circulan por la calzada. Entre los más usados y recomendados están las vallas peatonales (ver tópico 2.3.12), los topes vehiculares (ver tópico 2.1.11), los setos y jardineras.

Con excepción de los setos, estos elementos deben ubicarse a no menos de 0,3 m del borde de la calzada, siendo recomendable un mínimo de 0,5 m. De este modo, en caso de las vallas y topes habría que agregar una franja de esas dimensiones al ancho de la acera para no reducir los espacios dispuestos para otros fines.

Las jardineras requieren de anchos mayores, pues, a lo indicado anteriormente habría que agregarle 0,5 m como ancho mínimo de la misma.

En el caso de los setos, debe habilitarse un espacio que permita la mantención en forma segura para el personal a cargo, que no debe ser inferior a 0,75 m como mínimo recomendable y 0,5 m como mínimo absoluto. Esto hace que no sea muy recomendable su uso en franjas muy angostas, colindantes con calzadas. Más aún considerando que el espacio mínimo que puede ocupar un seto desarrollado es de 0,70 m (ver fig. III, lámina 3.7-1).

CAPÍTULO 4

DISPOSITIVOS VIAL URBANOS

SECCIÓN 4.1 ARCOS VIALES

4.1.1 ASPECTOS GENERALES

4.1.1.01 DEFINICIONES

Este manual reconoce en la plataforma vial tres grandes grupos de dispositivos: los arcos viales, las intersecciones y los intercambios (cuadro 1.3-1).

Los arcos viales se definen como aquellos tramos de dicha plataforma, entre dos intersecciones o intercambios sucesivos, en los que sus unidades constitutivas mantienen relativamente constantes sus anchos y no existen más posibilidades de cambios de dirección, para los flujos vehiculares que las usan, que las asociadas a las maniobras de acceso a la propiedad adyacente o a superficies destinadas a estacionamiento, y aquellas que se producen en las aberturas de medianas y bandejones, a las cuales se las incluye, como uniones (3.4), en los arcos que las contienen.

Por razones prácticas, en los arcos se distinguen los arcos viales, formados por el conjunto de pistas y separadores, que por lo general determinan la fisonomía de la plataforma vial, y los complejos peatonales que, habitualmente paralelos a los anteriores, complementan esta fisonomía: aceras, veredones y paseos, que son tratados separadamente en la sección 4.2 de este manual.

4.1.1.02 PROPÓSITOS DE LA PRESENTE SECCIÓN

Los propósitos de esta sección son tres: servir a la clasificación general graficada en el cuadro 1.2-1, demostrando la coherencia de la estructura de presentación de las materias que de ésta deriva; definir tres grupos de arcos, correspondientes a vías simples, compuestas y especiales, y agregar, desde este punto de vista, ejemplos de perfiles tipo a los mostrados en la sección 3.1.

4.1.2 VÍAS SIMPLES

Las vías simples son aquellas cuyos arcos atienden uno o dos sentidos de circulación mediante otras tantas calzadas. Dentro de estas vías se distinguen las de tránsito común y las que contienen pistas para buses.

4.1.2.01 TRÁNSITO COMÚN

Las vías simples para tránsito común están constituidas por arcos en cuyas calzadas no existen más que pistas comunes; o sea, no se contempla ninguna especialización para dichas unidades.

En la Lámina 4.1-1 se grafica, mediante sendos perfiles tipo, las tres familias de arcos simples que existen. La existencia, número y ancho de las unidades que las configuran (capítulo 3) dará lugar a una gran variedad de vías, modificando en cada caso la fisonomía del espacio público. Los anchos de las pistas normales se tabulan en el Cuadro 3.1-1.

4.1.2.02 CON PISTAS PARA BUSES (SOLOBÚS)

Son aquellas en las que las pistas dedicadas sólo a la circulación de buses son segregadas sólo mediante demarcación.

En la Lámina 4.1-2 aparecen tres ejemplos de este tipo de arco: en la figura I se tiene una calzada unidireccional con pista solobús por el lado izquierdo, composición poco frecuente que requiere tratamiento especial de paraderos o puertas por el lado izquierdo; la figura II muestra el mismo caso, pero con los buses circulando a contraflujo, lo que impide su invasión por parte del resto de los vehículos, y la figura III ejemplifica una vía bidireccional con pistas solobús por el exterior.

Esta última figura sirve para implicar dos casos adicionales: si se excluye la mediana, tenemos el caso de calzada única, bidireccional, con pistas solobús en ambos sentidos, y si se considera sólo un lado de la plataforma, se tiene el caso de una calzada unidireccional con pista solobús al lado derecho.

Al igual que en el caso de las vías de tránsito común la existencia, número y tamaño de las unidades que configuran estos arcos darán lugar a muchas otras vías. Los anchos de las pistas solobús son los mismos de las pistas exclusivas, tabulados en el Cuadro 3.1-3

4.1.3 VÍAS COMPUESTAS

Son aquellas que presentan dos o más calzadas, cada una de ellas especializada para distintos servicios, segregadas físicamente. Se consideran tales las vías donde la plataforma vial contiene calzadas laterales ("caleteras"), las que incluyen pistas exclusivas para buses y las que contienen ciclovías.

4.1.3.01 CON CALZADA LATERAL

La figura I de la Lámina 4.1-3 muestra el caso general de un arco compuesto, bidireccional, con calzadas laterales que pueden estar constituidas por pistas normales de una o más pistas, o calles-vereda.

La especialización, en este caso, no se refiere a los tipos de vehículo que usan estas calzadas, sino a aspectos operativos vinculados a las funciones desplazadoras o emplazadoras que unas y otras calzadas cumplen (1.2.3.01).

Los anchos de las pistas involucradas en este caso son los de las pistas comunes, tabulados en el Cuadro 3.1-1, y son aplicables a una y otra calzada, en función de sus velocidades de diseño.

4.1.3.02 CON VÍAS EXCLUSIVAS PARA BUSES

Son aquellas que incluyen arcos con una o más pistas segregadas y exclusivas para la circulación de vehículos de locomoción colectiva.

La figura II de la Lámina 4.1-3 muestra una familia de arcos en las que se tiene una calzada unidireccional compuesta por pistas normales y otra a su izquierda con pista(s) exclusivas para buses, con igual sentido de circulación que los demás vehículos.

Los paraderos asociados a estas pistas exclusivas se generan mediante ensanches del separador, en el caso habitual de buses con puertas al lado derecho, o en la acera izquierda si los buses tienen puertas al lado izquierdo.

El número de pistas de cada calzada y sus anchos dan lugar a las variaciones dentro de esta familia.

La figura III de la Lámina 4.1-3 muestra una familia de arcos con pistas para tránsito común situadas al centro y separadas por mediana, y pista(s) exclusiva(s) para buses por el exterior. Los paraderos se sitúan en las aceras en el caso normal o en ensanches del bandejón si los buses tienen puertas por el lado izquierdo. El número de pistas de cada calzada y sus anchos dan lugar a las variaciones dentro de esta familia.

En la figura I de la Lámina 4.1-4 se presenta el caso general de pista(s) centrales para circulación exclusiva de buses que circulan en el mismo sentido de los demás vehículos, haciéndolo éstos por pistas exteriores. Los paraderos se sitúan en ensanches del bandejón si los buses tienen puertas por el lado derecho y en la mediana en el caso contrario. El número de pistas de cada calzada y sus anchos dan lugar a las variaciones dentro de esta familia.

En la figura II (a y b) de la Lámina 4.1-4 se muestra el caso general de un arco de similares características transversales que la anterior, en el cual los buses que circulan por la(s) pista(s) centrales lo hacen a contraflujo. Normalmente los paraderos se sitúan en la mediana. El número de pistas de cada calzada y sus anchos dan lugar a las variaciones dentro de esta familia.

En la figura III de la Lámina 4.1-4 se muestra el caso especial de una familia de arcos donde las pista(s) central(es) para buses sólo permiten la cabida de una pista normal exterior para acceso a la propiedad. El número de pistas de la vía exclusiva y los anchos de las distintas pistas dan lugar a las variaciones dentro de esta familia.

Los anchos de las pistas exclusivas para buses se tabula en el Cuadro 3.1-3.

Lámina 4.1-1
Perfiles Tipo: Arcos para Tránsito Común

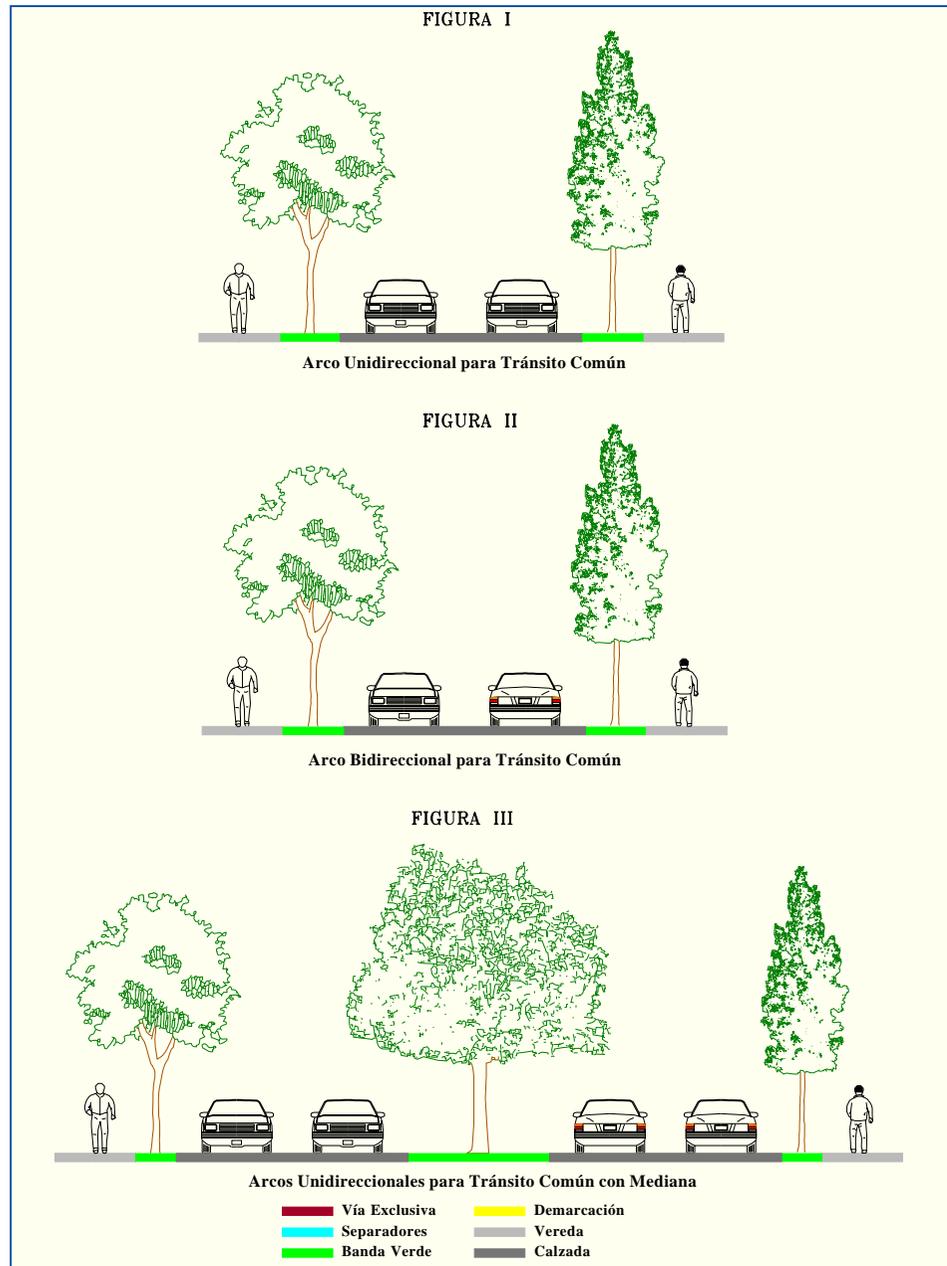


Lámina 4.1-2
Perfiles Tipo: Arcos con Pistas Solobús

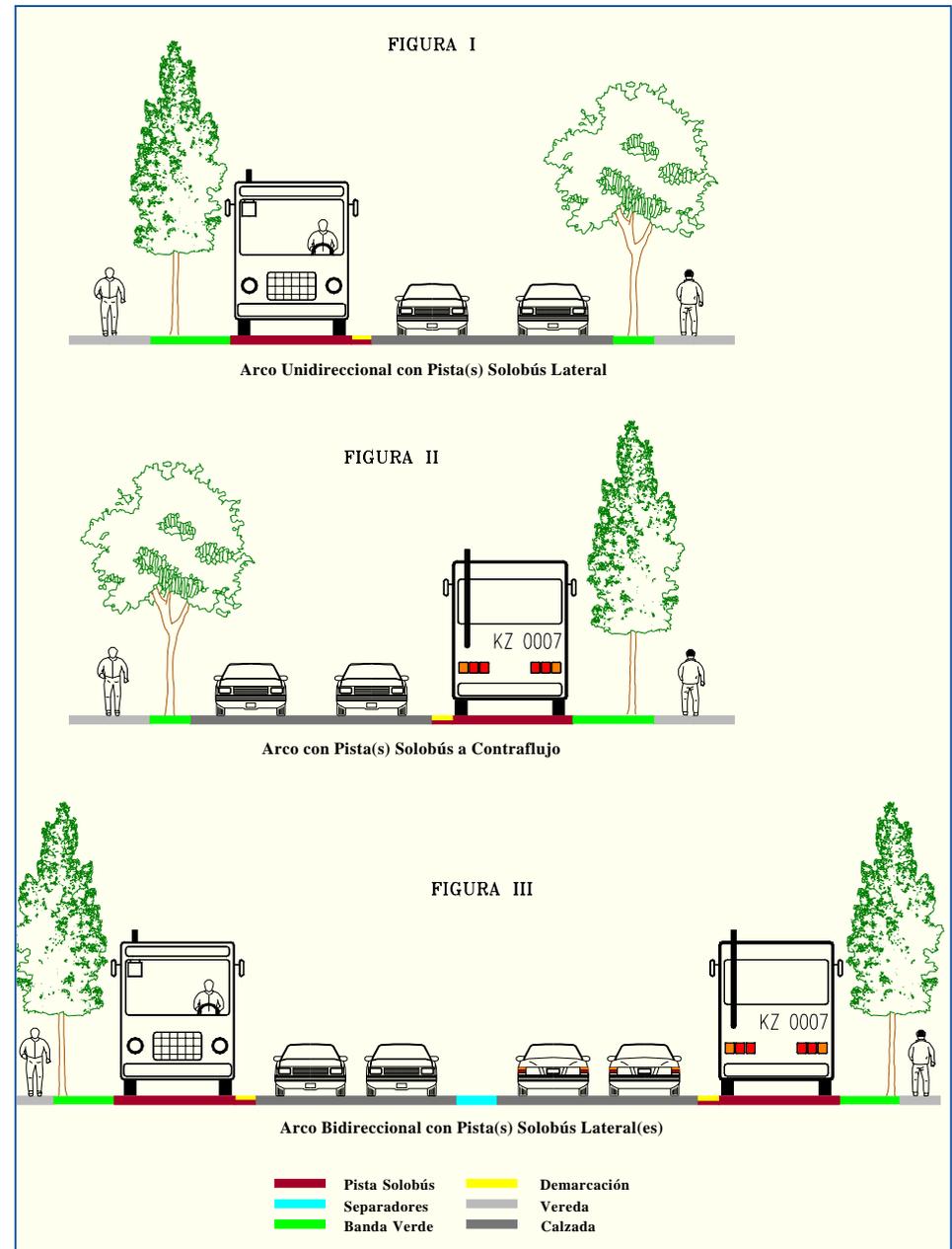


Lámina 4.1-3
Perfiles Tipo: Arco con Calle Lateral y Arcos con Vías Exclusivas para Buses

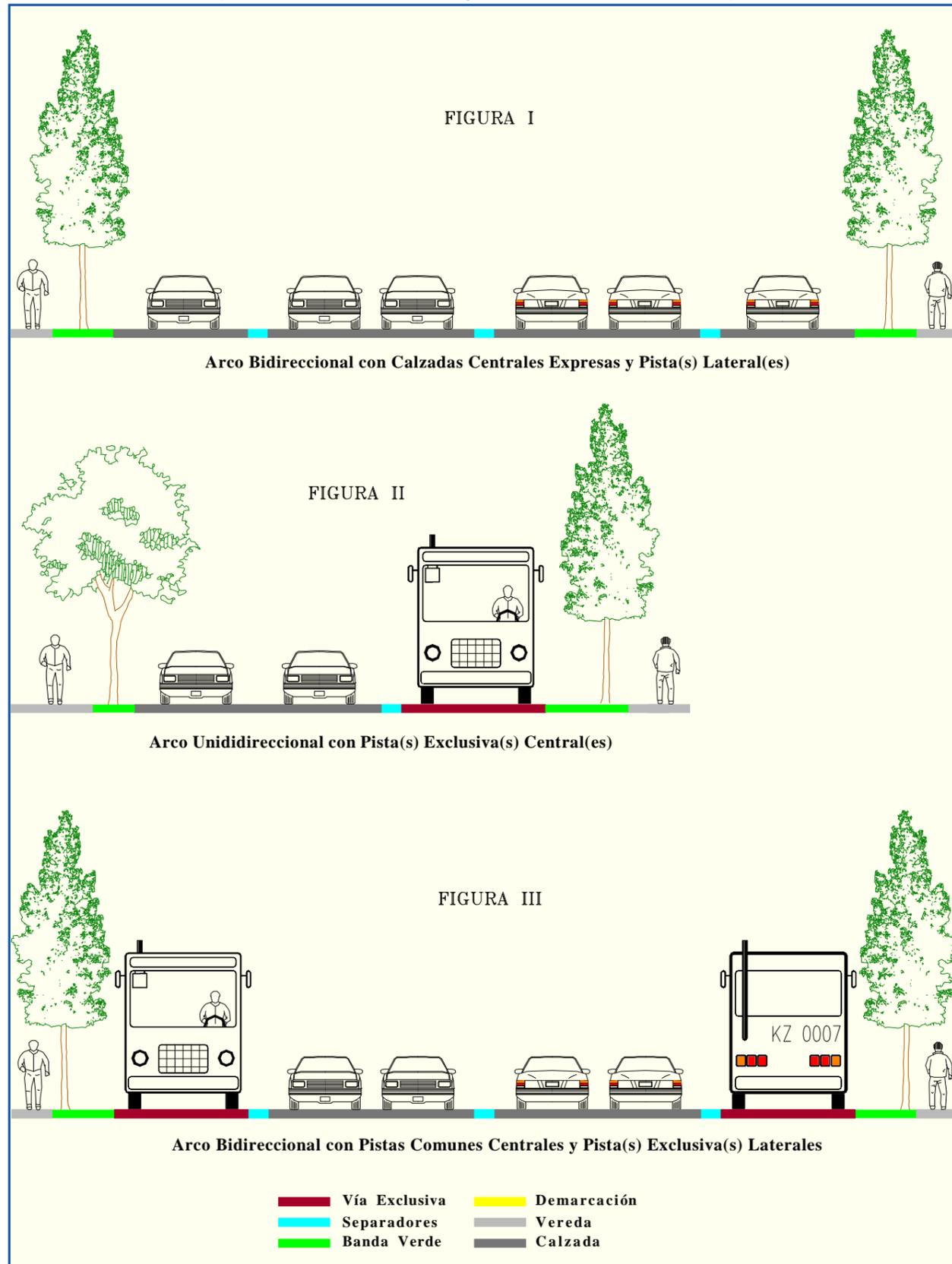
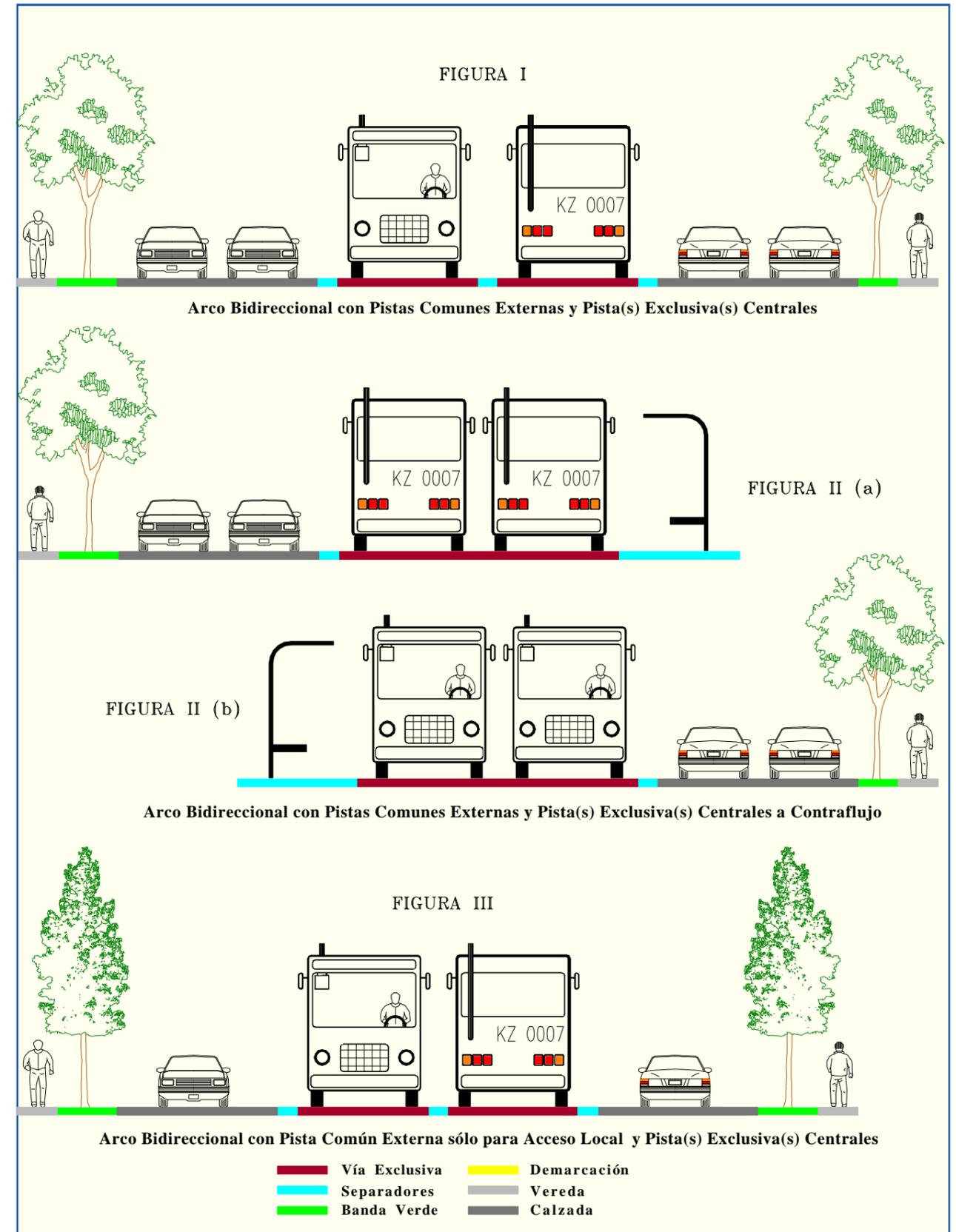


Lámina 4.1-4
Perfiles Tipo: Arcos con Vías Exclusivas para Buses



4.1.3.03 CON CICLOVÍAS

a) Definiciones y Generalidades

Las ciclistas son ciclovías en las cuales las pistas para bicicletas están segregadas del resto de las demás pistas de circulación, sean éstas normales o exclusivas para buses, y también de las bandas peatonales, mediante separadores o mediante bandas verdes en el caso de estar dichas pistas en la acera.

Las ciclobandas son pistas para bicicletas que están separadas de las unidades adyacentes para circulación vehicular o peatonal sólo mediante demarcación.

Las ciclistas y las ciclobandas pueden ser unidireccionales o bidireccionales. Los anchos de sus pistas se tabulan en 3.1-5.

Debe preferirse el esquema de una ciclovía bidireccional a cada lado de la plataforma vial o una a cada lado si esta plataforma es muy ancha, a ciclovías unidireccionales a ambos lados, puesto que estas últimas tienden a ser usadas en ambos sentidos.

Los arcos que contienen ciclovías pueden ser compuestos de muchísimas maneras, por lo que en los literales que siguen se mostrarán familias de casos de ciclistas y ciclobandas unidireccionales y bidireccionales, reiterándose en cada caso la manera en que se derivan otras composiciones pertenecientes a cada familia.

Las variables principales que determinan los casos particulares al interior de cada caso general son la cantidad de vías y pistas de la plataforma vial; su posición transversal dentro de la sección de dicha plataforma, y su posición vertical, ya que una ciclovía puede disponerse a la altura de la calzada o de la acera.

Otras variables secundarias que multiplican la variedad posible de arcos con ciclovías son los tipos de separadores (bandejón o solerón) que las segregan; los elementos que confinan sus superficies dentro de la acera (solerilla, tabla, baldosas, etc.), y las características de sus firmes en relación a la geometría, ya que éstos pueden ser contruados por completo según sección tipo calculada para asentarse sobre terreno natural, o aprovechando total o parcialmente firmes existentes.

b) Ciclistas Unidireccionales

En la Lámina 4.1-5 aparecen cuatro perfiles tipo para arcos con ciclistas unidireccionales. En la figura I de dicha lámina se muestra el caso general cuando tales ciclistas se diseñan una a cada lado de una calzada, que en este caso es única.

Esta imagen corresponde a una familia de ciclistas a la que pertenecen muchos otros casos, dependiendo de la composición de la o las calzadas vehiculares, sean éstas sólo para tránsito común o que tengan vías exclusivas; del tipo de separadores; del número de pistas de la ciclovía; de su altimetría en relación a la calzada y a las aceras, y de

su posición relativa dentro de estas últimas, esto sin olvidar que para ser ciclistas deben estar separadas de la vereda por una banda verde.

En la figura II de la Lámina 4.1-5 se muestra el caso general para ciclistas unidireccionales -en este caso un par- en la mediana. Las variaciones dentro de esta familia resultan de consideraciones similares a las hechas para el caso anterior.

En la figura III de la Lámina 4.1-5 se muestra el caso general para ciclistas unidireccionales -en este caso un par- situadas en la acera, en este caso dispuestas a cada lado de una banda verde arborizada. Las variaciones dentro de esta familia resultan de consideraciones similares a las hechas para los casos anteriores, excluyendo aquellos que resultan de eliminar uno de los sentidos -y por lo tanto una de las ciclistas-, casos que pertenecen a la primera familia.

Por último, en la figura IV de la Lámina 4.1-5 se muestra el caso general para ciclistas unidireccionales situadas una en la acera y otra en la mediana. Las variaciones dentro de esta familia resultan de consideraciones similares a las hechas para los casos anteriores, excluyendo los casos especiales que resultan de eliminar uno de los sentidos -y por lo tanto una de las ciclistas-, los cuales pertenecen a alguna de las familias anteriores.

c) Ciclistas Bidireccionales

En la Lámina 4.1-6 se muestran, mediante sendos perfiles tipo, tres familias de arcos con ciclistas bidireccionales.

En la figura I de dicha lámina se aprecia una ciclista bidireccional situada a un lado de una calzada, en este caso única, y segregada de ésta mediante separador. Las variaciones dentro de esta familia dependen del lado de la plataforma que la ciclovía se encuentre, de la composición de las calzadas para vehículos motorizados y de las variables secundarias mencionadas en el el literal **a** anterior.

En la figura II se muestra un perfil tipo que contiene sendas ciclistas bidireccionales a cada lado de un par de calzadas separadas. Como se dijo, este esquema se justifica si las calzadas para vehículos motorizados son numerosas o muy anchas. Las variaciones dentro de esta familia dependen de la composición de las calzadas para vehículos motorizados y de las variables secundarias mencionadas en el el literal **a** anterior.

En la figura III de esa lámina se muestra una ciclista bidireccional situada en el centro de una mediana. Las variaciones dentro de esta familia dependen de la posición de la ciclovía al interior de este separador y de las variables secundarias mencionadas en el literal **a** anterior.

d) Ciclobandas Unidireccionales

En la Lámina 4.1-7 aparecen cuatro perfiles tipo que representan a otras tantas familias de arcos con ciclobandas unidireccionales.

La figura I muestra un arco con sendas ciclobandas a cada lado de una calzada, en este caso única. Las variaciones dentro de esta familia dependen de la composición de las calzadas para vehículos motorizados y de las variables secundarias mencionadas en el el literal **a** anterior.

En la figura II se muestra un par de ciclobandas unidireccionales en par, dentro de la mediana. Las variaciones dentro de esta familia dependen de la composición de las calzadas para vehículos motorizados y de las variables secundarias mencionadas en el el literal **a** anterior.

En la figura III se aprecia una familia de arcos con ciclobandas unidireccionales similar a la de la figura I, sólo que en este caso las ciclovías son adyacentes a las veredas. Las variaciones dentro de esta familia dependen de la composición de las calzadas para vehículos motorizados y de las variables secundarias mencionadas en el el literal **a** anterior.

En la figura IV se representa la familia de arcos con ciclobandas unidireccionales en par, dentro de una acera y separadas por una banda verde, en este caso arborizada. Las variaciones dentro de esta familia dependen de la composición de las calzadas para vehículos motorizados y de las variables secundarias mencionadas en el el literal **a** anterior.

e) Ciclobandas Bidireccionales

En la Lámina 4.1-8 aparecen tres perfiles tipo que representan a otras tantas familias de arcos con ciclobandas bidireccionales.

La figura I muestra un arco con una ciclobanda bidireccional a un lado de la plataforma, adyacente a la calzada, en este caso única. Las variaciones dentro de esta familia dependen de la composición de las calzadas para vehículos motorizados y de las variables secundarias mencionadas en el el literal **a** anterior.

En la figura II se muestra una ciclobanda bidireccional dentro de la acera y adyacente a la banda peatonal. Las variaciones dentro de esta familia dependen de la composición de las calzadas para vehículos motorizados y de las variables secundarias mencionadas en el el literal **a** anterior.

Lámina 4.1-5
Perfiles Tipo: Ciclistas Unidireccionales

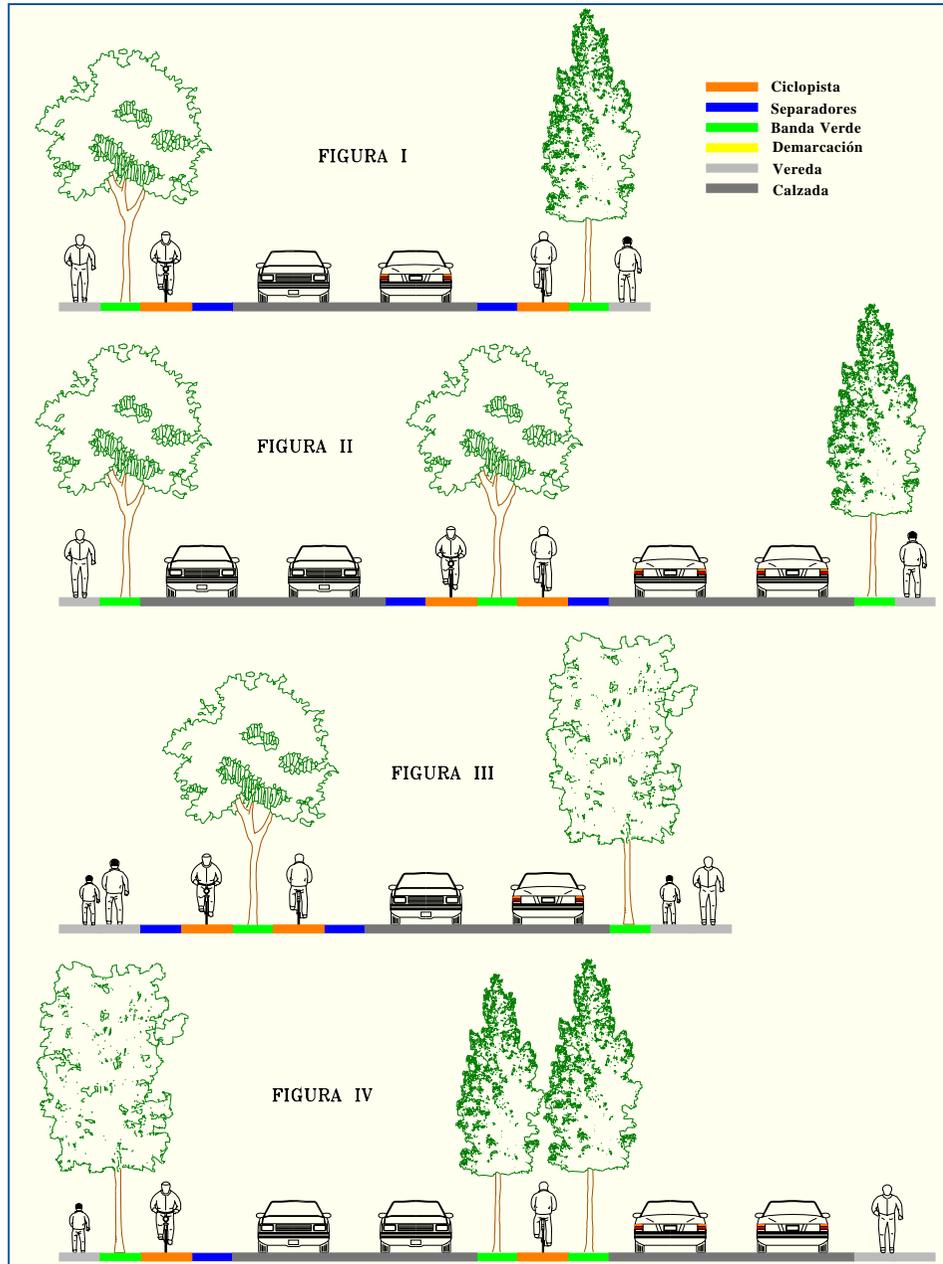


Lámina 4.1-6
Perfiles Tipo: Ciclistas Bidireccionales

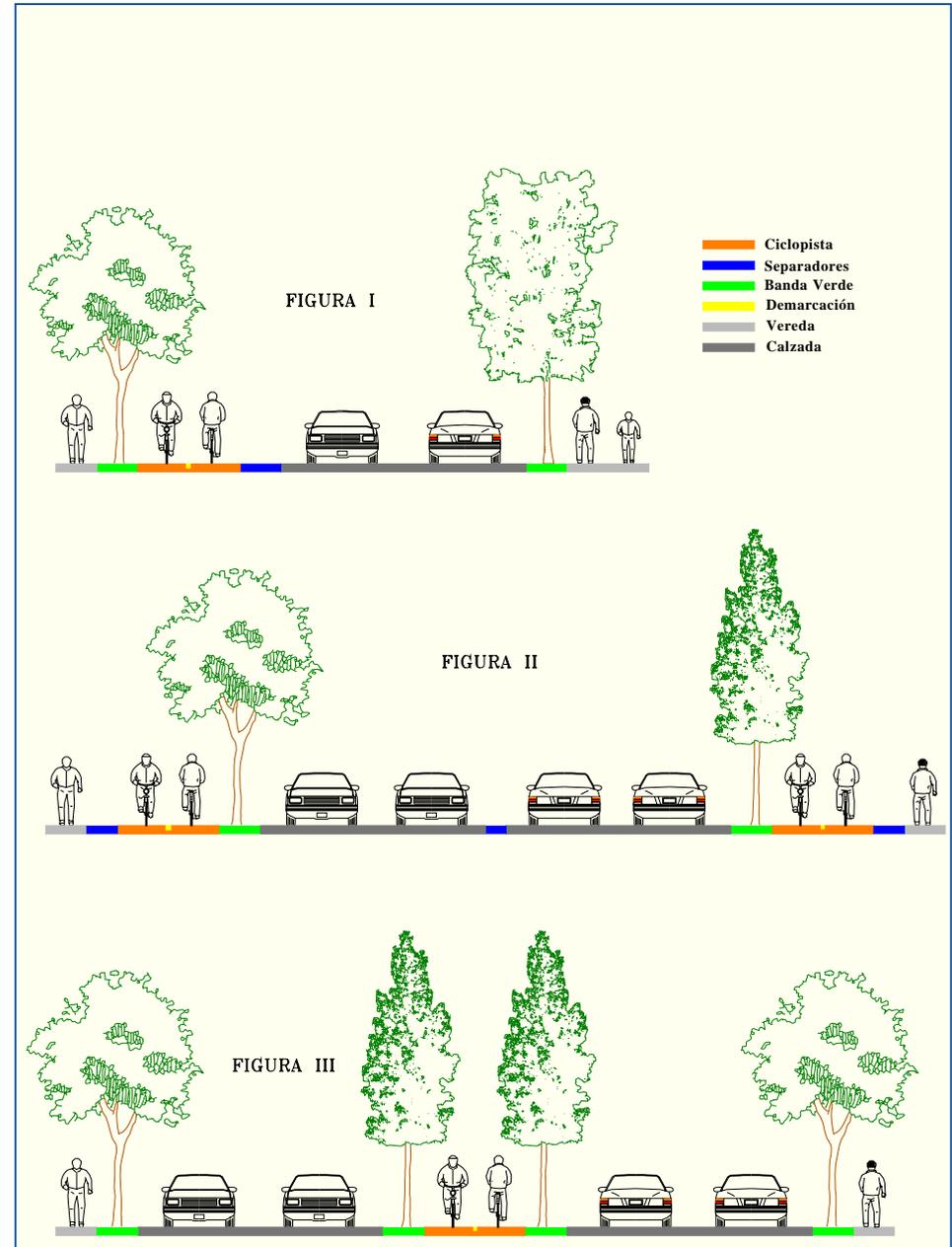


Lámina 4.1-7
Perfiles Tipo: Ciclobandas Unidireccionales

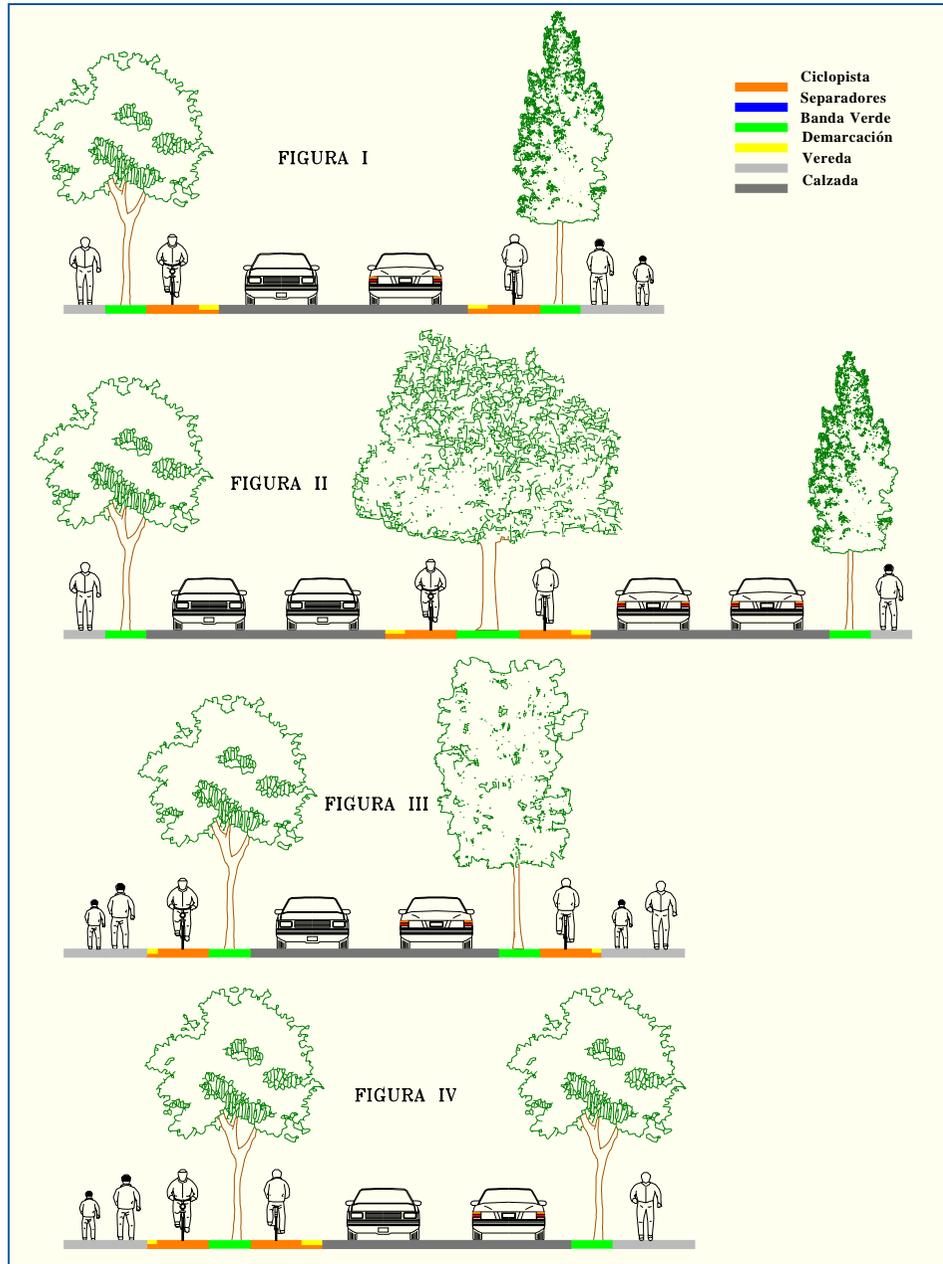
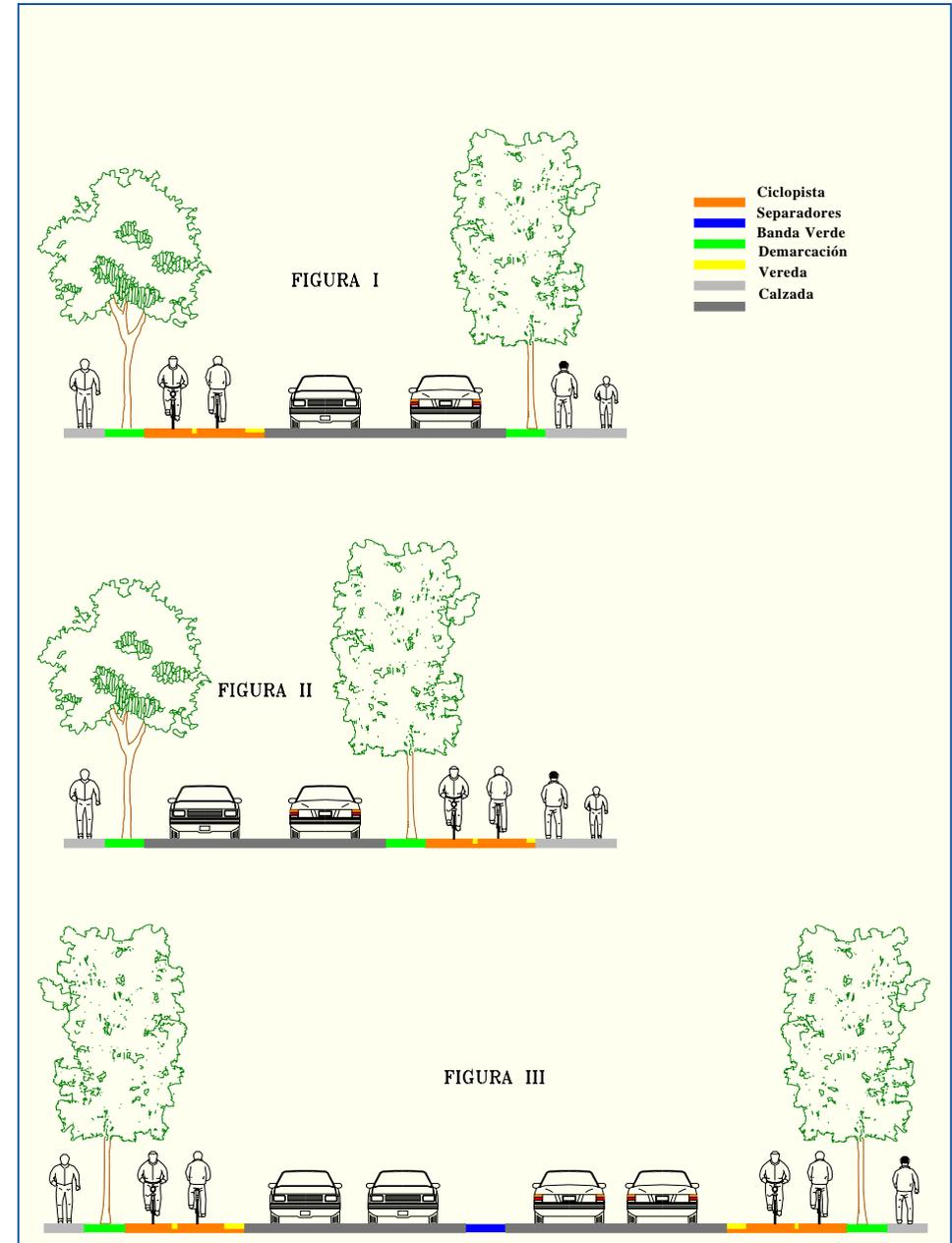


Lámina 4.1-8
Perfiles Tipo: Ciclobandas Bidireccionales



4.1.4 VÍAS ESPECIALES

4.1.4.01 CALLES-VEREDA

a) Aspectos Generales

Las calles-vereda constituyen una particularidad de las vías peatonales y son dispositivos que permiten al peatón utilizar toda la sección de la calle, sin impedir totalmente el flujo vehicular, pero limitándolo drásticamente a partir de la imposición de una velocidad compatible con la seguridad de los transeúntes.

Esta velocidad debe ser, en el caso de calles-vereda comerciales con flujos importantes de peatones, aproximadamente la misma de éstos, pudiendo aumentar en aquellas otras que tengan características residenciales y en los pasajes, pero sin superar los 15 Km/h.

Una de las características es la amplitud de su sección tipo. Sin embargo, esto no debe significar la posibilidad de velocidades que contradigan su espíritu. Para ello, estas vías deben presentar recorridos sinuosos entre espacios discontinuos inaccesibles para los vehículos (plantaciones, estacionamiento, mobiliario, etc.), y/u obstáculos en el perfil longitudinal (lomos) que resulten insalvables a velocidades superiores a las deseadas.

La existencia de un pavimento diferenciado para unos y otros usuarios contempla un ambiente en el cual el vehículo aparece como un intruso que debe someterse al arbitrio peatonal.

Estos esquemas son aplicables principalmente a pequeños recorridos comerciales, cuando existen alternativas razonables para los flujos que operarían con un trazado convencional y que resultan deprimidos por el nuevo, y muy especialmente a calles residenciales, en las cuales el servicio no se ve tan deteriorado, ya que la demanda es escasa y suele tener alternativas fáciles.

En el primer caso, los beneficios son de la misma índole que los obtenidos con el diseño de calles peatonales (4.1.4.02.), o sea, ambientales y con una fuerte componente económica, traducida en el alza del valor de la propiedad. En el segundo caso, los beneficios se producen principalmente en lo ambiental, derivado del agrado de un mejor diseño, tanto del punto de vista estético como social.

Estos beneficios pueden ser considerados y/o demostrados superiores a los costos de transformación más el alza del costo de operación de los vehículos perjudicados.

En 4.2-5 se hace referencia al caso de las calles adyacentes a una plaza, que puede ser un buen ejemplo de una situación del tipo comercial. Se puede agregar, en relación al caso residencial, que la seguridad brindada por estos diseños a los niños que juegan o que desearán jugar en la calle, y el valor implícito en la creación de un lugar grato más allá del interior de una propiedad, muchas veces inhóspito, bastarían para al menos contemplar este tipo de diseño en sectores

netamente habitacionales, sobretodo si sus vialidades son objeto de proyecto.

Para el diseño de estos dispositivos es válido lo dicho para calles peatonales en lo relativo al cálculo de bandas continuas para peatones. Sin embargo, hay que hacer consideraciones especiales derivadas de la existencia de flujos vehiculares no exclusivamente de emergencia, los cuales requieren anchos mínimos para las maniobras autorizadas: avanzar y eventualmente cruzarse a velocidades inferiores a 10 km/h ó 15 km/h, girar en distintos ángulos para entrar a recintos para descargar, y estacionar. Además hay que considerar posibles detenciones accidentales en un punto de dicha banda continua: debe quedar, ya sea en ella misma o en otros puntos de la misma sección, una huelga mínima para servir, al menos, al tránsito peatonal (2 m. o más, según los volúmenes involucrados, que también pueden ser utilizados por los demás vehículos).

Por último si la calle-vereda no tiene salida, es preciso contemplar las maniobras de giro en "U".

En los párrafos siguientes se dan algunas indicaciones concretas para el diseño de las franjas continuas de calles vereda, que incidirán en el de los espacios discontinuos según el criterio paisajístico utilizado.

b) Recomendaciones para el Diseño

- Los límites de la calle-vereda deben ser fácilmente distinguibles y la apariencia general de las mismas debe contrastar notoriamente con la vialidad que accede a ella.
- No se debe diferenciar las superficies de uso peatonal y vehicular.
- En el caso de calles vereda residenciales, se debe preferir los trazados sin salida, y en las comerciales los de un solo sentido.
- Los espacios para estacionamientos deben quedar claramente demarcados y no obstruir los flujos.
- Debe estudiarse el espacio entre las superficies para flujos y cualquier área adyacente (accesos a casas, garages, estacionamientos, etc.) considerando el aspecto visibilidad entre peatones y vehículos.
- Donde se prevea la existencia de niños (calles residenciales) se debe extremar las medidas conducentes a la limitación de los flujos y velocidades.
- La iluminación debe ser suficiente como para ver los obstáculos existentes, especialmente los eventuales lomos, y para que los peatones se distingan entre sí.
- Debe evitarse estos diseños en lugares en los que se prevea un gran flujo de ancianos, ciegos y minusválidos en general.

c) Vehículos a Considerar en el Diseño de Calles-Vereda

Si en la composición de los flujos de una calle se espera la presencia obligada de vehículos tipo bus interurbano o camión semiremolque, difícilmente será aplicable un diseño de esta naturaleza.

En realidad, el vehículo más grande que debe razonablemente considerarse para los efectos del proyecto es un camión de mudanzas, no tipificado en las normas chilenas. La experiencia inglesa ha sido recogida en este terreno y en la lámina 4.1-9 se presenta un camión de mudanzas tipo y un vehículo particular, con las características de sus operaciones de giro en ángulo recto.

Para los fines de diseño de pavimentos, se puede asignar a este camión las cargas por eje máximas consultadas en el Manual de Carreteras del MOP, que en este caso corresponden a 11 y 7 toneladas en el eje trasero (simple de 4 ruedas) y en el eje delantero (simple de 2 ruedas) respectivamente (110 kN y 70 kN en unidades S.I.).

d) Maniobras del Vehículo Tipo Máximo para Calles-Vereda

En las láminas 4.1-10, 11, 12, 13, 14 y 15, se presenta, a escala 1:200, la geometría de las maniobras más frecuentes y posibles de un camión de este tipo. Todas las dimensiones de las mismas son las mínimas para completar dichas maniobras, por lo que se debe añadir las huelgas que se estimen necesarias según el tipo de obstáculos que las acoten (Cuadro 4.1-2).

En el Cuadro 4.1-1 se dan los valores máximos de los anchos ocupados por un vehículo de mudanzas tipo, en función del radio de curvatura que describe su rueda delantera exterior, con y sin considerar el voladizo delantero.

Cuadro 4.1-1
Anchos Ocupados por Vehículos de Mudanza Cuando Giran
(Sobreanchos en Curva)

RADIO DE GIRO RUEDA DELANTERA EXTERIOR (m)	15	30	45	60	75-100	400
ANCHO ENTRE RUEDAS (m)	3,44	2,96	2,80	2,73	2,68	2,53
ANCHO CON VOLADIZO (m)	3,89	3,19	2,95	2,84	2,77	2,54

FUENTE: Design Bulletin N° 32. Dept. of the Environment; Dept. of Transport; Feb. 1980.

Lámina 4.1-9
Vehículos Tipo para Calles-Vereda

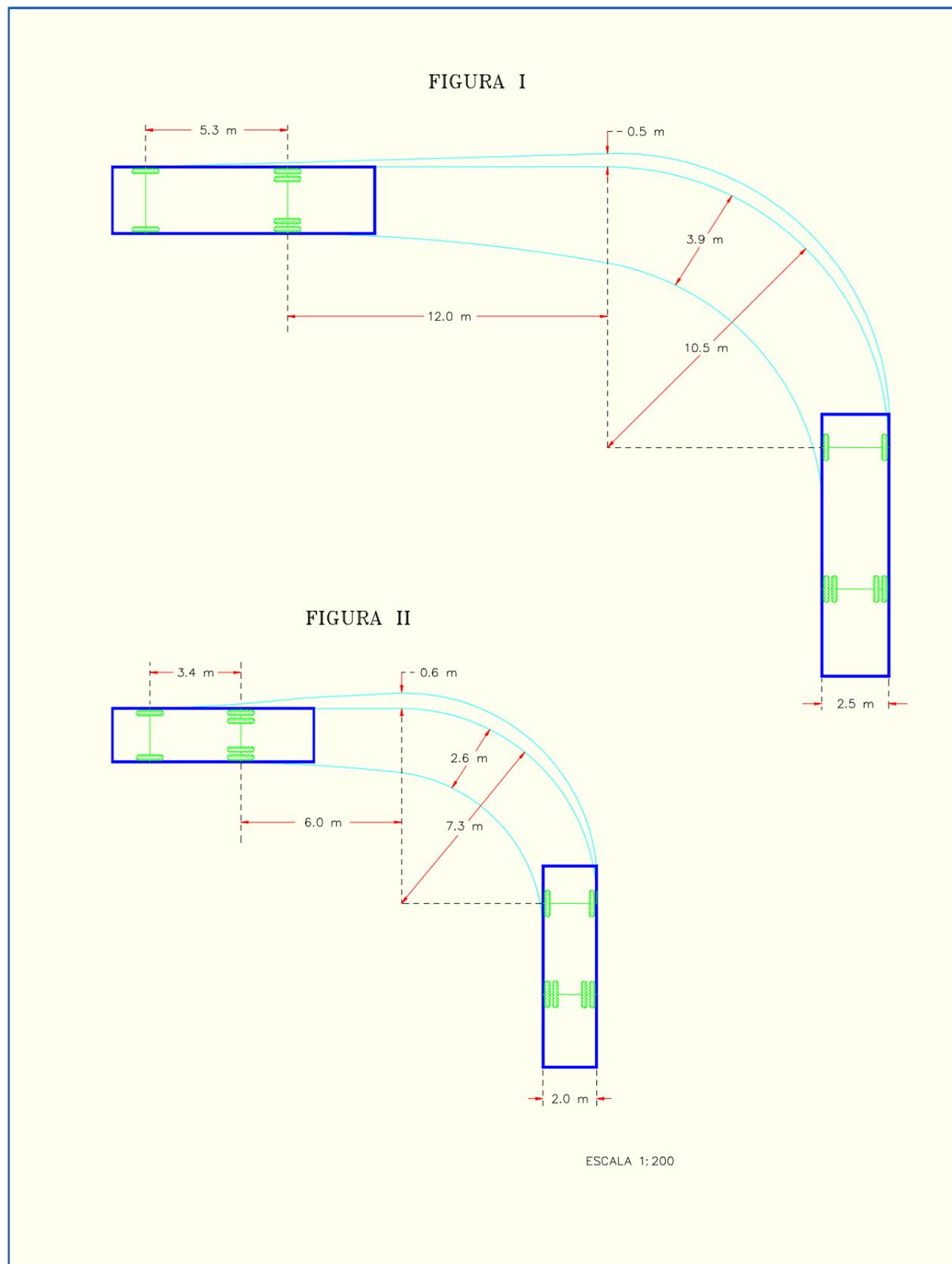


Lámina 4.1-10
Giro en "U"; Camión de Mudanza; 360°

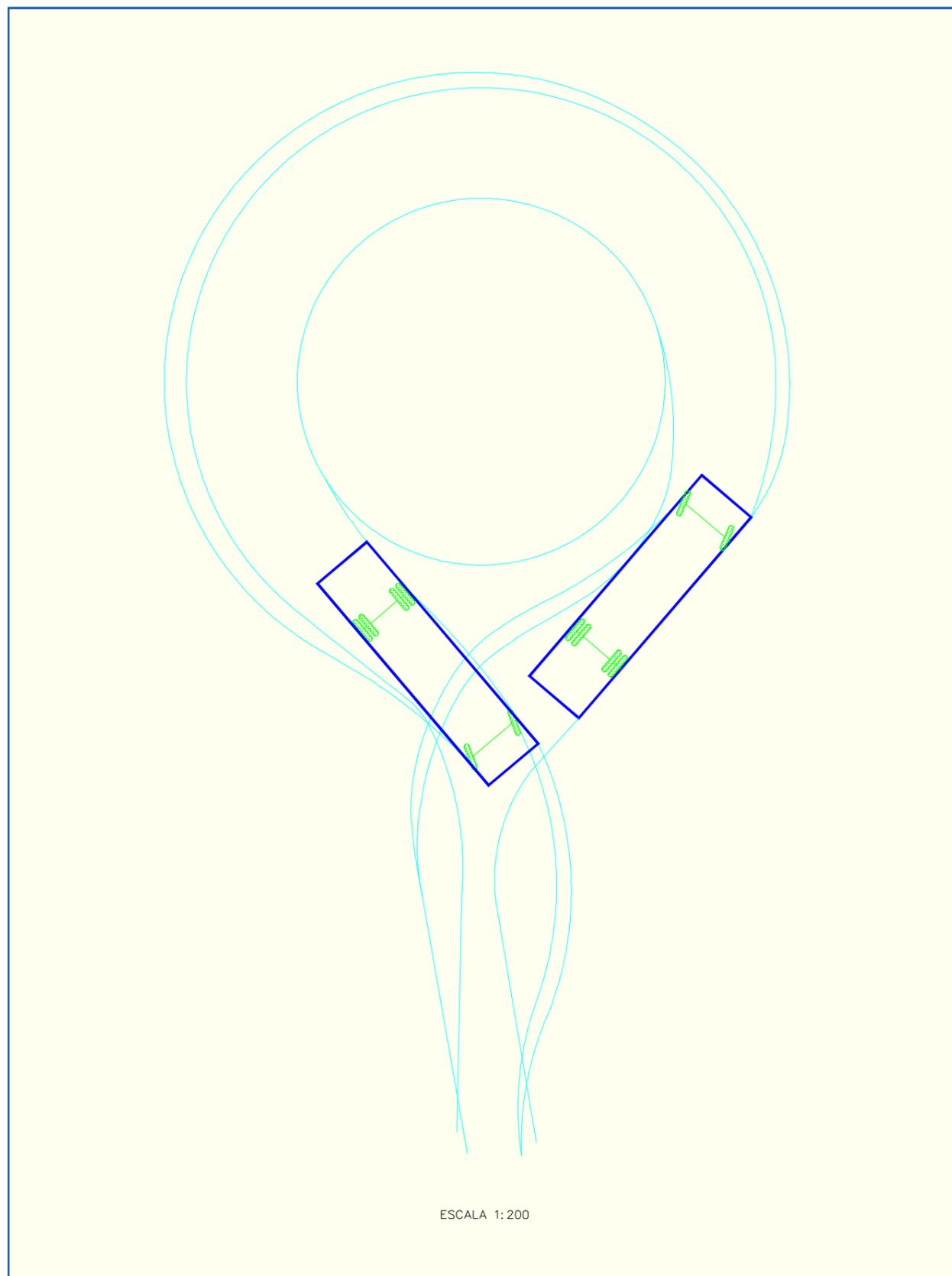


Lámina 4.1-11
Giro en "U"; Camión de Mudanza

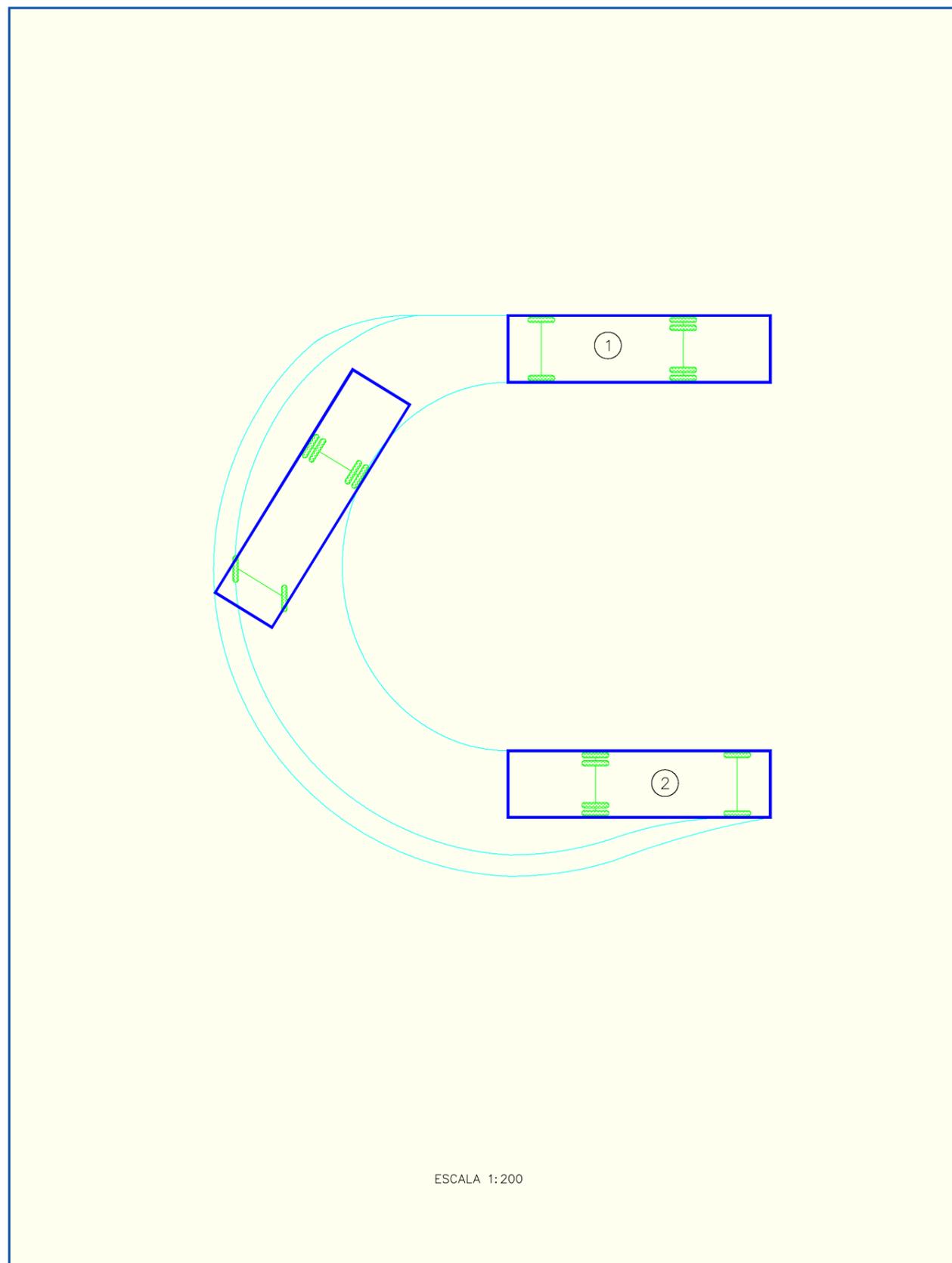


Lámina 4.1-12
Giro en "U"; Camión de Mudanza; en "T"

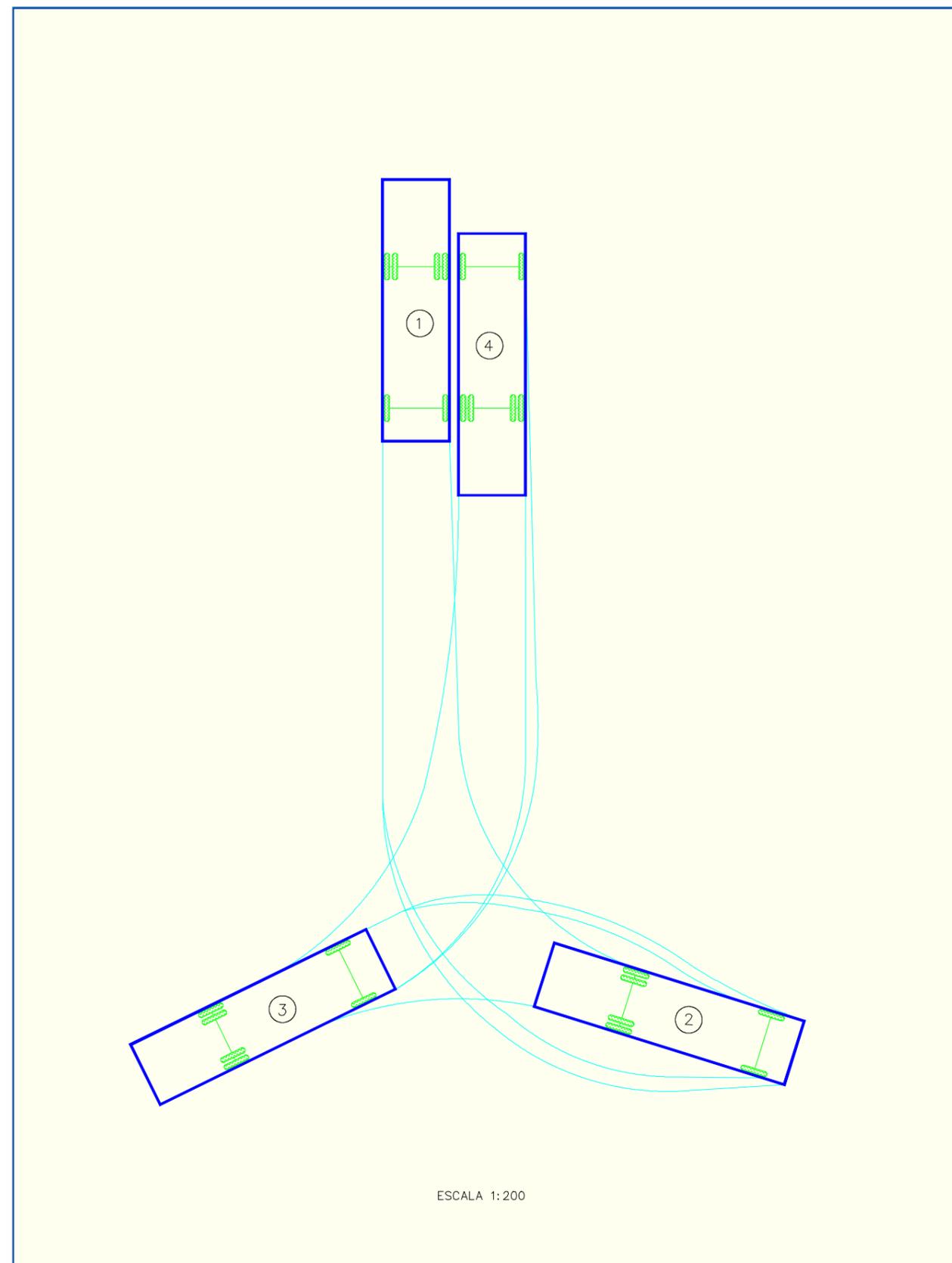


Lámina 4.1-13
Giro en "U"; Camión de Mudanza; en "Y"

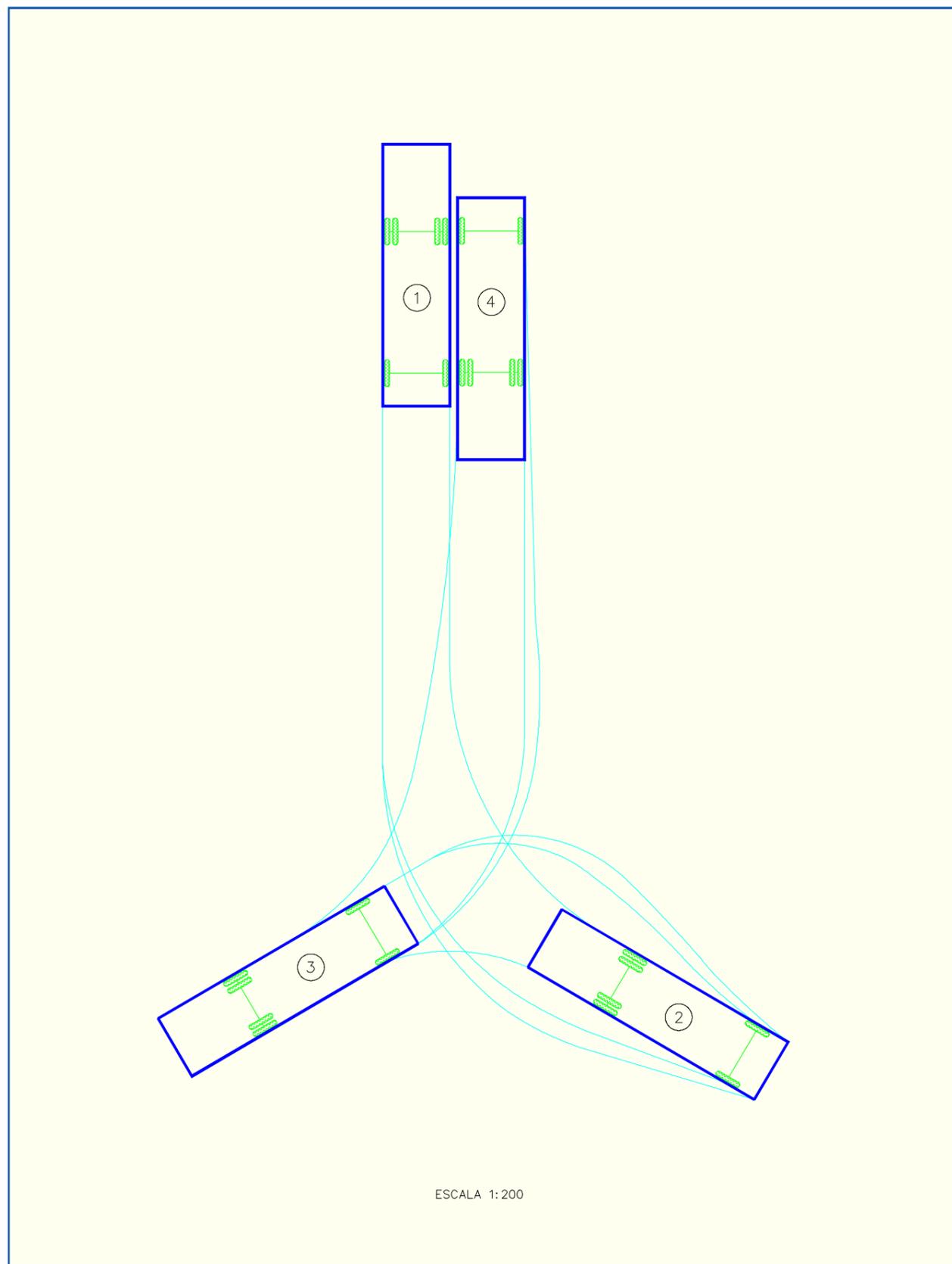


Lámina 4.1-14
Giro en "U"; Camión de Mudanza; Delante-Izquierda

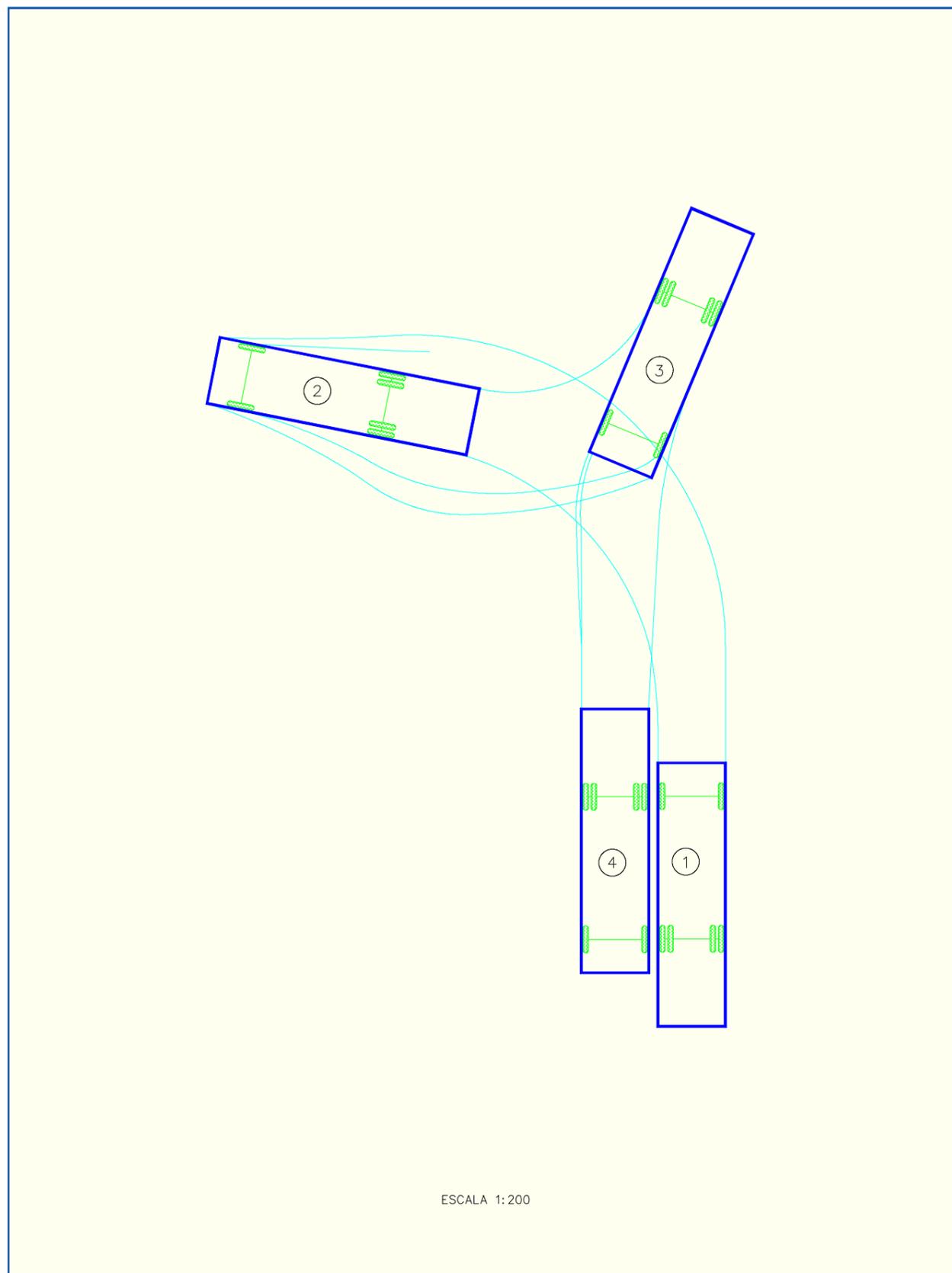
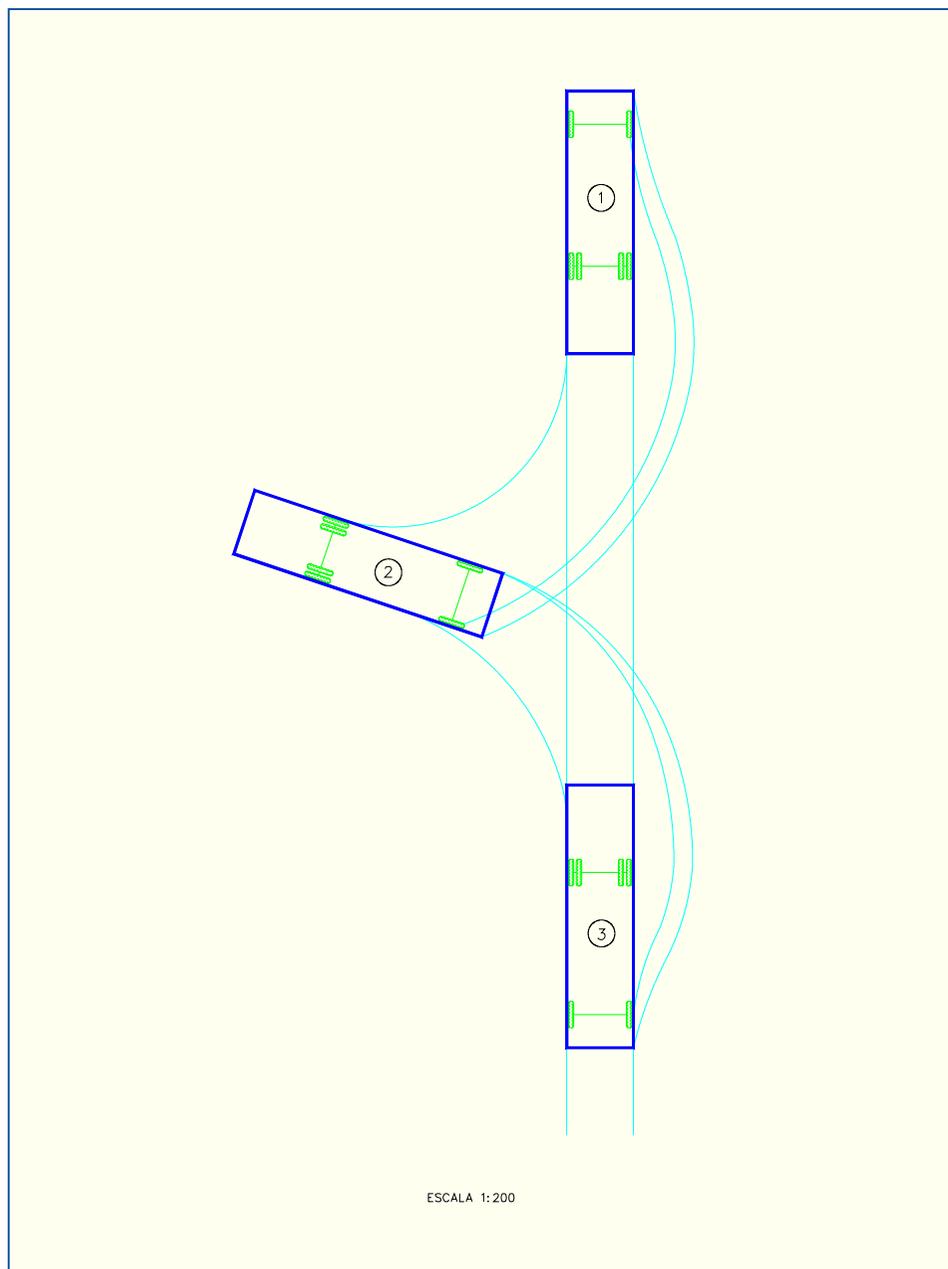


Lámina 4.1-15
Giro en "U"; Camión de Mudanza; Atrás-Izquierda



e) Planta de las Bandas Continuas

Las bandas continuas más importantes a considerar en las calles-vereda son aquéllas para flujos peatonales y vehiculares. A ellas habrá que agregar, componiéndolas adecuadamente, cualquier otra franja de esta naturaleza que resulte en cada caso (iluminación, árboles, frente a vitrinas, mobiliario), las cuales han sido tratadas en la sección anterior.

Generalmente, y sobre todo en las zonas residenciales, el ancho de una banda útil a las maniobras de los vehículos es más que suficiente para atender los flujos peatonales, por lo que el método descrito en 3.6.1.03 solo se debe aplicar para comprobar si en las secciones críticas del diseño en planta, en el momento del paso de un vehículo, el espacio que quede libre es suficiente para el paso de peatones, considerando densidades máximas (1,0 a 1,5 peatones/m²).

La banda continua que se debe diseñar, entonces, es la que permita las maniobras del vehículo de mudanza descrito.

Este vehículo requiere un ancho de pista de 5 metros para maniobras de giro que no excedan los 100° dentro de un anillo de radio interior de 6 metros. Si el radio interior es mayor, el ancho de pista necesario será menor, aplicándose en tales casos los valores del Cuadro 4.1-1 para determinar el ancho mínimo de la franja, redondeando al medio metro superior. En todos los casos se debe agregar las huelgas que se tabulan a continuación.

Cuadro 4.1-2
Huelgas Laterales de Bandas Vehiculares en Calles-Vereda

TIPO DE OBSTÁCULO	LÍNEA DE PROP. PRIVADA	SÓLIDO: ACCESORIOS, MOBILIARIOS, ETC.	BLANDOS: SETOS, CÉSPED, ETC.
Huelga mínima	1,0 m	0,5 m	0,0 m
Huelga deseable	2,0 m	1,0 m	0,5 m

En la figura I de la lámina 4.1-16 aparece un elemento de trazado en planta para una banda continua, consistente en una “S” que queda configurada por dos tramos anulares sucesivos con un desarrollo angular θ cada uno, con radios interiores y exteriores r y R respectivamente iguales, separados por una recta de longitud variable L_r .

En dicha lámina aparece una expresión para la dimensión B , que corresponde al ancho de la franja dentro de la cual oscilará una sucesión de elementos como el descrito. El ancho de la calle deberá ser, entonces, este valor B más las huelgas (h_1 , h_2) correspondientes, que el proyectista deberá considerar en cada caso, ciñéndose a los valores contenidos en el Cuadro 4.1-2.

En la misma lámina se entregan las expresiones para las coordenadas de los puntos 0,1,2,...,9, referidas a un sistema cartesiano con eje “y” perpendicular al eje de la calle en su inicio, y con eje “x”

pasando por el centro del primer elemento anular, tal como se aprecia en la figura.

En el Cuadro 4.1-3 aparecen valores de L_r y θ que para una combinación de r y R -y por lo tanto del ancho de la pista de rodadura- define un módulo de “S” con un ancho de franja igual a B . Se tabula además la longitud del módulo, L_s . Las consideraciones implícitas en estas tablas son las siguientes:

-El radio exterior $R = 0,938 r + 5,375$. Esta expresión es válida para $6 \leq r \leq 20$ y respeta los valores contenidos en el Cuadro 4.1-1 por el lado de la seguridad.

-La expresión que relaciona θ y L_r es:

$$\theta = \arccos \frac{L_r \sqrt{L_r^2 - x^2 + y^2} - xy}{L_r^2 + y^2}$$

con: $x = B - 1,876 r - 10,75$

$y = 1,938 r + 5,375$

-Se ha impuesto la condición $30^\circ \leq \theta \leq 50^\circ$, lo cual hace que para algunas combinaciones de r , R y B no aparezcan valores θ sino hasta que el valor L_r supera un límite. En caso necesario, se puede calcular el ángulo de giro que permite inscribir cualquier módulo en un ancho B determinado, con valores de L_r -y por lo tanto de L_s - menores. En tales casos resultan ángulos de giro necesariamente más pronunciados. Estos pueden ser excesivos, por lo que se recomienda el expediente de buscar radios más amplios o dejar huelgas mayores.

-En el cuadro aparecen L_r y θ para $r = 6 + 2n \leq 20$ ($n = 0,1,\dots,7$) y para $B = 8 + m \leq 20$ ($m = 0,1,\dots,12$). Para otros valores de r y/o B se debe aplicar la expresión general.

Por otra parte, es preciso considerar en el diseño otras maniobras además de la de avanzar: de giro para entrar a recintos particulares, de giro en “U” si la calle-vereda no tiene salida (véase láminas 4.1-10, 11, ...,15) y las de adelantamiento y estacionamiento, con los espacios que todas ellas requieren para su realización.

En estricto rigor, las curvas en “S” tabuladas pueden permitir el cruce de dos vehículos pequeños, a bajas velocidades y ocupando eventualmente las huelgas si ello es posible.

Para prodigar espacio de estacionamiento, es preferible utilizar los espacios en recta, ya sea entre las dos curvas de la “S” o alguna que se disponga entre los módulos necesarios.

Si dichas rectas son de longitud superior a 15 m y no se desea utilizarlas como espacio para maniobras, es recomendable reducir el ancho a de la pista en la “S” a un valor de 2,75 m, según se indica en la figura II de la lámina 4.1-16. Si las rectas han de servir para adelantamientos, su ancho debe aumentar a 5,5 m en un tramo de 22 m según se muestra en la figura III de la misma lámina.

Se debe disponer, como mínimo, un lugar para cruces de 5,5 m de ancho cada 180 m y si es posible dos. Esto reduce de manera drástica las demoras que afectan a los vehículos cuando no existen tales espacios.

En la lámina 4.1-17 se muestra un bosquejo de diseño en planta de una calle vereda, en la cual se han utilizado los elementos descritos. Para el diseño de los estacionamientos debe recurrirse a las recomendaciones contenidas en la Sección 4.5.

f) Perfil Longitudinal

Las pendientes longitudinales y los acuerdos a emplear en estos casos pueden ser los máximos y mínimos -respectivamente- que se tabulan en 2.2.2.

Se autoriza en estos casos el empleo de “lomos” limitadores de la velocidad, los cuales deben emplearse en los tramos rectos de la banda de circulación, cuando su longitud exceda los 20 m. Si se prevé el paso de motos en cantidades significativas, esta distancia debe reducirse a 15 m, y si además se tienen radios de curvatura interior mayores de 15 m, los lomos deben disponerse incluso dentro de dichas curvas, teniendo cuidado con los problemas de drenaje que ellos pudieran causar. (véase Lámina 4.1-17)

Porque la consideración que debe primar en la descripción de los perfiles longitudinales en las calles-veredas es que ellos sea compatibles con un adecuado drenaje de la superficie, para lo cual debe estudiarse interrelacionadamente con los perfiles transversales de la calle.

g) Secciones Transversales

La sección transversal debe permitir el escurrimiento expedito de las aguas hacia puntos estudiados de la calle, donde estarán situados los sumideros adecuados para su evaluación.

Puede disponerse de una sección “a dos aguas”, con pendientes transversales b mínimas comprendidas entre 2 y 2,5%, si el pavimento es liso, y entre 2,5 y 3,5% si éste es rugoso. La aplicación de un valor exacto dentro de estos rangos se hace teniendo en cuenta los siguientes aspectos: la pluviometría de la zona (mayor inclinación en zonas más lluviosas), el ancho de la plataforma a desaguar (la pendiente debe aumentar con el ancho), y la influencia del perfil longitudinal (si la pendiente i en alguna dirección es significativa, puede limitarse b a los mínimos).

También puede utilizarse, si ello es conveniente para una mejor coordinación de la altimetría de la calle-vereda con la vialidad circundante, una pendiente transversal a “una agua”. En tal caso son también válidos los valores dados anteriormente.

Estos esquemas son los más habituales, sin ser los únicos. Esquemas irregulares pueden ser adoptados si se cumple con los requisitos de pendientes mínimas y si los sumideros se instalan en sitios adecuados.

Lámina 4.1-16
Elementos de Trazado en Calles-Vereda

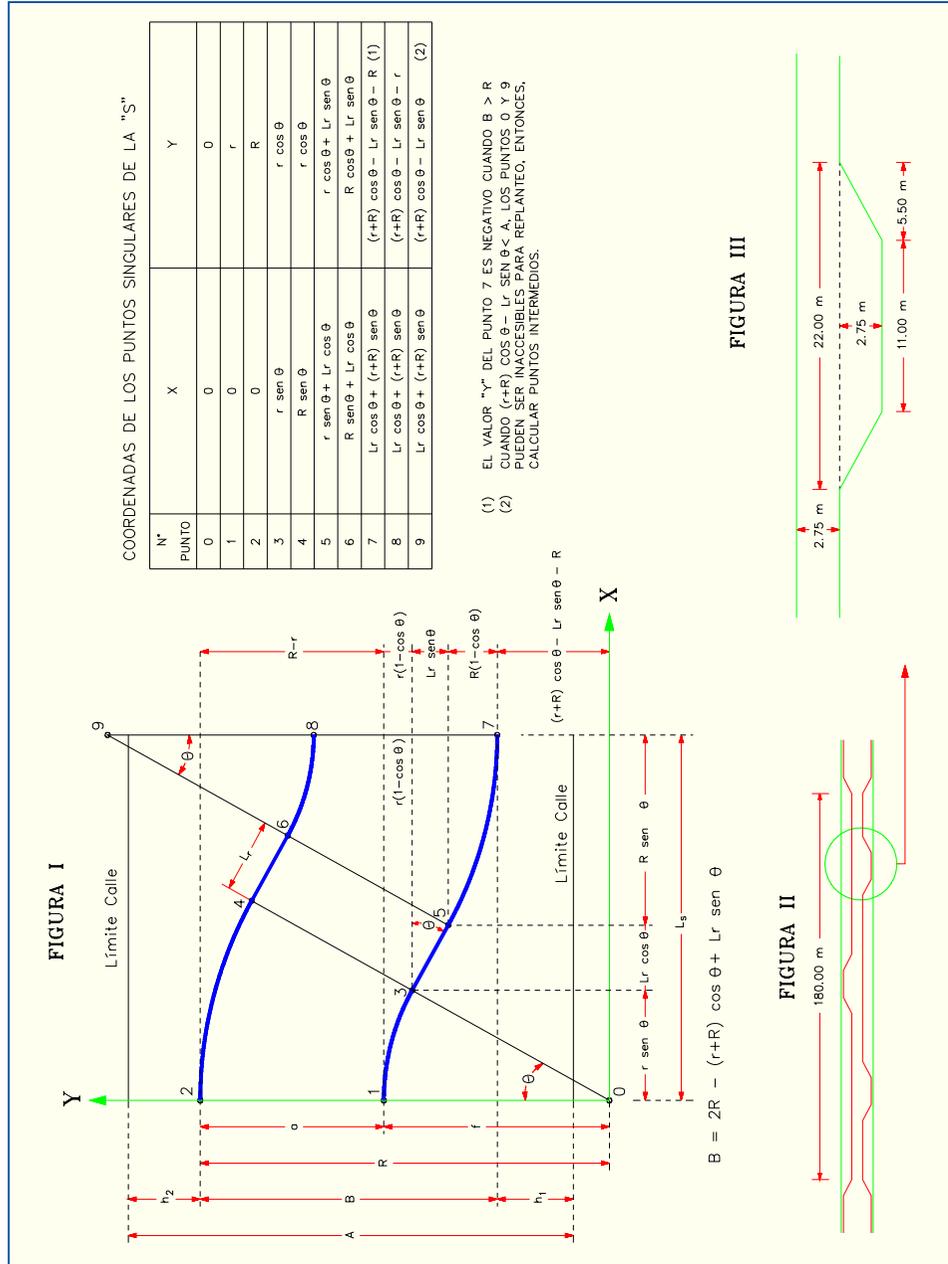
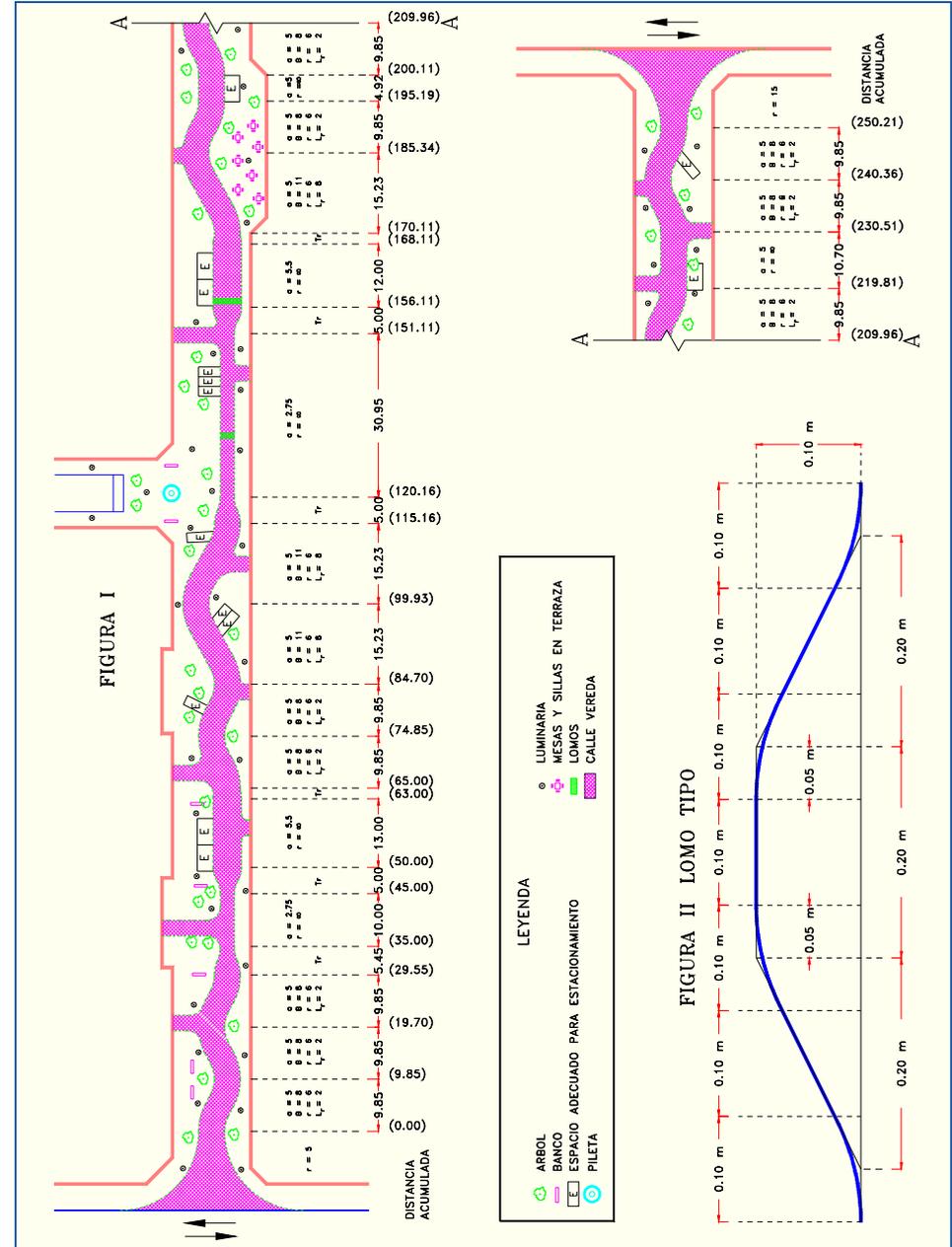


Lámina 4.1-17
Ejemplo de Calle-Vereda y Detalle de un Lomo



Cuadro 4.1-3
Parámetros para la Definición de Curvas en "S" en Calles-Vereda

	r= 6	R= 11,00	a= 5,00	r= 8	R= 12,88	a= 4,88	r= 10	R= 14,76	a= 4,75	r= 12	R= 16,63	a= 4,63	r= 14	R= 18,51	a= 4,50	r= 16	R= 20,38	a= 4,38	r= 18	R= 22,26	a= 4,26	r= 20	R= 24,14	a= 4,13
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
	Lr	Θ	Ls	Lr	Θ	Ls	Lr	Θ	Ls	Lr	Θ	Ls	Lr	Θ	Ls	Lr	Θ	Ls	Lr	Θ	Ls	Lr	Θ	Ls
	(m)	(g)	(m)	(m)	(g)	(m)	(m)	(g)	(m)	(m)	(g)	(m)	(m)	(g)	(m)	(m)	(g)	(m)	(m)	(g)	(m)	(m)	(g)	(m)
B= 8	0,0	38,3771	9,64	0,0	35,2575	10,98	0,0	32,9635	12,25	0,0	31,1947	13,47												
	2,0	31,5518	9,85																					
B= 9	0,0	44,5553	10,95	0,0	40,6873	12,45	0,0	37,8367	13,86	0,0	35,6330	15,20	0,0	33,8695	16,49	0,0	32,4212	17,74	0,0	31,2073	18,95	0,0	30,1729	20,14
	2,0	37,6164	11,13	2,0	34,9964	12,61	2,0	33,0093	14,01	2,0	31,4393	15,33	2,0	30,1612	16,61									
	4,0	31,8192	11,66	4,0	30,1431	13,08																		
B= 10	0,0	*****	*****	0,0	45,5536	13,70	0,0	42,2106	15,24	0,0	39,6238	16,69	0,0	37,5514	18,08	0,0	35,8468	19,42	0,0	34,4159	20,72	0,0	33,1947	21,98
	2,0	43,0687	12,20	2,0	39,8067	13,84	2,0	37,3424	15,37	2,0	35,3991	16,81	2,0	33,8186	18,19	2,0	32,5025	19,52	2,0	31,3863	20,82	2,0	30,4252	22,07
	4,0	37,0459	12,69	4,0	34,7964	14,27	4,0	33,0450	15,75	4,0	31,6325	17,16	4,0	30,4631	18,52									
	6,0	32,0157	13,45	6,0	30,5190	14,95																		
B= 11	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	46,2290	16,44	0,0	43,2926	18,00	0,0	40,9391	19,49	0,0	39,0023	20,92	0,0	37,3750	22,30	0,0	35,9850	23,64
	2,0	48,0950	13,11	2,0	44,2341	14,90	2,0	41,3291	16,56	2,0	39,0437	18,11	2,0	37,1873	19,60	2,0	35,6426	21,02	2,0	34,3326	22,39	2,0	33,2048	23,72
	4,0	41,8939	13,56	4,0	39,1005	15,30	4,0	36,9410	16,92	4,0	35,2073	18,44	4,0	33,7765	19,90	4,0	32,5704	21,30	4,0	31,5367	22,66	4,0	30,6386	23,98
	6,0	36,6046	14,28	6,0	34,6387	15,94	6,0	33,0736	17,50	6,0	31,7891	18,98	6,0	30,7105	20,40									
	8,0	32,1666	15,23	8,0	30,8134	16,80																		
B= 12	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	49,9797	17,50	0,0	46,7164	19,17	0,0	44,1015	20,76	0,0	41,9492	22,28	0,0	40,1403	23,74	0,0	38,5944	25,15
	4,0	46,4587	14,32	4,0	48,3751	15,83	4,0	45,0541	17,61	4,0	42,4479	19,28	4,0	40,3342	20,86	4,0	38,5769	22,37	4,0	37,0875	23,82	4,0	35,8055	25,23
	6,0	40,9513	15,00	6,0	43,1401	16,21	6,0	40,5917	17,95	6,0	38,5545	19,59	6,0	36,8782	21,14	6,0	35,4680	22,63	6,0	34,2611	24,07	6,0	33,2136	25,46
	8,0	36,2545	15,91	8,0	38,5248	16,81	8,0	36,6098	18,50	8,0	35,0474	20,09	8,0	33,7411	21,61	8,0	32,6279	23,07	8,0	31,6650	24,48	8,0	30,8216	25,85
	10,0	32,2861	17,00	10,0	34,5113	17,63	10,0	33,0970	19,24	10,0	31,9189	20,78	10,0	30,9175	22,25	10,0	30,0527	23,67						
				10,0	31,0508	18,82	10,0	30,0220	20,15															
B= 13	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	49,9471	20,23	0,0	47,0849	21,91	0,0	44,7295	23,51	0,0	42,7499	25,05	0,0	41,0578	26,53
	6,0	45,1080	15,62	6,0	46,9727	17,00	6,0	48,5737	18,55	6,0	45,6620	20,33	6,0	43,3045	22,00	6,0	41,3467	23,60	6,0	39,6884	25,13	6,0	38,2616	26,61
	8,0	40,1832	16,49	8,0	42,2255	17,58	8,0	44,0485	18,87	8,0	41,7206	20,62	8,0	39,8104	22,27	8,0	38,2068	23,85	8,0	36,8363	25,37	8,0	35,6480	26,83
	10,0	35,9704	17,55	10,0	38,0484	18,36	10,0	39,9688	19,40	10,0	38,1379	21,10	10,0	36,6130	22,72	10,0	35,3174	24,26	10,0	34,1990	25,76	10,0	33,2212	27,20
	12,0	32,3833	18,76	12,0	34,4063	19,32	12,0	36,3323	20,11	12,0	34,9121	21,75	12,0	33,7108	23,32	12,0	32,6773	24,83	12,0	31,7758	26,29	12,0	30,9806	27,71
			12,0	31,2465	20,42	10,0	33,1166	20,98	10,0	32,0282	22,57	10,0	31,0933	24,08	10,0	30,2787	25,55							
B= 14	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	49,9222	22,96	0,0	47,3732	24,64	0,0	45,2313	26,26	0,0	43,4005	27,81
	6,0	49,1136	16,16	6,0	45,7762	18,27	6,0	47,3481	19,70	6,0	48,7218	21,28	6,0	46,1306	23,04	6,0	43,9813	24,72	6,0	42,1623	26,33	6,0	40,5980	27,88
	8,0	43,9837	17,00	8,0	41,4538	19,02	8,0	43,1833	20,21	8,0	44,7388	21,56	8,0	42,6037	23,30	8,0	40,8148	24,97	8,0	39,2881	26,56	8,0	37,9657	28,10
	10,0	39,5482	18,03	10,0	37,6487	19,94	10,0	39,4378	20,89	10,0	41,0904	22,02	10,0	39,3539	23,73	10,0	37,8826	25,36	10,0	36,6152	26,93	10,0	35,5088	28,45
	12,0	35,7357	19,21	12,0	34,3183	21,02	12,0	36,0969	21,73	12,0	37,7796	22,64	12,0	36,3833	24,31	12,0	35,1861	25,91	12,0	34,1446	27,45	12,0	33,2279	28,94
	14,0	32,4639	20,52	14,0	31,4108	22,22	12,0	33,1331	22,72	10,0	34,7963	23,42	10,0	33,6848	25,04	10,0	32,7202	26,60	10,0	31,8726	28,10	10,0	31,1201	29,55
						14,0	30,5114	23,84	12,0	32,1217	24,35	12,0	31,2447	25,90	12,0	30,4746	27,41							
B= 15	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	52,6379	23,92	0,0	49,9026	25,69	0,0	47,6049	27,38	0,0	45,6415	29,00
	8,0	47,6800	17,44	8,0	49,2035	18,87	8,0	46,2775	20,93	8,0	47,6342	22,41	8,0	48,8366	24,00	8,0	46,5028	25,77	8,0	44,5294	27,45	8,0	42,8334	29,07
	10,0	43,0388	18,44	10,0	44,7500	19,60	10,0	42,4345	21,59	10,0	43,9277	22,85	10,0	45,2807	24,25	10,0	43,3128	26,00	10,0	41,6358	27,67	10,0	40,1848	29,27
	12,0	39,0160	19,60	12,0	40,7965	20,50	12,0	38,9808	22,41	12,0	40,5410	23,46	12,0	41,9848	24,66	12,0	40,3430	26,38	12,0	38,9316	28,03	12,0	37,7013	29,61
	14,0	35,5388	20,88	14,0	37,3093	21,55	14,0	35,8950	23,37	14,0	37,4687	24,21	14,0	38,9534	25,22	14,0	37,5966	26,90	14,0	36,4192	28,52	14,0	35,3849	30,08
	16,0	32,5318	22,27	14,0	34,2436	22,72	14,0	33,1473	24,46	12,0	34,6961	25,10	10,0	36,1827	25,92	10,0	35,0708	27,57	10,0	34,0966	29,15	10,0	33,2339	30,68
				16,0	31,5508	24,00	16,0	30,7045	25,66	14,0	32,2025	26,12	12,0	33,6621	26,76	12,0	32,7577	28,35	12,0	31,9578	29,89	12,0	31,2436	31,38
													14,0	31,3766	27,71	14,0	30,6462	29,25						

Cuadro 4.1-3
Parámetros para la Definición de Curvas en "S" en Calles-Vereda (continuación)

	r= 6	R= 11,00	a= 5,00	r= 8	R= 12,88	a= 4,88	r= 10	R= 14,76	a= 4,75	r= 12	R= 16,63	a= 4,63	r= 14	R= 18,51	a= 4,50	r= 16	R= 20,38	a= 4,38	r= 18	R= 22,26	a= 4,26	r= 20	R= 24,14	a= 4,13
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
	Lr	ϑ	Ls	Lr	ϑ	Ls	Lr	ϑ	Ls	Lr	ϑ	Ls	Lr	ϑ	Ls	Lr	ϑ	Ls	Lr	ϑ	Ls	Lr	ϑ	Ls
	(m)	(g)	(m)	(m)	(g)	(m)	(m)	(g)	(m)	(m)	(g)	(m)	(m)	(g)	(m)	(m)	(g)	(m)	(m)	(g)	(m)	(m)	(g)	(m)
B= 16	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****
	10,0	46,4580	18,79	8,0	47,9549	20,12	6,0	49,2708	21,59	6,0	46,6672	23,62	4,0	47,8592	25,12	2,0	48,9280	26,73	2,0	46,8054	28,49	2,0	44,9823	30,18
	12,0	42,2369	19,93	10,0	43,8645	20,99	8,0	45,3392	22,23	8,0	43,2122	24,20	6,0	44,5220	25,52	4,0	45,7172	26,95	4,0	43,8945	28,70	4,0	42,3192	30,37
	14,0	38,5646	21,19	12,0	40,2316	22,02	10,0	41,7824	23,03	10,0	40,0590	24,94	8,0	41,4360	26,06	6,0	42,7138	27,32	6,0	41,1624	29,04	6,0	39,8121	30,70
	16,0	35,3712	22,56	14,0	37,0179	23,17	12,0	38,5843	23,96	12,0	37,1969	25,80	10,0	38,5999	26,74	8,0	39,9227	27,83	8,0	38,6126	29,52	8,0	37,4639	31,15
	18,0	32,5898	24,02	16,0	34,1793	24,43	14,0	35,7199	25,03	14,0	34,6086	26,79	12,0	36,0061	27,55	10,0	37,3429	28,47	10,0	36,2446	30,12	10,0	35,2741	31,73
	20,0	30,1594	25,55	18,0	31,6715	25,78	16,0	33,1596	26,20	16,0	32,2731	27,89	14,0	33,6421	28,48	12,0	34,9687	29,23	12,0	34,0539	30,85	12,0	33,2392	32,41
							18,0	30,8723	27,46	18,0	30,1678	29,08	16,0	31,4925	29,51	14,0	32,7909	30,11	14,0	32,0335	31,68	14,0	31,3537	33,20
																16,0	30,7979	31,09	16,0	30,1743	32,61			
B= 17	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****
	10,0	49,8195	19,08	10,0	46,8653	21,43	8,0	48,1655	22,81	6,0	49,3231	24,32	6,0	46,9785	26,31	4,0	48,0409	27,84	2,0	49,0026	29,45	2,0	47,0863	31,21
	12,0	45,4094	20,20	12,0	43,0956	22,43	10,0	44,5134	23,59	8,0	45,8056	24,89	8,0	43,8428	26,84	6,0	45,0071	28,19	4,0	46,0762	29,66	4,0	44,3801	31,40
	14,0	41,5501	21,45	14,0	39,7421	23,56	12,0	41,2110	24,50	10,0	42,5783	25,60	10,0	40,9471	27,50	8,0	42,1754	28,69	6,0	43,3189	29,99	6,0	41,8517	31,72
	16,0	38,1774	22,80	16,0	36,7652	24,80	14,0	38,2375	25,54	12,0	39,6336	26,44	12,0	38,2861	28,29	10,0	39,5465	29,31	8,0	40,7353	30,46	8,0	39,4749	32,16
	18,0	35,2271	24,25	18,0	34,1235	26,14	16,0	35,5668	26,69	14,0	36,9575	27,41	14,0	35,8496	29,19	12,0	37,1164	30,05	10,0	38,3260	31,04	10,0	37,2498	32,71
	20,0	32,6399	25,77	20,0	31,7768	27,55	18,0	33,1704	27,93	16,0	34,5315	28,48	16,0	33,6244	30,20	14,0	34,8778	30,90	12,0	36,0881	31,74	12,0	35,1743	33,38
	22,0	30,3633	27,35				20,0	31,0196	29,26	18,0	32,3353	29,65	18,0	31,5952	31,31	16,0	32,8205	31,86	14,0	34,0157	32,55	14,0	33,2440	34,15
									20,0	30,3478	30,91					18,0	30,9329	32,91	16,0	32,1012	33,46	16,0	31,4525	35,02
																			18,0	30,3355	34,46			
B= 18	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****
	12,0	48,5432	20,42	10,0	49,8093	21,81	10,0	47,1836	24,09	8,0	48,3317	25,51	6,0	49,3648	27,04	6,0	47,2328	29,01	4,0	48,1906	30,55	2,0	49,0647	32,18
	14,0	44,5033	21,66	12,0	45,9102	22,80	12,0	43,7835	24,99	10,0	45,0357	26,21	8,0	46,1836	27,55	8,0	44,3639	29,49	6,0	45,4104	30,88	4,0	46,3765	32,37
	16,0	40,9566	23,00	14,0	42,4236	23,91	14,0	40,7073	26,01	12,0	42,0142	27,03	10,0	43,2329	28,20	10,0	41,6899	30,09	8,0	42,7959	31,33	6,0	43,8289	32,67
	18,0	37,8420	24,43	16,0	39,3145	25,13	16,0	37,9321	27,14	14,0	39,2560	27,98	12,0	40,5096	28,97	12,0	39,2083	30,81	10,0	40,3488	31,90	8,0	41,4258	33,10
	20,0	35,1018	25,94	18,0	36,5442	26,45	18,0	35,4319	28,36	16,0	36,7451	29,03	14,0	38,0058	29,85	14,0	36,9133	31,65	12,0	38,0673	32,58	10,0	39,1686	33,64
	22,0	32,6837	27,51	20,0	34,0745	27,85	20,0	33,1799	29,67	18,0	34,4632	30,18	16,0	35,7101	30,84	16,0	34,7963	32,58	14,0	35,9470	33,37	12,0	37,0559	34,29
	24,0	30,5422	29,14	22,0	31,8694	29,32	22,0	31,1501	31,05	20,0	32,3906	31,41	18,0	33,6087	31,92	18,0	32,8470	33,61	16,0	33,9813	34,26	14,0	35,0842	35,04
									22,0	30,5080	32,72	20,0	31,6869	33,09	20,0	31,0540	34,72	18,0	32,1622	35,24	16,0	33,2483	35,88	
																			20,0	30,4805	36,30	18,0	31,5418	36,82
B= 19	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****
	14,0	47,4314	21,82	12,0	48,6830	23,11	10,0	49,8013	24,54	10,0	47,4391	26,76	8,0	48,4663	28,22	6,0	49,3990	29,77	6,0	47,4444	31,71	4,0	48,3161	33,27
	16,0	43,7148	23,15	14,0	45,0690	24,21	12,0	46,3090	25,42	12,0	44,3456	27,57	10,0	45,4646	28,85	8,0	46,4958	30,23	8,0	44,8014	32,15	6,0	45,7507	33,57
	18,0	40,4394	24,58	16,0	41,8326	25,42	14,0	43,1353	26,43	14,0	41,5100	28,50	12,0	42,6833	29,60	10,0	43,7800	30,82	10,0	42,3194	32,71	8,0	43,3235	33,99
	20,0	37,5490	26,08	18,0	38,9382	26,73	16,0	40,2606	27,54	16,0	38,9189	29,54	14,0	40,1165	30,47	12,0	41,2505	31,53	12,0	39,9977	33,37	10,0	41,0367	34,51
	22,0	34,9919	27,64	20,0	36,3494	28,11	18,0	37,6612	28,75	18,0	36,5556	30,66	16,0	37,7544	31,44	14,0	38,9029	32,34	14,0	37,8328	34,14	12,0	38,8895	35,14
	24,0	32,7223	29,26	22,0	34,0313	29,57	20,0	35,3121	30,04	20,0	34,4021	31,88	18,0	35,5848	32,50	16,0	36,7301	33,26	16,0	35,8194	35,01	14,0	36,8795	35,88
	26,0	30,7005	30,92	24,0	31,9515	31,08	22,0	33,1884	31,41	22,0	32,4401	33,17	20,0	33,5945	33,65	18,0	34,7229	34,26	18,0	33,9502	35,97	16,0	35,0022	36,70
			26,0	30,0811	32,65	24,0	31,2664	32,84	24,0	30,6515	34,53	22,0	31,7693	34,87	20,0	32,8709	35,35	20,0	32,2173	37,01	18,0	33,2522	37,62	
																24,0	30,0954	36,17	22,0	31,1633	36,52	22,0	30,6118	38,13
																						22,0	31,6229	38,62
																						22,0	30,1072	39,69
B= 20	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****	0,0	*****	*****
	16,0	46,4576	23,26	14,0	47,6840	24,47	12,0	48,7936	25,81	10,0	49,7950	27,27	10,0	47,6484	29,45	8,0	48,5775	30,93	6,0	49,4274	32,49	6,0	47,6231	34,42
	18,0	43,0240	24,68	16,0	44,3245	25,67	14,0	45,5271	26,80	12,0	46,6336	28,07	12,0	44,8128	30,19	10,0	45,8227	31,50	8,0	46,7580	32,92	8,0	45,1737	34,82
	20,0	39,9854	26,17	18,0	41,3096	26,96	16,0	42,5571	27,90	14,0	43,7249	28,98	14,0	42,1865	31,04	12,0	43,2485	32,19	10,0	44,2436	33,46	10,0	42,8594	35,34
	22,0	37,2910	27,73	20,0	38,6049	28,33	18,0	39,8624	29,09	16,0	41,0574	30,00	16,0	39,7617	31,99	14,0	40,8516	32,99	12,0	41,8843	34,11	12,0	40,6802	35,95
	24,0	34,8947	29,34	22,0	36,1765	29,78	20,0	37,4196	30,37	18,0	38,6165	31,11	18,0	37,5276	33,03	16,0	38,6262	33,89	14,0	39,6778	34,87	14,0	38,6344	36,67
	26,0	32,7565	31,00	24,0	33,9928	31,29	22,0	35,2051	31,72	20,0	36,3855	32,31	20,0	35,4719	34,16	18,0	36,5642	34,88	16,0	37,6195	35,72	16,0	36,7185	37,48
	28,0	30,8416	32,70	26,0	32,0248	32,84	24,0	33,1960	33,14	22,0	34,3473	33,58	22,0	33,5817	35,37	20,0	34,6564	35,95	18,0	35,7033	36,66	18,0	34,9275	38,38
			28,0	30,2470	34,45	26,0	31,3708	34,62	24,0	32,4845														

4.1.4.02 CALLES PEATONALES

Las calles peatonales se producen cuando toda la plataforma vial está dedicada, en forma exclusiva, al quehacer peatonal y a los varios elementos de ornato y servicio que se demuestren adecuados a las finalidades del diseño.

El diseño de las mismas permite una gran flexibilidad, debiéndose sólo respetar la eventual necesidad de ser utilizada por vehículos de emergencia (carros-bomba, ambulancias) o especiales (transportes de dinero o policiales). En este sentido, sus elementos deben configurarse dejando libre una franja continua recta o sinuosa, la cual no debe presentar diferencias superficiales con el resto de la calle.

Las calles peatonales se han demostrado fehacientemente útiles al mejoramiento de la vida urbana, allí donde su implantación ha sido producto de estudios y soluciones serias de las concomitancias que suelen producir en el sistema de transporte.

Las experiencias realizadas en distintos puntos han producido numerosos efectos favorables: para el comercio, al activar este aspecto en forma notoria; para todas las actividades adyacentes que han visto reducidos los niveles de contaminación -especialmente acústica- y para la población peatonal, que ha visto recuperado un espacio seguro y agradable, tanto para los quehaceres propios de dichos espacios como para desplazarse dentro del sector en cuestión.

4.1.4.03 PASAJES Y CALLES SIN SALIDA

Los pasajes son un caso particular de las vías locales, correspondiendo aquéllos a los diseños mínimos dentro de esa categoría vial.

Su particularidad consiste en que la sección tipo de las mismas, con su ancho total de 6,0 m. entre líneas oficiales, no consulta diferenciación para vehículos y peatones. En este sentido, son similares las calles-vereda, pero se diferencian de éstas en sus menores pretensiones como elementos urbanos.

En efecto, el ancho de la plataforma de 6 m no permite sino una disposición simple de su planta, cumpliendo de la manera más inmediata su objetivo único de servir de acceso a la propiedad en urbanizaciones de bajo costo.

En los pasajes, como en todo dispositivo vial, es deseable la arborización, pero en este caso ella debe ser situada de tal modo de dividir el ancho en forma continua, dejando una franja mínima de cuatro metros libres para circulación vehicular, y suficiente espacio entre cada árbol (mínimo 15 m) para permitir eventuales estacionamientos y maniobra de carga y descarga entre ellos.

Las calles sin salida, como su nombre indica, son aquellas que están cerradas o que terminan en un extremo, generalmente porque son parte de un diseño vial asociado a sectores habitacionales, o porque

no se desea su acceso a vías troncales o expresas y no existe en estos casos un camino de servicio lateral que acoja sus empalmes.

Las calles sin salida son ventajosas en muchos sentidos. Al eliminar el tránsito de paso (ni originado en la cuadra en cuestión ni destinado a ella) mejora notoriamente la seguridad y el nivel de contaminación atmosférica y acústica. Incluso en zonas industriales, tales diseños favorecen las actividades propias de las mismas, al hacer de la calle un lugar muy cómodo para carga y descarga.

Sin embargo, en las calles que poseen cierto nivel de servicio este esquema es por lo general negativo, salvo en el caso de algunas vías peatonales, por la disminución de la accesibilidad. Si se prevé esto, se puede analizar la conexión de dos o más calles para mejorar la circulación.

Las calles de este tipo son bidireccionales y deben estar provistas de un terminal que permita los giros en "U". Estos giros deben ser posibles a vehículos del tipo mudanza (párrafo 4.1.4.01., literal c), cuyas maniobras básicas han sido representadas en las láminas 4.1-10, 11, ..., 17 a una escala 1:200.

SECCIÓN 4.2 COMPLEJOS PEATONALES Y PAISAJÍSTICOS

4.2.1 ASPECTOS GENERALES

La plataforma pública, tal como fue definida en 1.2.1.01, está constituida por la plataforma vial y por otras superficies cuyo uso no es estrictamente vial, como parques, plazas y cauces (1.2.1.02).

El conjunto de los elementos peatonales incluidos en la plataforma vial, a veces asociados a elementos de paisajismo y ornato, más las otras superficies mencionadas, constituyen un complejo peatonal y paisajístico de la máxima importancia urbanística.

En efecto, la infraestructura vehicular no es un aporte a la calidad ambiental de una ciudad, salvo en el caso de algunas vías emplazadoras de diseño especial. Por el contrario, las superficies netamente vehiculares generan un ámbito hostil para los ciudadanos, como habitantes y como peatones (cuadro 1.2-1). En tal escenario, paulatinamente agravado por el histórico sacrificio del espacio urbano a las necesidades de transporte, la red peatonal, su entorno verde y las singularidades espaciales (principalmente plazas y parques) que configuran dicho complejo, deben ser tratadas con el mayor cuidado posible para minimizar el detrimento ambiental.

Por otra parte, es obligación del diseñador garantizar la continuidad funcional de dicha red peatonal, así como la seguridad del tránsito en ella. Para esto dispone de un amplio conjunto de elementos de señalización y protección, los cuales, adecuadamente utilizados sirven también para inducir un buen comportamiento peatonal en sus interacciones con los vehículos.

4.2.2 ACERAS COMUNES

Las aceras son franjas elevadas con respecto a la calzada que discurren adyacentes a ésta. La línea de separación entre ambas, donde se produce la discontinuidad altimétrica, corresponde a la cara libre de la solera (2.2.4). Está constituida por una banda estrictamente peatonal (vereda), que muchas veces es todo lo que una acera contiene, y eventualmente por bandas verdes y de servicio. Cuando hay bandas verdes y se espera que los vehículos se detengan o estacionen junto a ellas para tomar y dejar pasajeros, se suele prever bandas peatonales secundarias junto a las soleras. Las bandas de servicio pueden coincidir o estar incluidas en las bandas verdes o las peatonales secundarias.

El ancho de las aceras será variable en función de los volúmenes peatonales, de las características de la actividad urbana que las flanquea y de los distintos elementos de ornato, servicio, señalización y protección que vayan a existir en ellas; todo lo cual queda controlado por las disponibilidades espaciales y económicas presentes en el proyecto.

Los únicos puntos en que su condición de zona estrictamente peatonal y paisajística se ve alterada es en los puntos en que se habilita una entrada de vehículos, pero en todo caso estos últimos deben dar preferencia absoluta al peatón en dichas singularidades.

Las aceras son, consideradas en su conjunto, las zonas peatonales de mayor trascendencia dentro de la plataforma vial; por representar ellas superficies de cuantía mayoritaria dentro del total de las áreas no vehiculares; por ser éstas, frecuentemente, las únicas áreas disponibles para paliar los impactos negativos de la actividad vehicular; y por concentrarse en éstas una parte significativa de las actividades ciudadanas, entendiéndose por tales actividades todos los quehaceres que se realizan en ella por su sola condición de espacios urbanos (sociales, comerciales, de esparcimiento) y las funciones propias del tránsito peatonal.

4.2.3 VEREDONES

Cuando la acera dispone de espacio suficiente de tal modo de acoger dos hileras de árboles, con un ancho mínimo de 9 metros, la zona será denominada “veredones” (véase 4.2.4 y figura II de la lámina 3.7-1).

4.2.4 PASEOS

Los paseos son franjas verdes que pueden estar ubicadas entre calzadas principales, si es el caso de sentidos de flujos separados, o entre éstas y calles laterales de servicio.

Se distinguen de los bandejones y medianas (tópico 3.3.2) por pretenderse que ellos sean atractivos al peatón y propicios para sus funciones básicas: desplazamiento, descanso y recreación.

Para ello, los paseos deben ser de un ancho suficiente para incentivar al peatón a cruzar las calzadas que lo separan de la vereda. El peatón no suele motivarse para esta maniobra si no prevé las ventajas de un mínimo aislamiento entre él y los flujos circundantes.

Este ancho debe ser del orden del doble y el triple de las calzadas principales que bordean el paseo, si éstas son troncales. Si el paseo es lateral y la calle lateral que lo flanquea del lado de la acera presenta volúmenes pequeños y sección reducida (tópico 3.1.2), se puede diseñar un paseo con un ancho mínimo de 9 metros, equivalente al mínimo de una vereda-paseo (tópico 4.2.3), que aparece reflejado en la figura II de la lámina 3.7-1.

Además de la favorable contribución al ambiente que los paseos suponen, ellos otorgan facilidades a los movimientos de giro desde y a las calzadas involucradas, al proveer de espacios de almacenamiento entre ellas, lo que no ocurre en el caso de los bandejones o islas separadoras en el de las medianas reducidas.

Este último factor es importante cuando se trata de decidir una sección tipo y se tiene disponibilidades de espacio que permiten plantear otras alternativas, derivadas del posible uso de veredas-paseo en combinación con bandejones o estacionamientos.

Efectivamente, se puede generar paseos-vereda en vez de paseos, reemplazando a estos últimos por bandejones separadores de las calzadas principales y las laterales (con o sin estacionamientos). Esto redundará en un considerable beneficio, desde el punto de vista de la integración de las áreas verdes al entorno comunitario, pero también puede suponer la pérdida de la ventaja operativa antes mencionada.

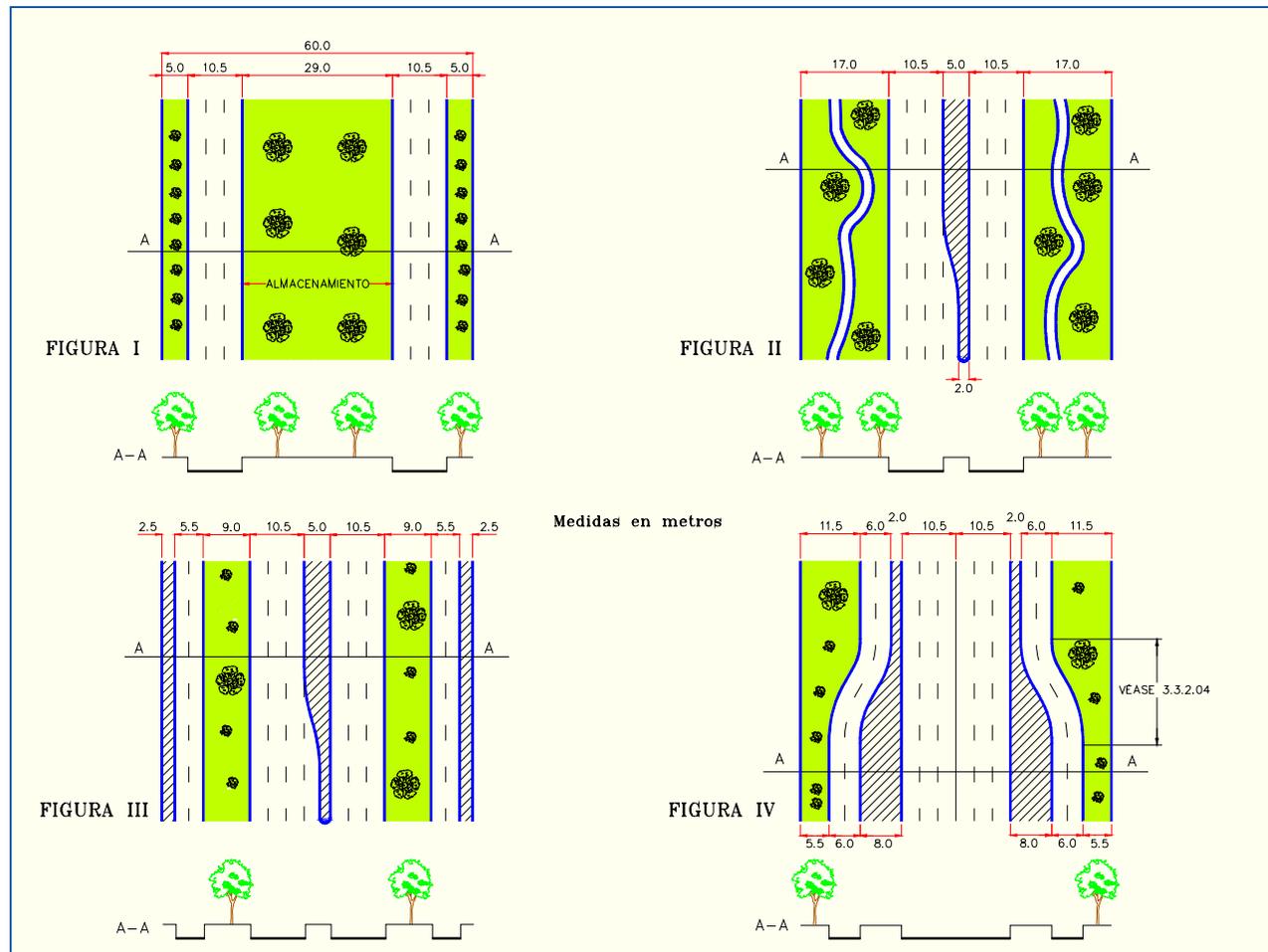
En la lámina 4.2-1 se muestra varios ejemplos de plantas en las que se han dispuesto paseos en distintas configuraciones, todas ellas simétricas y considerando una plataforma disponible de 60 metros de ancho.

El caso I corresponde a la creación de un paseo central de ancho máximo, que cumple con la condición de ser entre el doble y el triple del ancho de las calzadas. Este es un esquema discutible, entre otras cosas porque una vía de importancia, próxima a la línea de edificación, supone molestias para el entorno; además, no está clara la forma en que se accede a dicho entorno, ya que en vías de esta naturaleza no debe permitirse el acceso directo.

En la figura II se resuelve la desventaja ambiental, pero no la de la accesibilidad. Esta sección puede ser válida para tramos cortos entre dos calles transversales siempre que ella se pueda conciliar con las secciones de los tramos siguientes y la accesibilidad esté resuelta en dichas vías transversales. Además en este caso no se dispone del espacio de almacenamiento central del esquema anterior, lo cual se ha resuelto, en parte, mediante una pista de espera central, que presenta la desventaja de que para volúmenes altos exige una fase especial de semáforo.

En la figura III se ha optado por sacrificar parte del paseo para brindar una calle de servicio mínima, con estacionamiento, dejando una acera también mínima. Se mantiene la posibilidad de pista de espera central.

En la figura IV se ha conseguido crear una vereda-paseo en el arco de la vía y sin sacrificar la zona de almacenamiento entre las calles de servicio y las calzadas principales, en la intersección. Este esquema considera que los virajes a la izquierda serán ejecutados a través de la calle lateral.

Lámina 4.2-1
Paseos

Evidentemente, miradas las plazas con esta óptica, surgen algunos principios fundamentales:

Primero, que la creación de una plaza puede ser el comienzo de una positiva relación de la comunidad consigo misma, a través de su identificación con los espacios urbanos que le pertenecen.

Segundo, que la destrucción o menoscabo de una plaza puede significar costos que no tienen compensación posible, ni siquiera con la restitución del espacio afectado en otro lugar.

Tercero, que todo diseño debe considerar la posibilidad de favorecer el ambiente creado por una plaza. Ejemplo de una forma de hacer esto es transformar una o más calles circundantes en peatonales o calles-vereda, con lo cual dicha plaza se integra de lleno a la vida urbana que la rodea, aportando espacios gratos para un ocio comunicativo y fecundo.

Por último, que el diseño de una plaza debe ser entendido como una proposición urbanística a la que debe concurrir, como quehacer expandidor, el arte.

Las plazoletas, por su parte, se entiende por tal los espacios discontinuos de un tamaño que constituye algo más que un ensanche local de la sección de la vía y que ha sido aprovechado para instalaciones de ornato.

El diseño de estos espacios puede exceder las funciones del proyectista, por lo que se considera conveniente la interconsulta entre éste y un especialista, sobre todo si el lugar constituye un escenario histórica o arquitectónicamente relevante

4.2.6 FERIAS

Este caso es muy especial, puesto que si se pretende no afectar el tránsito vehicular será preciso contemplar un ancho de la zona compuesto por: 3,5 m para la instalación del puesto, incluido el espacio del vendedor; 1,5 m para los parroquianos que se detienen frente a los puestos y el ancho que corresponde al flujo esperado. Puede considerarse velocidades de 0,5 m/s y densidades de hasta 1,5 peatones/m²

El uso de este máximo de densidad, en circunstancias en las que se puede esperar que los peatones vayan con bolsas y carritos de compra, supone aceptar que ellos están más dispuestos a soportar un flujo sobresaturado en algunos momentos, lo cual es real.

Estas actividades son muy singulares desde el punto de vista urbanístico, presentando pros y contras que son esgrimidos unilateralmente por los intereses involucrados en su existencia. Lo concreto es, a la larga, que ellas implican un servicio difícilmente igualable por el comercio establecido y, en todo caso, beneficioso para el consumidor. Sin embargo, el entorpecimiento de la función transporte que ellas provocan, si no existe suficiente espacio para las instalaciones del caso y si no se regula el aspecto estacionamientos, hacen necesario

4.2.5 PLAZAS Y PLAZOLETAS

Generalmente las plazas ya existen cuando toca diseñar algún elemento de infraestructura vial urbana. Esto, sumado a la singularidad que ellas representan dentro del contexto en cuestión, obliga a limitar las pretensiones de este volumen de aportar criterios específicos para el diseño.

En realidad, una plaza suele constituir un espacio en el que la historia de su enclavamiento -y de la ciudad en general- se ha traducido en una configuración peculiar.

Esta configuración puede reunir tal cantidad de atributos urbanísticos, tanto en el recinto que le es propio como en la arquitectura circundante, como para pasar a ser toda ella un área monumental, donde algunos momentos históricos, con sus personas e ideas, son rescatados del olvido y brindados al transeúnte para su percepción. En el mejor de los casos, cuando dicha percepción es consciente, el placer resultante es fecundador de reflexiones y sentimientos que intervienen en la identificación del individuo con un grupo humano y con la ciudad en la cual él comparte con dicho grupo una historia común. Es el caso de innumerables y famosas plazas en muchas partes del mundo.

un especial cuidado por parte del proyectista para evitar que los costos indirectos suban en forma desmedida.

4.2.7 TERRAZAS

Llamaremos terrazas a los espacios utilizados como prolongación de ciertos locales hacia las zonas peatonales; específicamente restaurantes, los cuales pueden obtener autorización de sus municipalidades para instalar mesas en las zonas peatonales en general, ya sea todos los días o los días no laborales solamente.

Estas disposiciones confieren una atmósfera muy especial a los lugares en que se produce, y a calles enteras si la práctica es generalizada, que los impacta positivamente desde el punto de vista social.

Una zona peatonal que contemple este tipo de actividad debe tener un ancho mínimo de 7 m, siendo muy preferible que ella consulte una línea de árboles, caso en el cual este mínimo de 7 m debe subir a 9 m, si no se permite el estacionamiento (caso asociable al reflejado en la figura II de la lámina 3.7-1).

SECCIÓN 4.3 INTERSECCIONES

4.3.1 ASPECTOS GENERALES

4.3.1.01 DEFINICIONES

Se considerarán como intersecciones los empalmes, cruces o encuentros al mismo nivel de dos o más vías. Tales situaciones se producen sobre una superficie que debe ser diseñada de modo de permitir, a una cantidad y composición determinada de vehículos, en la forma más expedita y segura posible, parte o la totalidad de los movimientos origen-destino que sean teóricamente factibles de acuerdo al número de vías que confluyen y al número de sentidos permitidos en cada una de ellas.

La configuración básica de cada una de ellas: tipo de dispositivo y número de pistas destinadas a cada movimiento considerado, se resuelve a partir del esquema de servicio (oferta) con el cual se pretende satisfacer una demanda predeterminada.

La geometría propiamente tal es la peculiar configuración de los elementos de diseño que permiten, facilitan, dirigen, separan, delimitan y/o encauzan dichos movimientos. Esta geometría debe definirse analítica y gráficamente.

Se ha dicho que para efectos de la redacción de estas Recomendaciones de Diseño, se considerará que una vía pasa de una sección considerada normal a una zona de intersección en el primer punto en que aparece cualquier elemento que permita una maniobra destinada a un cambio de dirección o sentido de los vehículos, con respecto a los que quedan definidos por el eje de dicha vía.

Esta extensión hace que las aberturas de mediana y las pistas de cambio de velocidad, espera y giro sean consideradas como parte de las intersecciones.

4.3.1.02 ANTECEDENTES PARA EL DISEÑO

Se resumen aquí, en términos generales y relativos a las intersecciones, aquellos factores que constituyen datos previos al diseño de las mismas:

- Tipo de vías que confluyen en la intersección, ya que el tratamiento debe ser adecuado al resto de sus características funcionales: clasificación en una determinada red, velocidades de diseño y preferencia de paso.

- Topografía y edificaciones, examinando las restricciones existentes para extender la superficie. Es fundamental considerar los servicios en el subsuelo.

- Análisis del tráfico. Intensidades del mismo en cada movimiento a lo largo del día, a efectos de determinar la capacidad del elemento correspondiente. Es interesante conocer el movimiento de vehículos pesados y elegir el vehículo tipo para el que se proyecta la

intersección. El análisis de los peatones que cruzan la intersección puede determinar alguna disposición especial que sirva sus funciones.

Otro dato relativo al tránsito es la velocidad en los accesos. Esta variable, en algunos ramales, puede ser decisiva para elegir el tipo de proyecto más adecuado.

- El número de accidentes puede justificar su acondicionamiento. Es interesante conocer la forma en que se producen los accidentes y los motivos que los determinan.

- Ya que la circulación en una determinada vía está condicionada por sus intersecciones y la influencia mutua entre unas y otras puede ser grande, es interesante conseguir una cierta uniformidad en el tratamiento de las intersecciones de un itinerario, especialmente por razones de tipo psicológico, ya que el conductor espera un cierto tipo de intersección y normalmente reacciona mejor si encuentra lo que espera.

Una vez conocidos y analizados los datos antes enumerados, puede procederse al dibujo de los croquis previos para el proyecto de la intersección, llegando a definir una o varias soluciones que en principio parezcan más adecuadas para su estudio detallado.

Son también interesantes, para la decisión final, otras consideraciones, como las dificultades al tránsito durante la construcción y el efecto sobre las zonas colindantes.

Las condiciones estéticas, especialmente en zonas urbanas, pueden ser un factor decisivo al elegir una solución, y muchas veces exigen tratamientos complementarios.

Básicamente, los criterios y principios generales para el acondicionamiento de intersecciones son los mismos en zonas rurales y urbanas, aunque hay algunas diferencias que se presentan con carácter casi general.

En primer lugar, es normal que los criterios seguidos en las intersecciones en carretera en campo abierto tiendan fundamentalmente a conseguir una mayor seguridad y a mantener una velocidad elevada en la carretera principal.

En la ciudad, por el contrario, el criterio dominante suele ser la capacidad, ya que es normal que durante muchas horas las intersecciones se saturen. Este criterio de atender a la capacidad aconseja que normalmente el tamaño de las isletas se reduzca al mínimo indispensable para la protección de los coches que realizan determinados movimientos, tratando de que el número de pistas aumente al llegar a la intersección. El haber proyectado intersecciones sin tener en cuenta esta norma ha hecho fracasar algunas soluciones que ha sido preciso rectificar después.

Por otra parte, en la ciudad hay que contar, como elemento fundamental de las intersecciones importantes, con las paradas de autobuses, que no pueden alejarse mucho de ellas, porque precisamente son puntos claves para la transferencia de viajeros. Esto obliga a veces a soluciones algo más complicadas, pero imprescindibles para el correcto funcionamiento de los transportes públicos.

Por último, la presencia de peatones en número importante condiciona casi siempre las soluciones urbanas que a veces sólo se resuelven correctamente estableciendo la circulación de peatones a distinto nivel, para no multiplicar el número de fases con la consiguiente reducción de capacidad.

4.3.1.03 PRINCIPIOS BÁSICOS DEL DISEÑO

El diseño o rectificación de intersecciones no responde a criterios rígidos, ya que, como se ha visto, el número de factores a considerar es muy grande.

Sin embargo, hay una serie de principios que deben incorporarse al buen criterio del proyectista, cuya utilidad depende de las condiciones existentes y cuya validez puede no ser absoluta en ciertos casos.

Los más relevantes de estos principios se resumen a continuación, recalándose que no todos pueden cumplirse simultáneamente y que algunos pueden ser hasta contradictorios en ciertos casos.

a) Preferencia de los Movimientos Principales

Los movimientos más importantes deben tener preferencia sobre los secundarios: esto obliga a limitar los movimientos secundarios con señales adecuadas, o bien a la reducción de anchura de vía o a la introducción de curvas de radio pequeño. A veces conviene eliminar totalmente movimientos muy poco importantes.

b) Reducción de las Áreas de Conflicto

Las grandes superficies pavimentadas invitan a los vehículos y peatones a movimientos desordenados, con la consiguiente confusión, que aumenta los accidentes y disminuye la capacidad de la intersección. Estas grandes áreas son características de las intersecciones oblicuas y una de las causas de que no sean recomendables.

c) Perpendicularidad de las Trayectorias cuando se Cortan

Las intersecciones en ángulo recto son las que proporcionan las áreas de conflicto mínimas. Además disminuyen la gravedad de los posibles choques y facilitan las maniobras, puesto que permiten a los conductores juzgar en condiciones más favorables las posiciones relativas de los demás.

Se consideran aceptables las intersecciones con ángulos comprendidos entre 60° y 120°.

Este principio es de menor interés para las intersecciones con semáforos.

d) Paralelismo de las Trayectorias cuando Convergen o Divergen

El tráfico que se incorpora o sale de una vía debe hacerlo con ángulos de incidencia pequeños, del orden de 10° a 15°, para aumentar la fluidez de la circulación. Si estos ángulos son mayores, los vehículos se verán obligados en muchos casos a detenerse, con la consiguiente disminución de capacidad y seguridad de la intersección. En el caso de vías expresas o si el tráfico lo aconseja deben disponerse vías de aceleración o deceleración, que permitan la incorporación o salida del tráfico a velocidad adecuada.

e) Separación de los Puntos de Conflicto

Mediante una canalización adecuada deben separarse los puntos de conflicto en una intersección, con lo que los conductores no necesitan atender simultáneamente a varios vehículos. En las intersecciones reguladas con semáforos puede convenir, en ciertos casos, concentrar algunos puntos de conflicto, ya que la separación en el tiempo sustituye a la separación en el espacio.

f) Separación de los Movimientos

Cuando la intensidad horaria de proyecto de un determinado movimiento es importante, es conveniente dotarle de una vía propia de sentido único, completándola con vía de aceleración o deceleración si fuera necesario. Las isletas que se dispongan con este objeto, son además imprescindibles en muchos casos para la colocación de señales.

g) Control de la Velocidad

También mediante la canalización puede controlarse la velocidad del tráfico que entra en una intersección, disponiendo curvas de radio adecuado o abocinando las calzadas. Esta última disposición permite, además de reducir la velocidad, evitar los adelantamientos en las áreas de conflicto.

h) Control de los Puntos de Giro

Asimismo, la canalización permite evitar giros en puntos no convenientes empleando islas que los hagan materialmente imposibles o muy difíciles. La seguridad es mayor si se disponen islas elevadas que si la canalización se obtiene mediante marcas pintadas en el pavimento, siempre que las soleras no reduzcan la capacidad o constituyan obstáculos peligrosos.

i) Creación de Zonas Protegidas

Las islas proporcionan a los vehículos espacios protegidos en las calzadas para esperar una oportunidad de paso. Asimismo, pueden servir para que cuando un vehículo necesite cruzar varias pistas pueda hacerlo por etapas sucesivas, sin necesidad de esperar a que simultáneamente se produzca en todos ellos la necesaria interrupción de tráfico. Ejemplo típico son las vías de giro a la izquierda situadas en las medianas. Son también importantes los refugios para peatones.

j) Visibilidad

La velocidad de los vehículos que acceden a la intersección debe limitarse en función de la visibilidad, incluso llegando a la parada. Entre el punto en que un conductor pueda ver a otro vehículo con preferencia de paso y el punto de conflicto, debería existir, en el mejor de los casos, la distancia de parada.

k) Previsión

En general la canalización exige superficies amplias en las intersecciones. Esta circunstancia debe tenerse en cuenta al autorizar construcciones o instalaciones definitivas en las márgenes de las vías que confluyen en la intersección.

l) Sencillez y Claridad

Las intersecciones complicadas, que se prestan a que los conductores duden, no son convenientes; la canalización no debe ser excesivamente complicada ni obligar a los vehículos a movimientos molestos o recorridos demasiado largos.

Al proyectar una intersección parece, a primera vista, que al separar con islas todos los movimientos posibles, se llega a soluciones muy perfectas. Hay una tendencia a complicar la intersección, multiplicando las islas y las vías especiales para cada uno de los movimientos, llegando a soluciones ininteligibles para el usuario. Debe elegirse diseños comprensibles, que permitan una señalización simple y clara.

4.3.1.04 TIPOS DE INTERSECCIONES

Dentro de la innumerable variedad que supone el conjunto de las intersecciones, es posible definir una tipología que permite clasificar la mayor parte de los casos reales.

a) Empalmes (3 Ramas)

Se llama así a las configuraciones de tres ramas, que asemejan una “T” o una “Y”. En éstas, es frecuente el caso de ramas de diversa importancia, lo cual se determina mediante los conteos pertinentes. La cantidad de movimientos posibles es seis, si todas las ramas tienen doble sentido, y cuatro y dos si una de ellas o todas tienen sentido único, respectivamente. Esto sin considerar la posibilidad de giros en “U”.

En la lámina 4.3-1 se muestran algunos ejemplos de empalmes en “T” y en la 4.3-2 otros en “Y”, todos ellos con islas y canalizaciones.

b) Cruces (4 Ramas)

Reciben tal nombre las configuraciones de cuatro ramas, que asemejan una cruz o una equis. La cantidad máxima de movimientos posibles es doce, si todas las ramas tienen doble sentido, y siete y cuatro si dos o cuatro de ellos tienen sentido único, respectivamente (sin giros en “U”). La importancia de los movimientos se detectan mediante conteos.

En la lámina 4.3-3 se muestran algunos de los tipos de cruces canalizados que pueden significar un trazado adecuado según las circunstancias del caso. También se indican las transformaciones posibles de una intersección en “X” para convertirla en una del tipo cruz o en dos empalmes en “T”. Cuando este tipo de rectificación es posible (zonas sub-urbanas o despobladas), debe preferirse las soluciones V y VI. Entre los casos VII y VIII es mejor la segunda, pues el giro a la izquierda que deben hacer los usuarios que desean continuar por la vía secundaria, que es la que se interrumpe, supone la espera sobre esta misma, sin detenciones en la primaria.

c) Encuentros (Más de 4 Ramas)

Este tipo de intersección es difícil de tratar y por lo general se prefiere suprimir una de las ramas, empalmándola con otra fuera de la intersección, si ello es posible. Si no lo es, la solución suele ser complicada o del tipo giratorio, o bien fuerza al establecimiento de sentidos únicos a algunas de las ramas.

Lámina 4.3-1
Empalmes en "T"

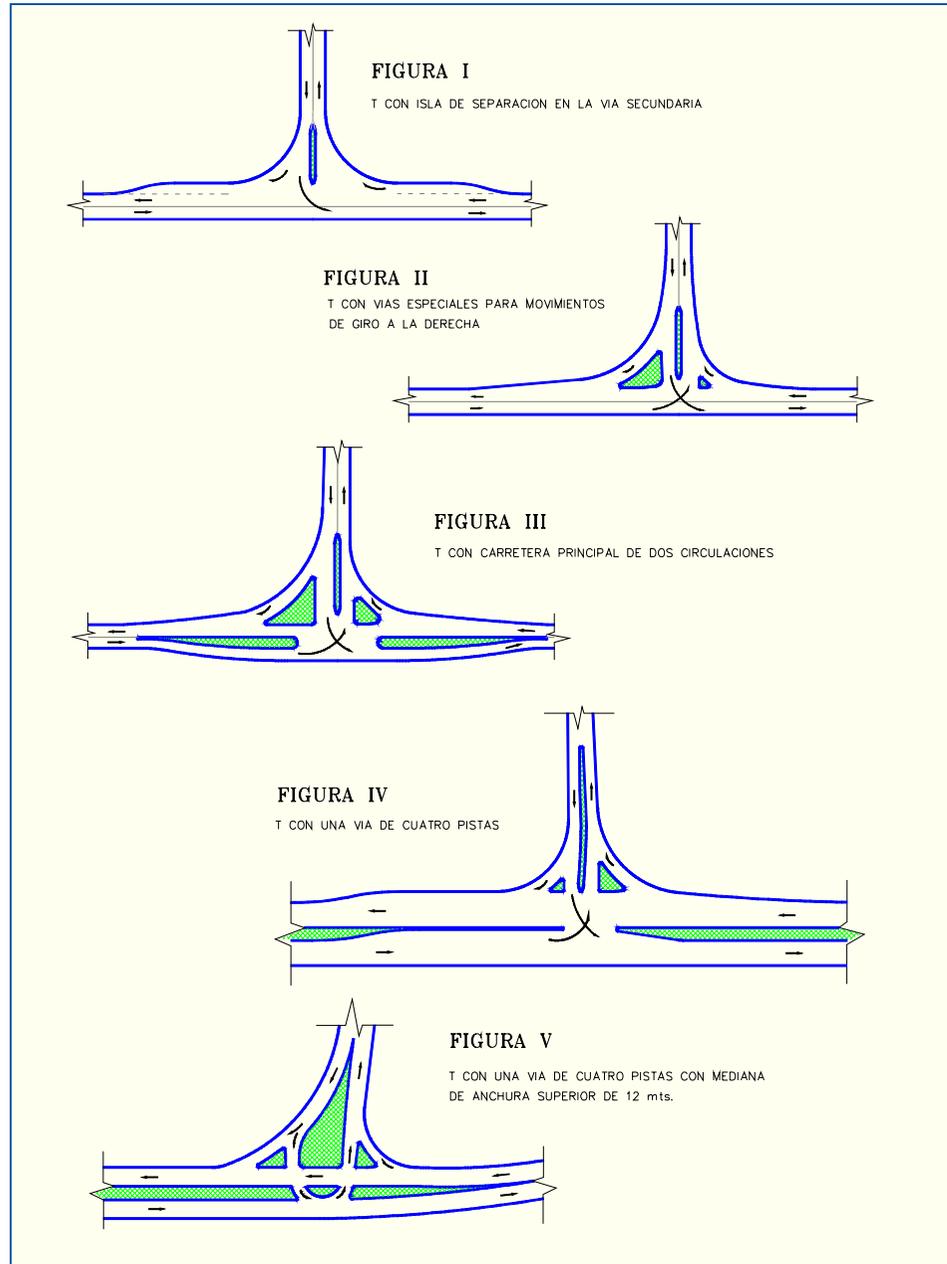


Lámina 4.3-2
Empalmes en "Y"

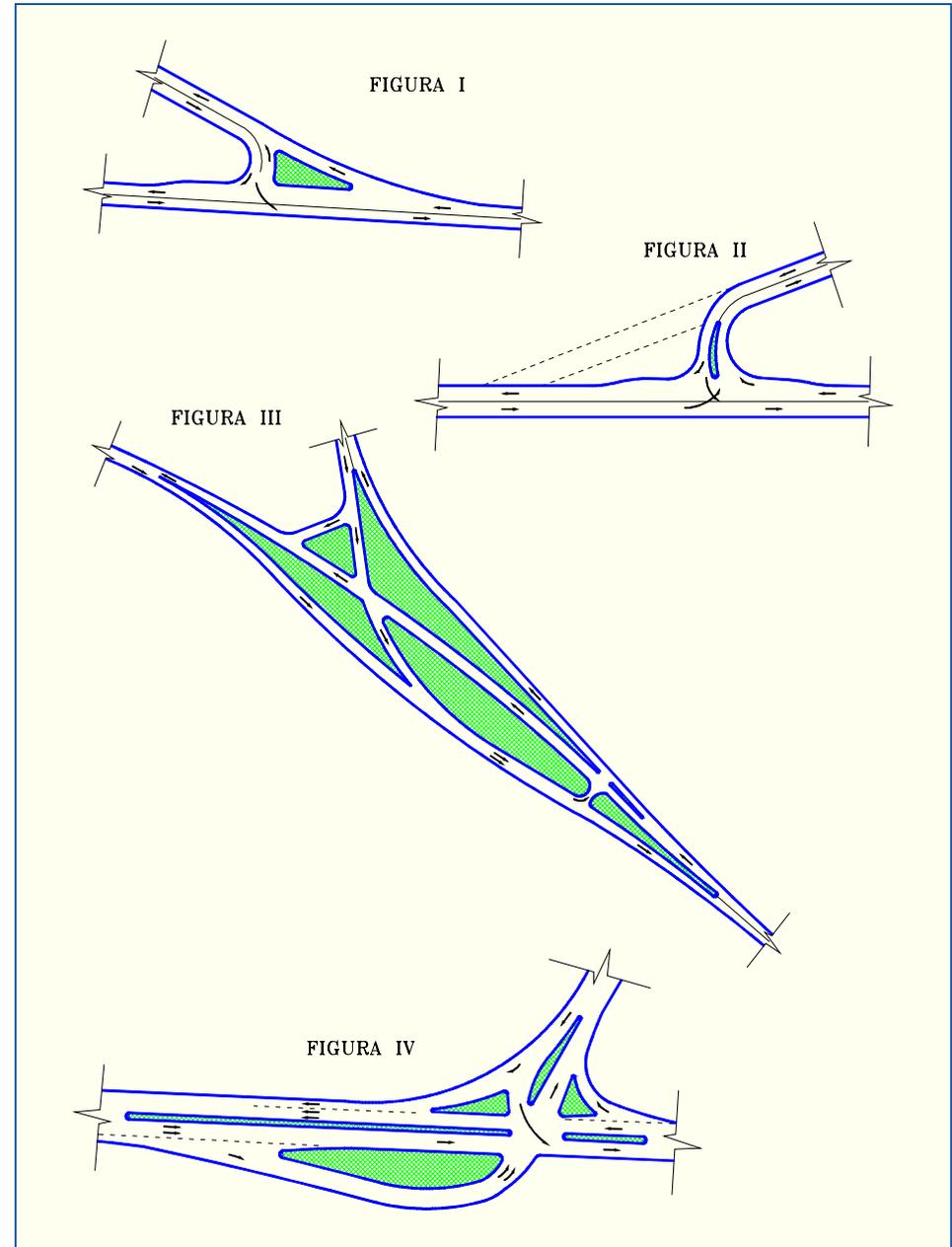
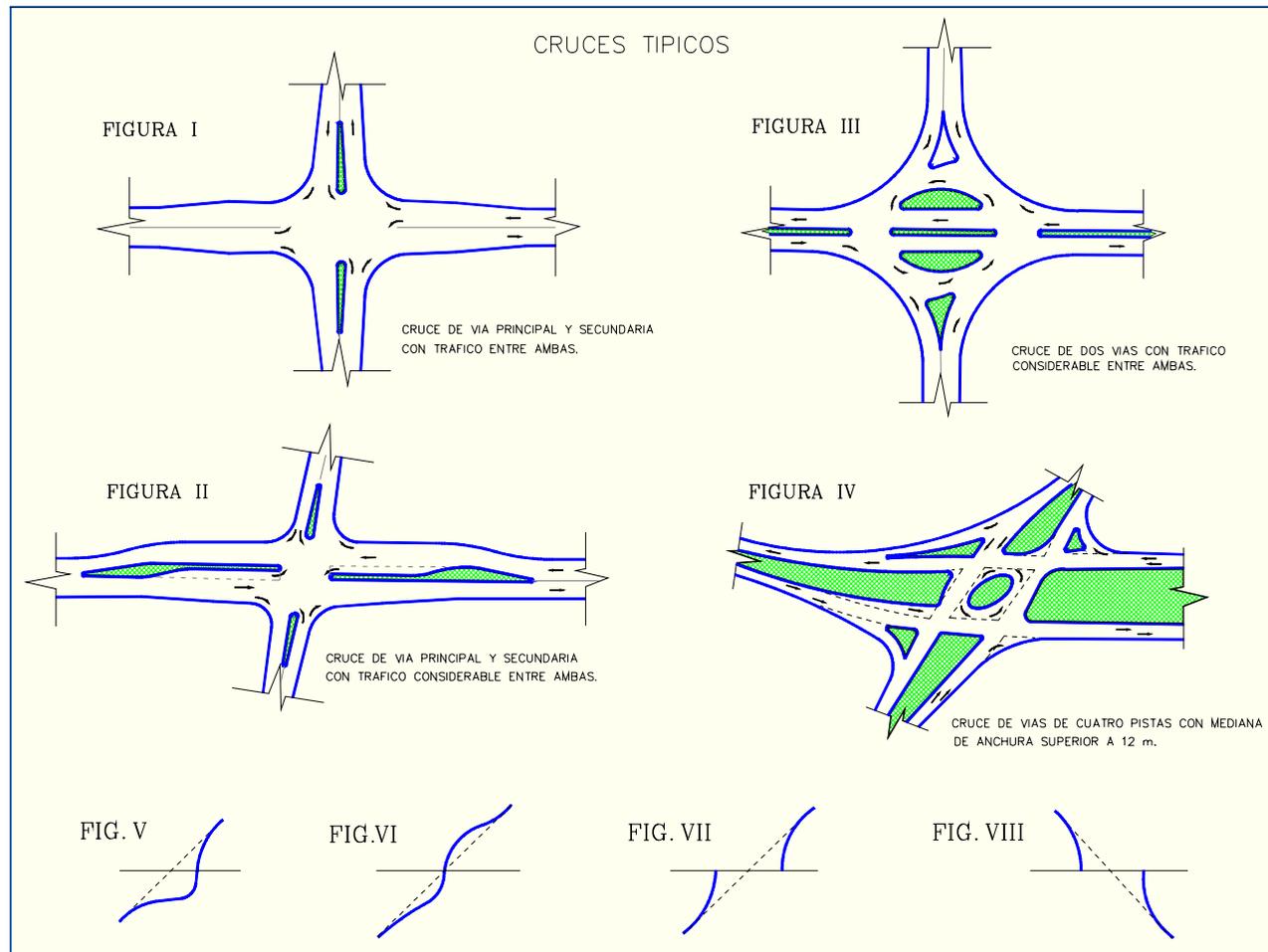


Lámina 4.3-3 Cruces Típicos



i) Rotondas

Este tipo de solución consiste en empalmar las ramas sobre un anillo circular elíptico o similar, por el cual los vehículos giran hasta llegar a la rama de salida. Para esto pueden tener que trenzarse en uno o más puntos con los flujos provenientes de otros ingresos y destinados a otras salidas. No se emplean semáforos y la preferencia corresponde al que viene por el anillo (desde la izquierda).

Esta solución es una solución de compromiso que puede ofrecer algunas ventajas si se dan simultáneamente parte importante de las siguientes condiciones:

- Intersecciones con cinco o más ramales y con volúmenes aproximadamente iguales en todas las ramas.
- Giros relativamente importantes, que llegan a superar los movimientos que continúan recto.
- Areas disponibles extensas, horizontales y baratas.
- Poco movimiento de peatones.
- Distancias entre cada par de ramas consecutivas de longitud suficiente para permitir el trenzado (el tramo más crítico determina la capacidad de la rotonda).

De estas condiciones se pueden inferir también los inconvenientes que hacen que estas soluciones sean rara vez preferibles a las intersecciones de otros tipos: poca capacidad para el área ocupada, recorridos largos, trenzados molestos, incomodidad para los peatones y velocidades generalmente bajas.

Sin embargo, si se comparan cruces con semáforos, con volúmenes equilibrados en las dos vías que se cortan en ángulo recto y con un porcentaje alto de giros a la izquierda (35% o más), se ha observado que las rotondas ofrecen mayor capacidad para una misma superficie.

ii) Mini-Rotondas

Este concepto, relativamente nuevo y que no se ha implementado en nuestro país, consiste en la reducción del tamaño de la isla central hasta un diámetro de unos cinco metros o menos, y el consiguiente ensanche de los accesos en cada una de las ramas. Véase lámina 4.3-4 y 4.3-5, que presentan dos casos correspondientes a una experiencia británica.

4.3.1.05 INFLUENCIA DE LA FORMA Y SUPERFICIE DE LOS CRUCES SOBRE LA CAPACIDAD

a) Relación entre Superficie y Capacidad

En general, la capacidad de una intersección aumenta con su superficie, pero también depende de la forma en que esta superficie se utilice. En la lámina 4.3-6 se representa, a modo de ejemplo, cómo varía la capacidad de un cruce de dos calzadas de 6 m de ancho, a medida que aumenta su superficie, como resultado de la ampliación de los radios de sus esquinas. Hasta que no se superan los 40 m para dicho radio, no se dobla la capacidad inicial, puesto que gran parte de la superficie aumentada apenas se aprovecha. Por encima de un cierto radio, la capacidad no aumenta.

b) Relación entre Forma y Capacidad

En la lámina 4.3-7 se da una idea de cómo se consiguen capacidades distintas si la forma exterior es diferente, con vías de 10 m de calzada y con áreas involucradas de 1.500 m² en todos los casos. La forma ideal es aquella en la que los accesos se ensanchan, al llegar al cruce, de forma relativamente brusca.

Lámina 4.3-4
Mini Rotondas: Experimento en Empalme

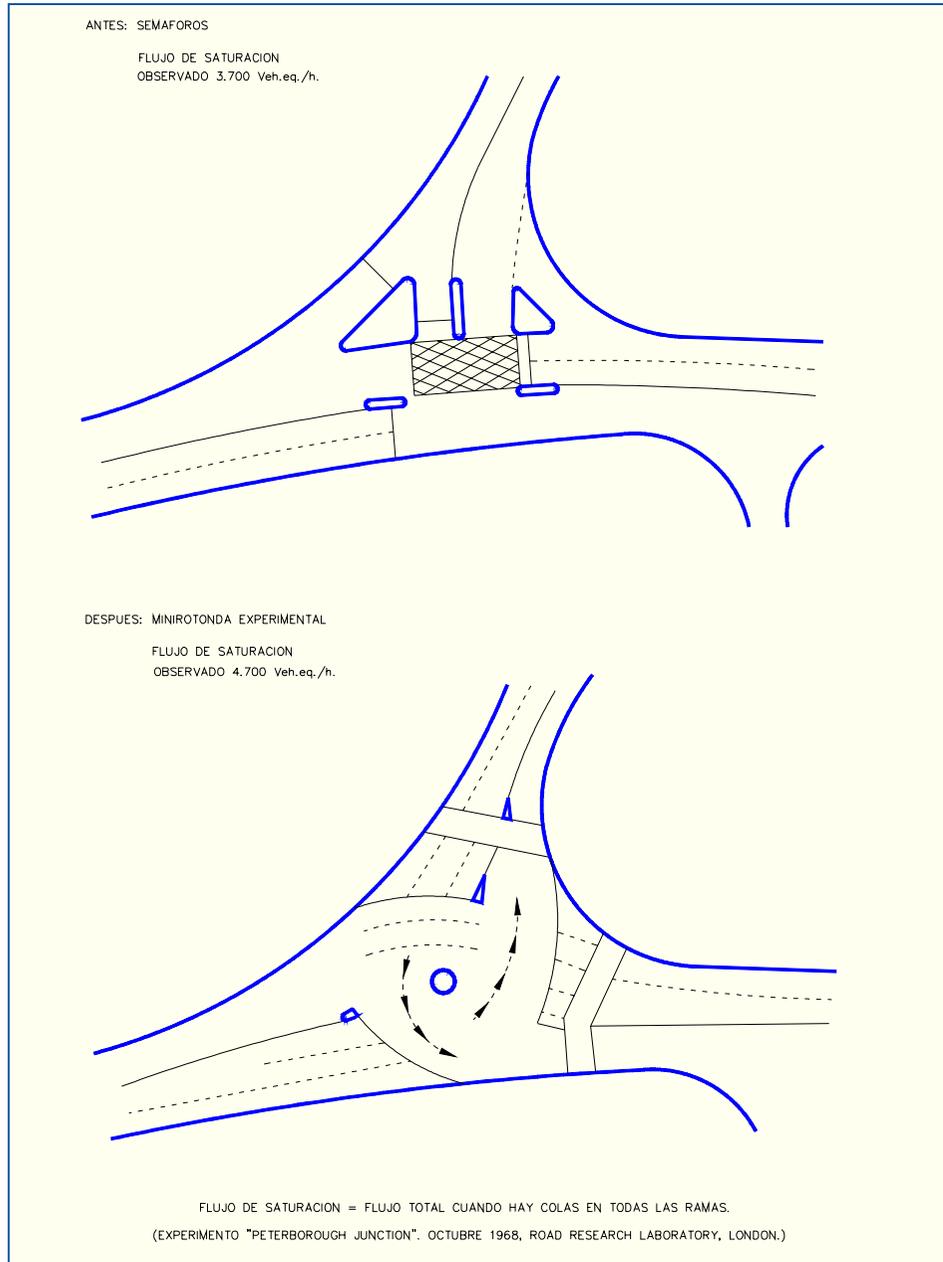


Lámina 4.3-5
Mini Rotondas: Experimento en Encuentro

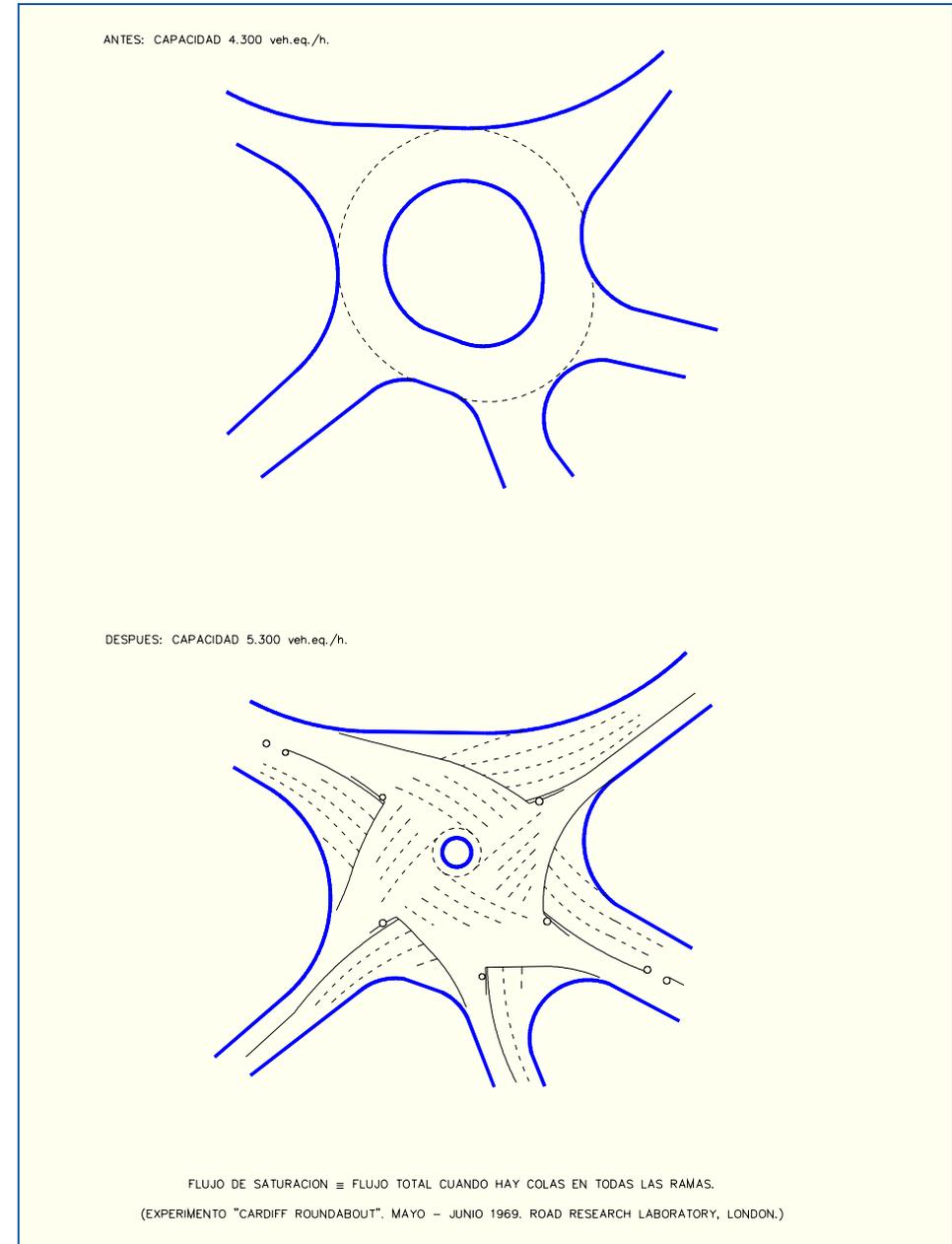


Lámina 4.3-6
Relación Capacidad-Superficie en Intersecciones

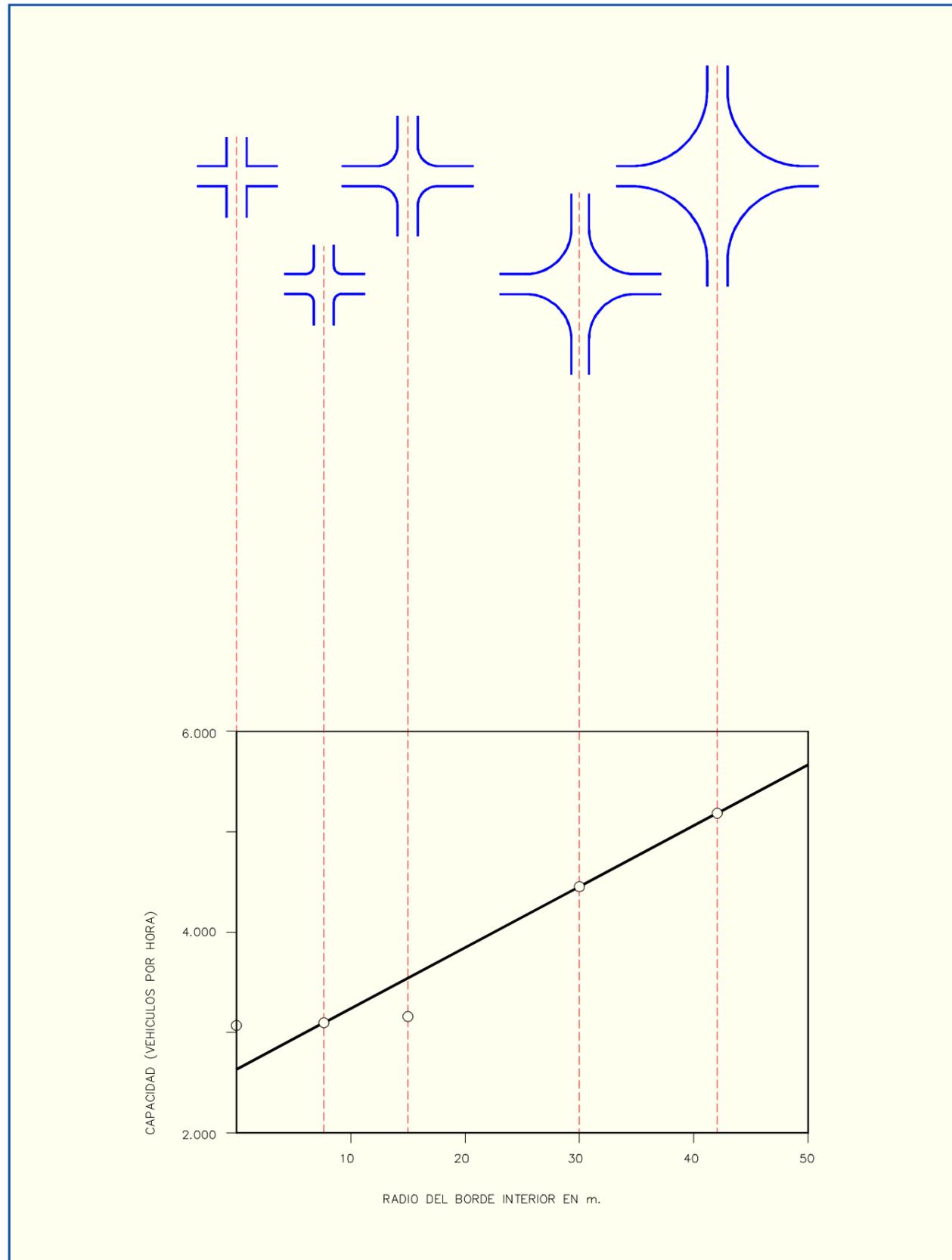
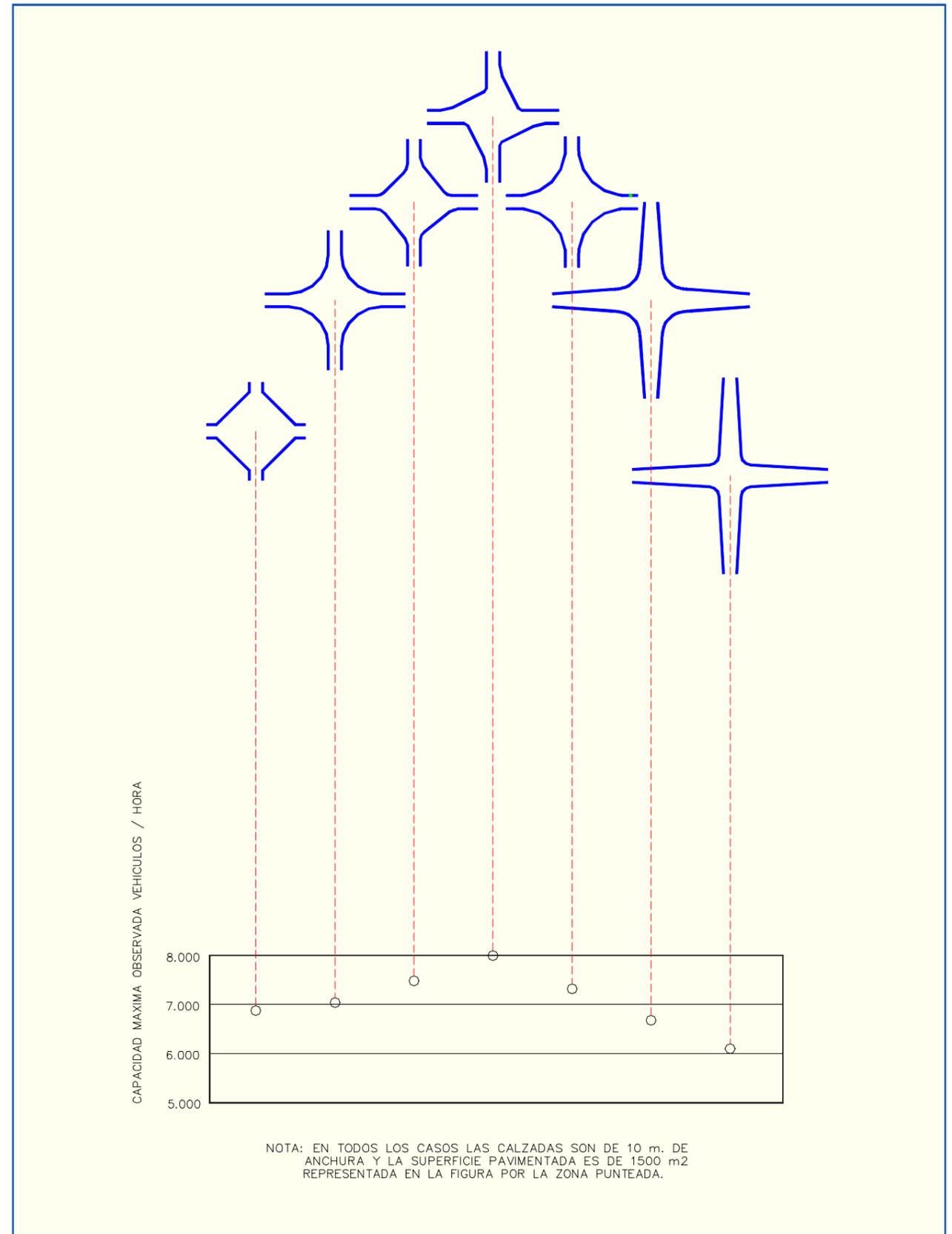


Lámina 4.3-7
Relación Forma-Capacidad en Intersecciones



4.3.1.06 CAPACIDAD EN TRAMOS DE TRENZADO

a) Definición

Los tramos de trenzado son una suerte de intersección, en la cual flujos que circulan en una misma dirección se entrecruzan, en un tramo de calzada común y unidireccional, debido a que dichos volúmenes provienen indistintamente de dos calzadas que han confluído y a que pueden salir, también indistintamente, por cualquiera de las dos ramas en que el tramo en cuestión se bifurca. El cruce así producido tiene la peculiaridad de realizarse en forma continua, sin detención de los vehículos, salvo en el caso de producirse congestión.

Las situaciones que con mayor frecuencia dan origen a tramos de trenzado son las que aparecen en las láminas 4.3-8 y 4.3-9.

- I Dos calzadas que se unen y se vuelven a separar.
- II Los enlaces a distinto nivel que presentan ramales de salida posteriores a ramales de entrada, como ocurre típicamente en las configuraciones del tipo trébol.
- III Los enlaces tipo diamante con calles de servicio, en las cuales se entrecruzan los flujos que llegan de la vía principal y de la lateral, en su paso a ésta y aquella respectivamente.
- IV Las bifurcaciones y enlaces direccionales.
- V a sucesión de intersecciones en cruz o en X.
- VI Las rotondas.
- VII Tramos entre enlaces próximos, muy frecuentes en vías expresas urbanas, con situaciones de trenzado en la calzada principal.

Es posible solucionar estos conflictos construyendo una estructura más, pero por lo general ello no es técnica y/o económicamente factible.

b) Diseño y Capacidad

El análisis y dimensionamiento de los tramos de trenzado se puede hacer mediante la metodología descrita por el H.R.B. en el "High-way Capacity Manual", 1965. Un resumen de ella se puede consultar también en el Capítulo 3.400 Intersecciones, del Manual de Carreteras del MOP.

Ocurre, sin embargo, que la metodología citada se basa en una experiencia referida a autopistas y autovías, con pocas interferencias en el tránsito debidas al uso de suelo colindante. Ello obliga, si se desea aplicar estos procedimientos a las zonas urbanas, a aumentar la longitud del tramo, utilizando por ejemplo las curvas del nivel inmediatamente inferior al que se pretende en el ábaco 3.402.403 (2) A del citado Manual de Carreteras.

Por otra parte, las longitudes disponibles en zonas urbanas son muy inferiores a las que son normales en las vías interurbanas y en el ábaco aludido los tramos cortos están peor definidos. Por ello, el H.R.B. entrega una serie de valores para el número de vehículos que

pueden realizar la maniobra de entrecruzamiento en una longitud dada, en función de la velocidad media en dicho tramo. Estos valores se presentan a continuación y son aplicables al caso de las rotondas.

Cuadro 4.3-1
Longitudes de Trenzado en Función de la Velocidad y el Número de Vehículos que Realizan la Maniobra

LONGITUD DEL TRAMO (m)	INTENSIDAD DEL TRÁNSITO QUE SE ENTRECROZA (veh/h)		
	V= 30 Km/h ⁽¹⁾	V= 50 Km/h	V= 65 Km/h
30	1.500	750	350
60	2.000	1.100	600
90	2.200	1.350	750
120	2.500	1.600	900
150	2.700	1.750	1.050
180	2.900	1.900	1.200

(1) Las cifras correspondientes a 30 km/h representan la máxima capacidad, resultando difícil en la práctica superar el 90% de los valores indicados.

Las longitudes de trenzado se miden según lo indicado en la lámina 3.1-10, figura I.

Los anchos del tramo se calculan según lo indicado en la referencia citada.

El T.R.R.L. (Transport and Road Research Laboratory) británico ha realizado ensayos directos para determinar la capacidad en tramos de trenzado del tipo urbano, correspondientes a intersecciones giratorias, llegando a la siguiente fórmula:

$$C = \frac{355 \cdot a \cdot (1+e/a) \cdot (1-p/3)}{1+a/L}$$

donde:

- C = capacidad (veh/h)
- e = anchura media de los accesos al tramo, en m.
- a = anchura del tramo trenzado, en m.
- l = longitud del tramo, en m.
- p = proporción del tráfico que se entrecruza respecto del total.

La fórmula se ha establecido para valores de **a** entre 6 y 18 m.; **e/s** entre 0,4 y 1; **a/l** entre 0,12 y 0,4; **p** entre 0,4 y 1; y $18 \text{ m} \leq l \leq 90 \text{ m}$.

Posiblemente sea aplicable a parámetros que se encuentran fuera de esos límites. Con lluvia se reduce la capacidad en un 10%.

Conviene considerar que la capacidad es el 80% de la que resulta de aplicar la fórmula, ya que a partir de un valor comprendido entre el 80 y el 90% del que resulta de dicha aplicación, la demora por vehículo aumenta considerablemente.

Los valores de **l** se miden según la figura II de la lámina citada.

Véase el caso de las mini rotondas en 4.3.1.04.d.ii.

c) Niveles de Servicio

El método del H.R.B. implica determinar la "calidad de la circulación" en estos tramos, la cual se divide en cinco "grados" -del I al V- que corresponden a distintas curvas del ábaco citado (3.202.403 (2) A del Manual de Carreteras del MOP). La descripción de estos grados puede ser consultada en la misma referencia.

Cabe hacer notar, sin embargo, que sólo los grados III, IV y V son aplicables a vías urbanas y que existe una correspondencia entre ellos y los niveles de servicio de las vías que generan el entrecruzamiento; a saber, III y IV para niveles A y B, indistintamente, según las circunstancias IV para niveles C y D, y V para nivel E. Se considera insatisfactorio el nivel de servicio F en dichas vías.

Lámina 4.3-8
Esquemas de Trenzado

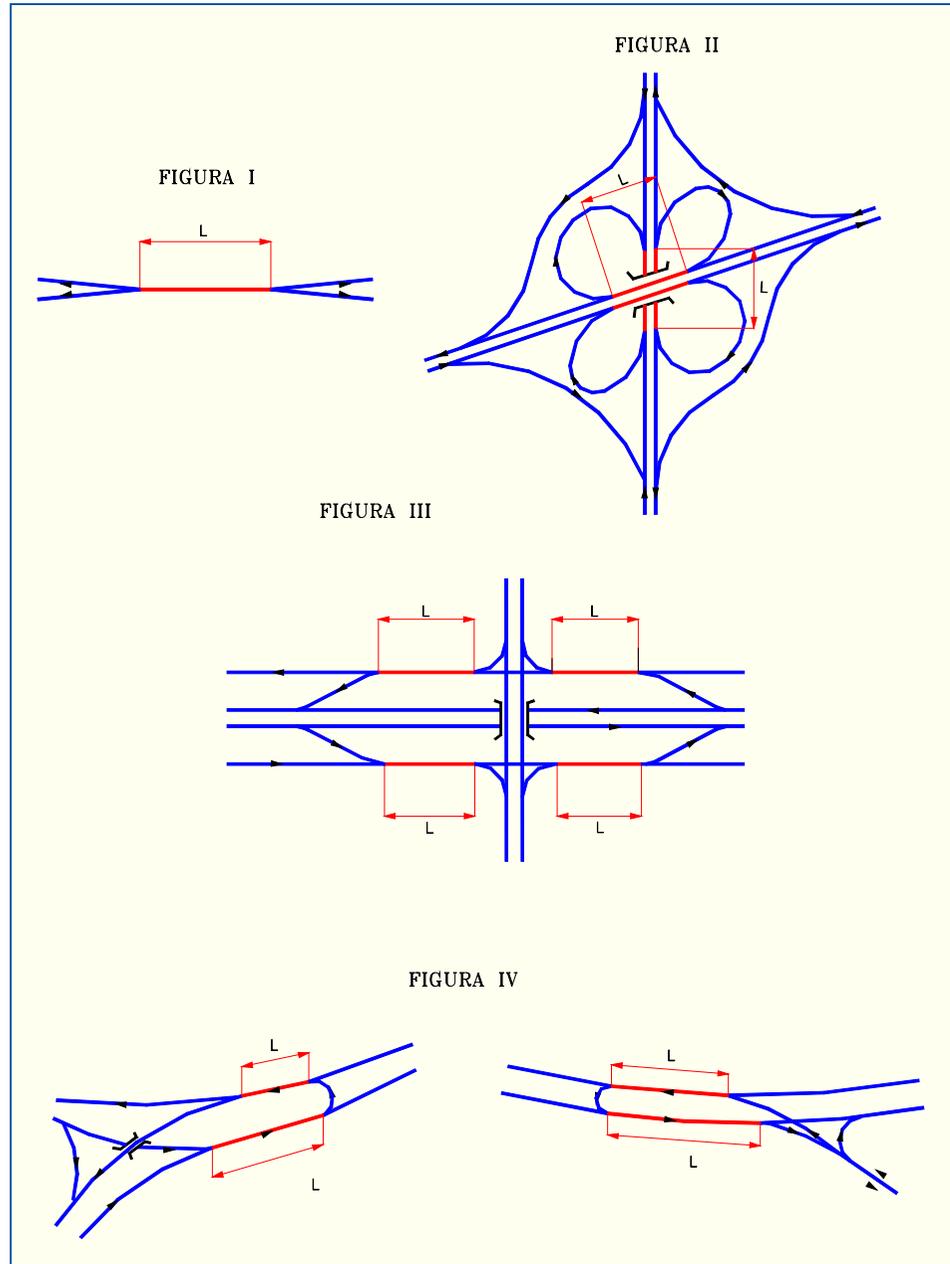


Lámina 4.3-9
Esquemas de Trenzado

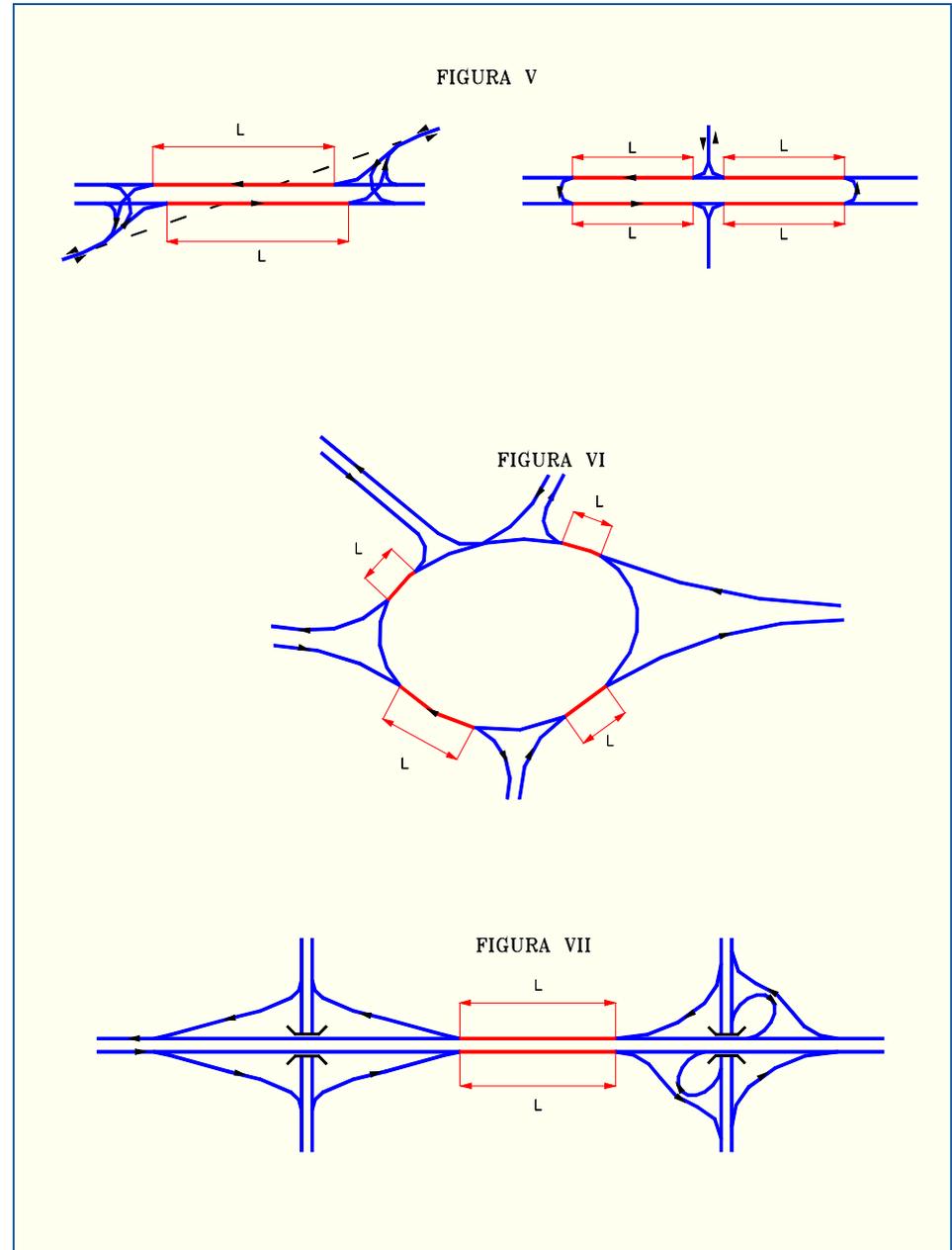
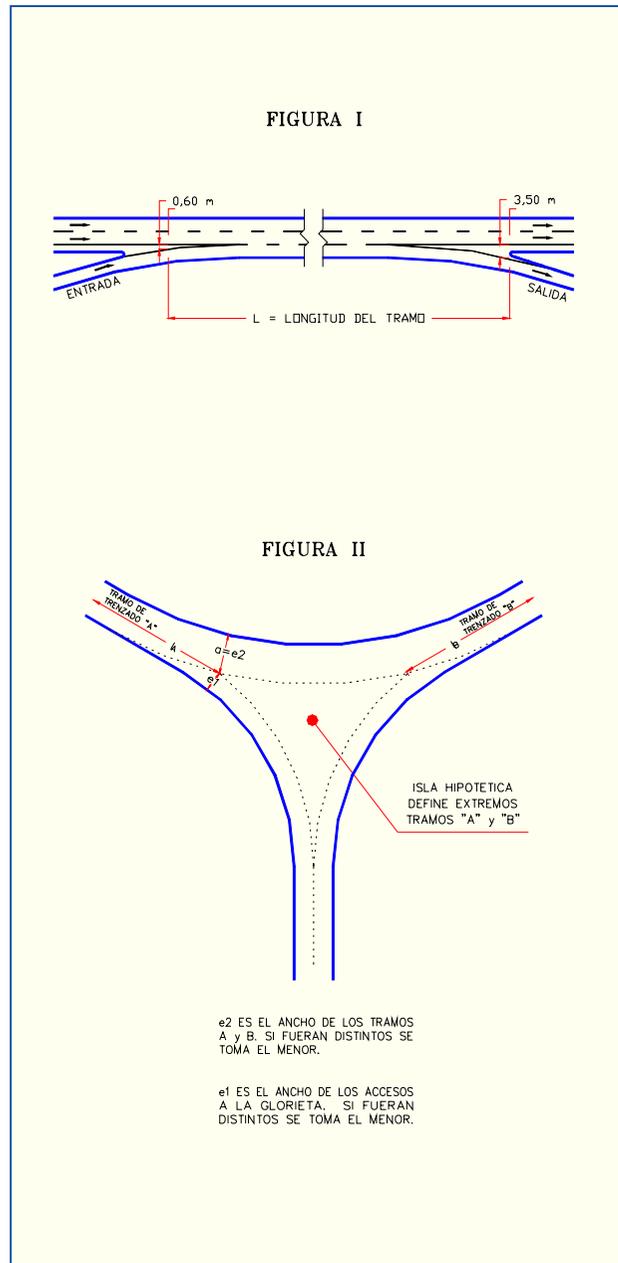


Lámina 4.3-10
Longitudes de Trenzado



4.3.2 ELEMENTOS DE DISEÑO DE INTERSECCIONES

4.3.2.01 DEFINICIÓN EN PLANTA

La definición en planta de los distintos elementos que configuran una intersección se rige por cuatro aspectos fundamentales que no son independientes entre sí.

Primero, la velocidad que el diseño permitirá a los vehículos que utilicen dichos elementos, respetando márgenes aceptables de seguridad, comodidad y economía. Esta velocidad -de diseño- se supone coherente con la situación más favorable que impongan los sistemas de control que se prevean en el dispositivo. En este sentido, al elegir una velocidad de diseño se subentiende que ella puede ser desarrollada en el elemento en cuestión, ya sea porque los vehículos que lo usen tienen preferencia señalizada o porque enfrentan una luz verde de semáforo. Si no existe preferencia ("PARE" o "CEDA EL PASO" afectando el movimiento) debe considerarse, para efectos del diseño, velocidad nula en ese punto, salvo que se prevea una posible modificación futura de tal esquema de priorización.

Segundo, el tipo de vehículos que habrán de usar el dispositivo en forma significativa. Aquellos elementos que se vean requeridos por un porcentaje de vehículos del tipo camiones y buses o vehículos articulados superior al 5%, deberán ser diseñados tomando en cuenta las exigencias geométricas superiores que tal demanda supone y que, por otra parte, satisface plenamente los requisitos operativos de las categorías inferiores.

El tercer aspecto fundamental para el diseño geométrico de elementos en intersecciones es que los vehículos, al transitar por ellos, lo hacen guiándose a alguna referencia visual: Solera, demarcación, borde de calzada o pista. Estas deben coincidir con un eje analíticamente definido que respete las normas aquí definidas, o derivarse de él de manera que se garantice su afinidad geométrica con la dinámica de los movimientos considerados. La derivación más frecuente es la traslación paralela de los ejes, pero también son frecuentes las transiciones parabólicas de ciertas líneas (soleras) con respecto al eje o a una paralela a él, así como líneas que convergen o divergen con respecto a otras, según leyes que pueden ser lineales o de otra naturaleza.

El cuarto y último aspecto es la existencia de peatones, que además de significar una variable importante desde el punto de vista operativo, impone restricciones y exigencias al diseño geométrico de una intersección. Esto principalmente debido a la necesidad de proveerlos con islas-refugio si las distancias a cruzar por ellos (en una fase verde) es superior a 14 metros.

En la presente sección se abordará la descripción de los elementos más importantes y usuales de las intersecciones. Estos elementos pueden ser dispositivos completos, como son las intersecciones de vías de calles laterales de servicio; dispositivos aislados, como las pistas de cambio de velocidad, o simples

alineamientos, como las curvas a emplear como ejes en movimientos de giros.

a) Ejes de Replanteo

Para definir geoméricamente una intersección es necesaria la elección de ciertas líneas relevantes que tendrán categoría de ejes auxiliares.

En la lámina 4.3-11 se esquematizan algunas posibilidades de ejes auxiliares, así llamados para distinguirlos de los ejes principales, que serán los que definen geoméricamente las vías que se empalman, cruzan o encuentran.

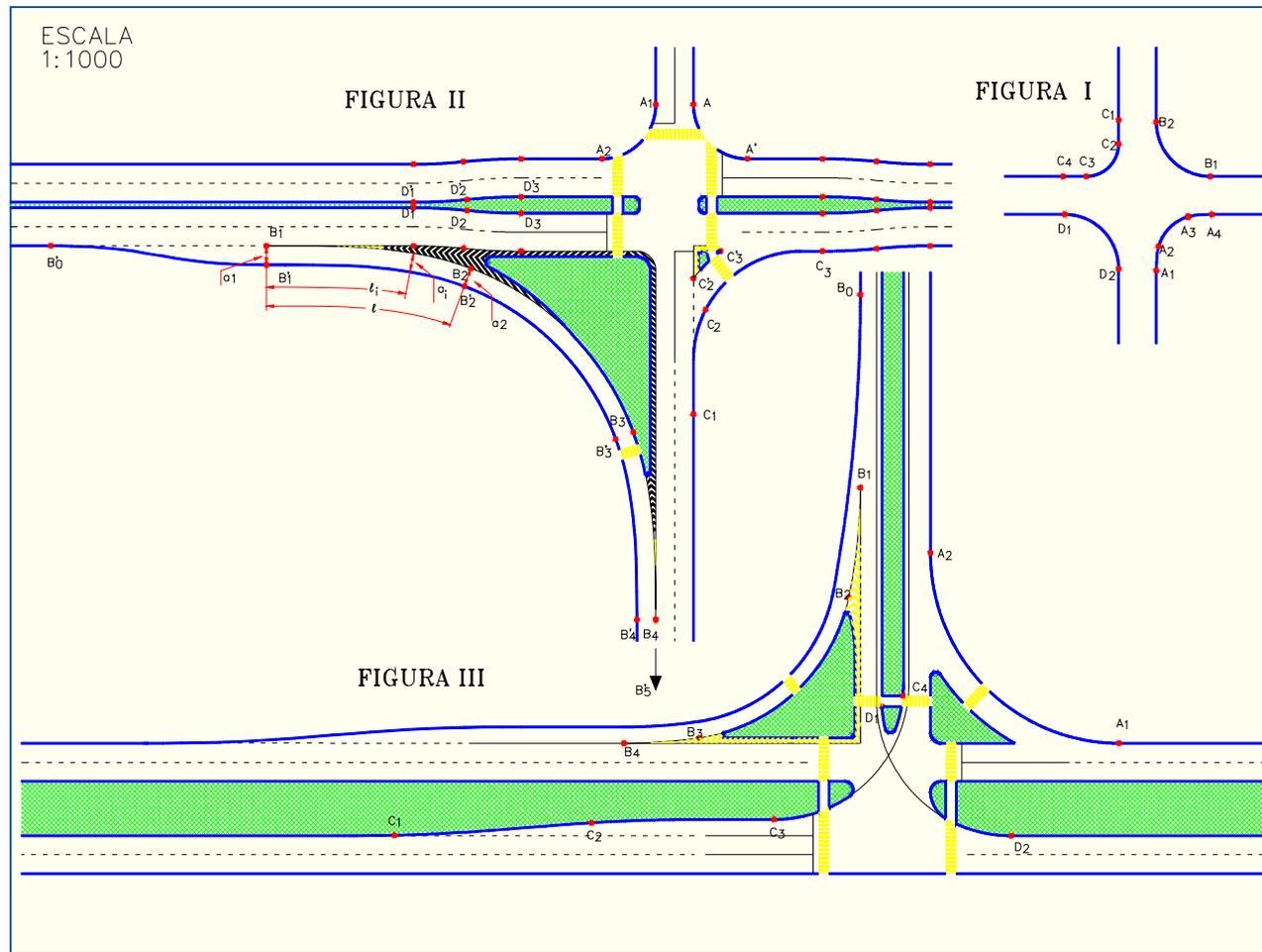
En la figura I se tiene una intersección "en cruz". En ella se definen cuatro ejes auxiliares (A, B, C y D), los cuales corresponden a cada uno de los bordes de la plataforma vehicular sobre la cual son posibles los movimientos de giro. Los ejes A y C son compuestos por tres elementos cada uno: A1A2, A2A3, A3A4 y C1C2, C2C3 y C3C4, los cuales pueden ser curvas circulares de tres centros o combinaciones clotoide-curva circular-clotoide, dependiendo de algunas circunstancias que se verán más adelante. Los ejes B y D son curvas circulares simples.

Como se puede apreciar, estos ejes constituyen el borde de la calzada, el cual por lo general queda definido en el terreno por una solera, si se trata de una intersección urbana, y por una línea demarcatoria de berma en otro caso, constituyendo una u otra la guía óptica que el conductor sigue al efectuar los movimientos de giro.

En la figura II se tiene un eje A del tipo simple y dos ejes, B y C, que son algo distintos a los anteriores, ya que corresponden al borde izquierdo y derecho a un ramal de giro, respectivamente. En ambos casos, el conductor tiene dos referencias visuales, a las que puede acomodarse indistintamente, sean éstas soleras o líneas demarcatorias. Los ejes pueden ser combinaciones de clotoides con círculo intermedio o curvas de tres centros. Los bordes opuestos serán una línea que resulta, en el caso de requerirse anchos distintos del ramal según su curvatura, que es el caso normal de arcos de círculos concéntricos (B2'B3', C2'C3') y de curvas que resultan de transiciones lineales de ancho: si B1B1' tiene ancho a_1 y B2B2' tiene un ancho distinto a_2 , B1'B2' será una curva que distará de B1B2 una distancia variable $a_1 = a_1 + li/1(a_2 - a_1)$ y que también será aceptable como guía óptica. BO'B1' resulta una recta, pues se pasa de un ancho nulo en BO' a un ancho a_1 en B1B1', en forma lineal. Lo mismo se puede decir, respectivamente, de B3'B4' y de B4'B5'. En el caso del eje C, puede ocurrir que el arco concéntrico C2'C3' intersecte el borde de las calzadas principales antes de alcanzar a ser proyección del punto correspondiente del eje, como ocurre en la figura con los puntos C', lo cual no constituye defecto.

En la misma figura aparecen los eje D y D', que son curvas circulares en "S" que generan la isla central. (Véase 3.3.2.04.).

Lámina 4.3-11
Ejes de Replanteo en Intersecciones



b) Radios Mínimos

En el caso de los ejes principales de las vías, los radios mínimos resultan de la aplicación de un criterio físico-matemático que relaciona la velocidad de diseño, el radio de curvatura, el peralte y el coeficiente de fricción transversal.

En el caso de los ejes auxiliares esto también puede ser válido, así como todo lo relativo a las curvas de acuerdo, pero las limitaciones de espacio que enfrenta el diseño de intersecciones, que se traduce principalmente en la necesidad de velocidades de diseño aún inferiores a 25 km/h. y en la imposibilidad de conseguir desarrollos de ejes lo suficientemente amplios como para desarrollar el peralte normalizado, obliga a dar un tratamiento distinto al problema de los radios mínimos.

Deberá distinguirse, por lo tanto, el caso de las intersecciones que se diseñan sobre una plataforma común, en la cual la altimetría de las superficies ocupadas para los distintos movimientos debe ser resuelta como un conjunto, siguiendo fundamentalmente imperativos de drenaje o estéticos, y aquellas otras en las que uno o más ejes tienen un desarrollo suficiente como para poder tratar su altimetría en forma más o menos independiente de las calzadas principales y de otras superficies que pueden acoger movimientos según el esquema de la plataforma común.

En la lámina 4.3-11, tendríamos que la figura I representaría el caso típico de una intersección sobre una plataforma común, donde la altimetría de los ejes auxiliares se deriva de la de las calzadas. En la figura II, en cambio, la elevación del eje B podría tratarse a través de un perfil longitudinal del mismo, quizás sin ninguna concesión a la influencia de la altimetría de las calzadas principales, que podría absorberse en la isla triangular que separa a estas últimas del ramal. Pero aún cuando esto no fuera posible, y el borde B1B4 tuviera que adecuar su altimetría a algún imperativo de drenaje o estético que emane del resto de la intersección, lo que sí será factible es el tratamiento del peralte. En efecto, el ramal de la figura permitirá, en los tramos B1B2 y B3B4, efectuar transiciones de peralte para conseguir un valor dado de éste en el tramo circular B2B3. Incluso se puede adelantar algo en este sentido en las cuñas BO'B1 y B4B5'.

Un eje como el C, de la misma figura, no permite la independencia altimétrica del ramal en forma completa, pero en alguna medida permite bosquejar un desarrollo de peraltes que permita una marcha más cómoda.

Los ejes A, C y D de la figura III son totalmente dependientes de la elevación de la plataforma de la intersección, y el eje B corresponde a un caso similar al del eje B de la figura anterior.

En general, la definición de ejes por el borde exterior de la plataforma (todos los eje de la figura I, ejes A de las figuras II y III, y eje

En la figura III aparecen los ejes A y B, similares a otros ya vistos en los esquemas anteriores. Además, aparece el eje D, que es un arco circular que no tiene reflejo material en la intersección, sino en los puntos de llegada y salida donde él limita la solera o la demarcación. Este eje representa una línea más o menos paralela a la trayectoria de un vehículo que ejecuta el viraje a la izquierda correspondiente. El eje C, entre C3 y C4 es similar al eje D, pero entre C1 y C2 corresponde a curvas parabólicas en "S" que generan la pista de espera central (3.5.2).

Cabe hacer notar que a partir de una cierta dimensión de los radios de giro, y por lo consiguiente de la plataforma, aparecen las islas y sus consecuentes canalizaciones. Todos estos ejes, así como cualquier otro que sirva para representar o reflejar la trayectoria de los vehículos, debe cumplir con la condición de continuidad, salvo en los empalmes con bordes de calzada, donde eventualmente pueden iniciarse o morir en un ángulo pequeño. En lo demás, deben ceñirse a las recomendaciones y normas que este volumen incluye.

C de la figura III), se adecúa mejor a las intersecciones de tamaño reducido y medio, ya que la referencia visual que supone el borde derecho del pavimento (solera) es más relevante. En intersecciones grandes, en cambio, puede suponer una ventaja para el proyecto definir el borde izquierdo, por coincidir éste con el límite de la plataforma con altimetría dependiente, y por tener este borde una mayor importancia relativa como guía óptica, si se le compara con el breve borde izquierdo del otro caso.

La mayor parte de las intersecciones urbanas son de tamaño reducido, debiendo definirse los bordes extremos de las mismas.

Los bordes derechos, entonces, pueden ser resueltos de cualquiera de tres maneras: mediante una curva circular única, a través de una combinación de curvas circulares, o por la sucesión clotoide-curva circular-clotoide, pudiendo en este último caso prescindirse de la clotoide final si el empalme del ramal se hace bajo la condición de “CEDA EL PASO” o “PARE”.

Cuando existen ramales independientes, el diseño en planta de los ejes se ajusta a los criterios que rigen el diseño de las vías en sección normal.

A continuación se trata separadamente cada uno de estos esquemas.

i) Radios Mínimos para Velocidades muy Bajas

Una curva circular única de radio mínimo es aplicable como delimitadora de la vereda en calles donde no se desee promover velocidades de giro que pueden resultar inadecuadas a la actividad peatonal, o donde no existe espacio disponible para curvas más amplias, o donde no se desea reducir la superficie peatonal de la esquina como resultado de la ampliación de curva, o simplemente como una forma de dificultar un giro que sería erróneo.

En este último caso se puede llegar a radios de giro de 1 m. Radios de 1,5 m y de 2,0 m son aceptables en intersecciones locales donde el tránsito de vehículos mayores (C y VA) sean nulos o muy escasos y se desee incentivar maniobras lentas.

En la lámina 4.3-12 se muestra una intersección típica urbana, en ángulo recto y con el borde del pavimento (solera) resuelto mediante curvas de 4,5 m, 6,0 m, 7,5 m, 9 m y 12 m. Allí se han dibujado las trayectorias del borde del parachoque más limitante (exterior) y de las ruedas interiores, para los tres vehículos considerados (L, C y VA). El proyectista deberá elegir el más adecuado en cada caso, en función del servicio que se desee prestar y del compromiso habitual entre costos y beneficios. En el monto de los primeros, en el caso urbano, suele ser definitiva la influencia de las expropiaciones. Los principales beneficios se derivan de las concomitancias que tiene sobre el servicio un aumento de la capacidad del dispositivo, particularmente en términos de la velocidad de operación. Esto, sin embargo, debe ser entendido como una generalidad que no significa desconsiderar los demás factores involucrados en el diseño vial urbano.

ii) Radios Mínimos en Intersecciones sin Canalizar y $V \leq 20$ km/h

Este criterio supone un servicio algo mejor que los esquemas mínimos del acápite anterior. En el cuadro 4.3-2 se entregan los radios de giro y retranqueos que deben utilizarse para curvas sencillas o de tres centros, en función del ángulo de giro. Se considera que un vehículo

puede circular a 15 km/h. sin salirse de sus pistas inicial y final, ni acercarse a menos de 0,3 m. del borde. Una velocidad algo más alta exige una aproximación mayor a dicho borde. En la lámina 4.3-13 se muestra la resolución geométrica y analítica de la curva de tres centros simétrica.

Cuadro 4.3-2
Trazados Mínimos en Intersecciones sin Canalizar y $V \leq 20$ km/h

VEHIC. TIPO	ÁNGULO DE GIRO	CURVA SENCILLA RADIO	CURVA COMPUESTA DE TRES CENTROS		ÁNGULO DE GIRO	CURVA COMPUESTA DE TRES CENTROS	
			RADIOS	RETRANQUEO		RADIOS	RETRANQUEO
			(m)	(m)		(m)	(m)
L	30	18,00	--	--	115	30 6 30	0,75
C		30,00	--	--		30 10,5 30	0,90
VA		60,00	--	--		45 12 45	1,95
L	50	15,00	--	--	130	30 6 30	0,60
C		22,00	--	--		30 9 30	1,50
VA		45,00	60 30 60	0,90		30 10,5 30	2,10
L	65	12,00	--	--	150	30 6 30	0,45
C		18,00	--	--		30 9 30	1,50
VA		--	60 22,5 60	1,05		30 9 36	2,40
L	85	10,50	30 7,5 30	0,60	165	22,5 5,4 22,5	0,60
C		16,50	36 13,5 36	0,60		30 9 30	1,50
VA		--	45 15 45	1,65		36 9 36	2,25
L	100	9,00	30 6 30	0,75	200	15 4,5 15	1,50
C		15,00	36 12 36	0,60		30 9 30	1,50
VA		--	45 15 45	1,50		36 7,5 36	3,30

L = primordialmente para vehículos ligeros; permite el giro ocasional de camiones, con restricción en el sobrancho del ramal.
C = adecuado para camiones; permite el giro ocasional de vehículos articulados, con ligera ocupación de las pistas adyacentes de ambas carreteras.
VA = permite totalmente el giro de vehículos articulados, sin salirse de sus pistas de origen y destino.

iii) Radios Mínimos en Intersecciones Canalizadas y $V > 20$ km/h

Cuando se planea una intersección importante, en la cual, en la cual interesa posibilitar velocidades superiores a 20 km/h., se tiene que las superficies involucradas aumentan considerablemente y que es necesaria, tanto para reducir los costos provenientes de la pavimentación de grandes áreas como para encauzar movimientos que de otra manera resultarían erráticos, la disposición de islas, generalmente triangulares, que además sirven como refugio peatonal (véase 3.3.3.01 y 3.3.2.04).

En estos casos, el eje auxiliar puede ser el borde derecho del ramal, en el sentido del avance de los vehículos, o el borde izquierdo del mismo.

En el primer caso, los radios mínimos, para curvas simples, o los parámetros para una configuración ARB (2.2.1.01.a.ii.), son aquéllos cuyos valores se tabulan en 4.3-3.

Si se quisiera diseñar ejes que definan el borde izquierdo del ramal (en el sentido de la marcha), los radios mínimos serán los que aparecen en el acápite 2.2.1.02 b.iii., pero ampliados en una magnitud igual al ancho del ramal, para compensar el hecho de ser el borde interior de la curva el que debe cumplir con las normas en cuestión.

Es preciso aclarar que el sistema de definir el borde izquierdo del ramal es particularmente cómodo si existen pistas de cambio de velocidad en paralelo (véase 3.1.4.02 a.) asociadas al ramal. Si no las hay, o si existen pistas o cuñas de deceleración directas (véase 3.1.4.02.a.iii.), tal eje debe ser resuelto de manera que sea posible

Lámina 4.3-12
Traectoria de Vehículos en Esquina

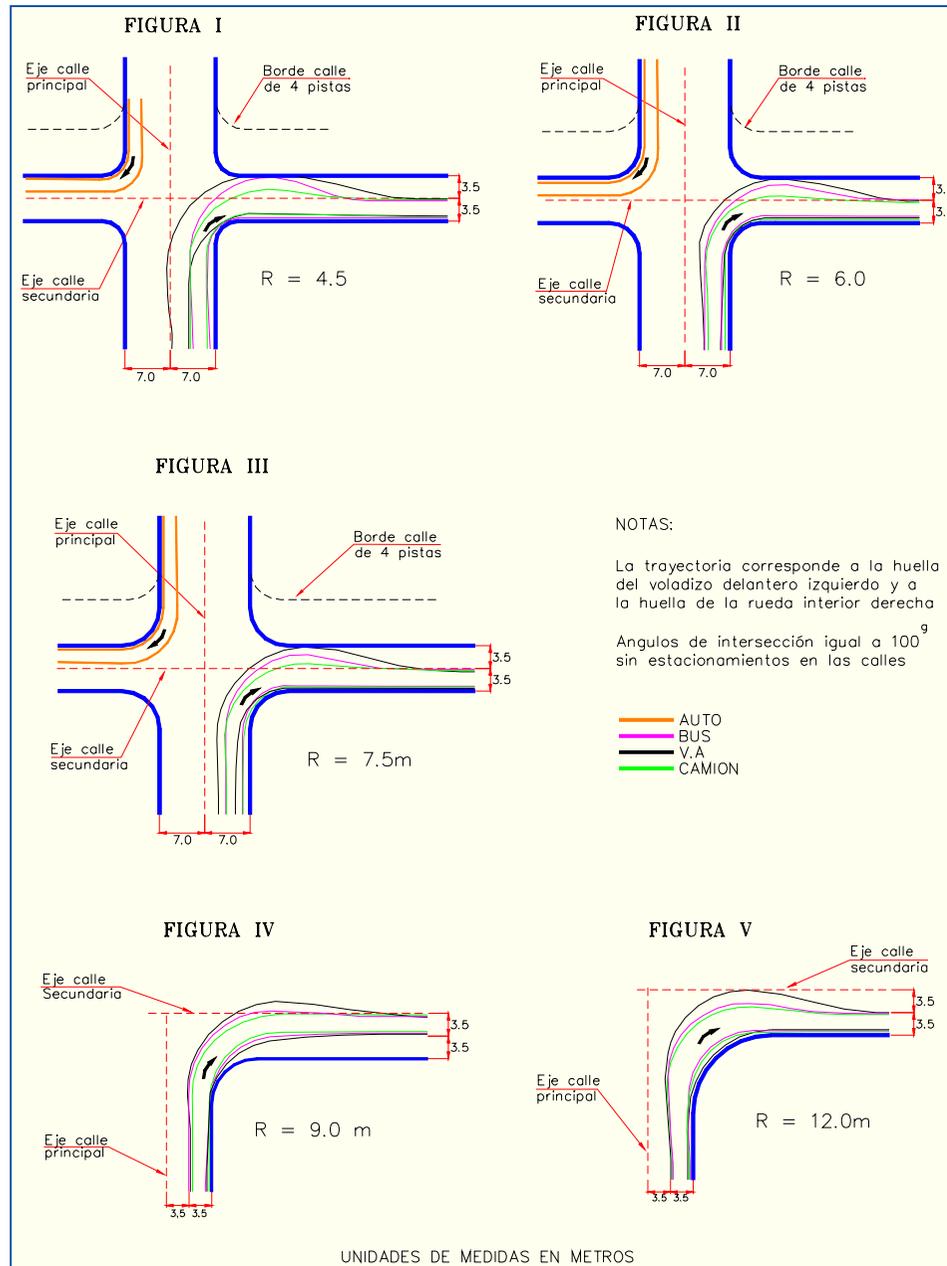
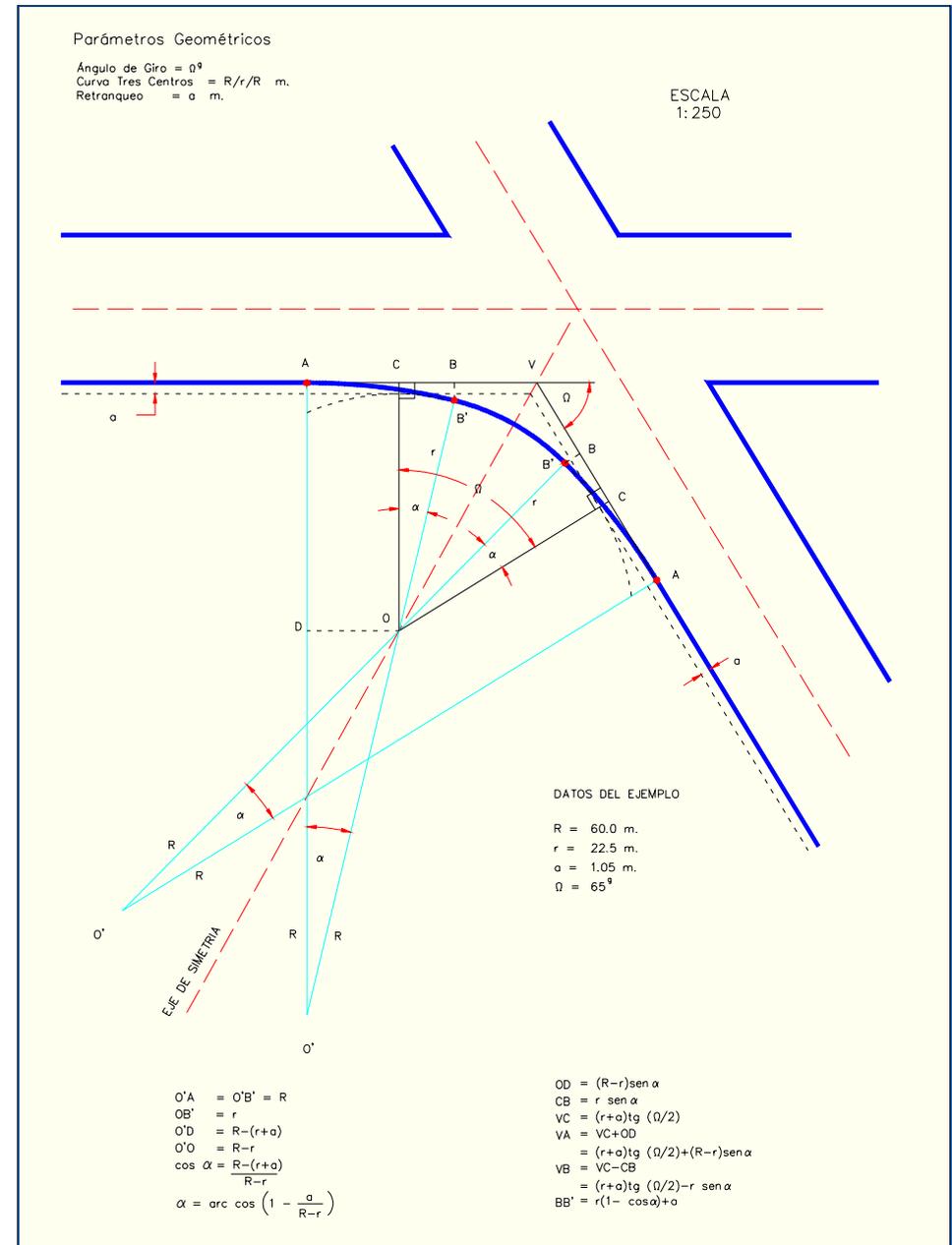


Lámina 4.3-13
Curva de Tres Centros Simétrica



Cuadro 4.3-3
Radio Mínimos en Intersecciones Canalizadas y V > 20 km/hr

RADIO DEL BORDE EXTERIOR DEL PAVIMENTO	ÁNGULO EN EL CENTRO	CURVA DE TRES CENTROS PARA EL BORDE INTERIOR DEL PAVIMENTO				
		R ₁	R ₂	R ₃	e	s
(m)	(g)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
14 ⁽²⁾	67 A 100 ⁽¹⁾	50	12.50	75	16.80	3.80
	100 A 200	30	8	60	13.40	1.20
	MAYOR DE 100	22	7	60	14.00	0.00
15 ⁽²⁾	67 A 100 ⁽¹⁾	54	13.50	75	17.70	3.80
	100 A 200	36	9	60	14.40	1.30
	MAYOR DE 200	24	7.50	60	15.00	0.00
18	67 A 100 ⁽¹⁾	36	16	90	24.40	3.40
	100 A 233	36	12	90	17.50	0.40
	MAYOR DE 233	24	11.50	90	18.00	0.00
20	67 A 100 ⁽¹⁾	36	18	90	22.00	2.80
	100 A 200	36	15	90	19.90	0.70
	MAYOR DE 200	30	14	90	20.00	0.00
22.5	45 A 67	60	27	90	31.00	4.80
	67 A 233	36	17	90	22.10	0.40
	MAYOR DE 233	36	16.50	90	22.50	0.00
30	0 A 33	65	CURVA DE UN SOLO RADIO			
	33 A 67	60	27	120	31.00	1.50
	MAYOR DE 67	36	25	120	30.00	0.00
45	0 A 28	90	CURVA DE UN SOLO RADIO			
	MAYOR DE 28	90	40.50	120	45.00	0.00
60 ⁽³⁾	0 A 22	120	CURVA DE UN SOLO RADIO			
	MAYOR DE 22	120	56.00	120	60.00	0.00

NOTAS:

(1) No se recomiendan radios menores de 22,50 m. para ángulos de menos de 67 g o menores de 30 m. para ángulos de 45 g porque resultan arcos de corta longitud.

(2) Los radios de 14 y 15 m. sólo se admiten para velocidad prácticamente nula si se prevén vehículos articulados; esta solución solamente se usará en casos críticos.

(3) Para cualquier radio entre 60 y 150 m. se utilizarán curvas concéntricas de radio interior 4 m. menos que el radio exterior, empleando curvas de transición.

prolongar el borde derecho del ramal, hasta empalmar con el borde de las calzadas principales mediante rectas o curvas circulares estéticamente aceptables y que representen una guía óptica clara y continua.

Cuando se define el borde derecho del ramal, este problema no existe, siendo por ello preferido cuando no existen pistas en paralelo. La cuña queda determinada por la intersección del borde izquierdo del ramal, paralelo al eje, con el borde correspondiente de la calzada principal. Si se desea conferir a la cuña las longitudes estipuladas en 3.1.4.02, para cambiar de velocidad, será preciso efectuar algunos análisis y tanteos previos a la elección de los alineamientos, los cuales pueden llegar a ser complejos si hay clotoides involucradas.

El problema de los terminales fue visto con más detalle en el párrafo 3.4.2.01 a.

c) Curvas de Transición

i) Clotoides

El uso de espirales como curvas de transición es particularmente deseable en intersecciones, pues en éstas se magnifican las ventajas que ellas representan desde el punto de vista estético y operativo.

Las relaciones entre **A** y **R** son las que aparecen en las tablas del acápite 2.2.1.02 b.iii.

ii) Curvas Circulares Compuestas

También se puede pasar de una alineación cualquiera a otra de radio de curvatura inferior o superior usando una curva circular de radio intermedio.

Cuando este sistema es utilizado, debe asegurarse que la relación entre dos radios sucesivos no sea superior a 2 (dos), siendo preferible que el radio superior sea al inferior como 1,5 es a 1.

Además, la longitud de tales curvas debe ser suficiente para que los conductores las usen efectivamente para modificar su velocidad. Los valores mínimos y deseables para estas dimensiones se tabulan a continuación:

Cuadro 4.3-4
Longitudes (m) de Arcos Circulares en Curvas Compuestas cuando Precedidas por una Curva de Radio Doble o Seguidas por una Curva de la Mitad del Radio

RADIO (m)	30	45	60	75	90	120	150 o más
MÍNIMO ABSOLUTO (m)	12	15	18	24	30	36	42
MÍNIMO DESEABLE (m)	18	21	27	36	42	54	60

4.3.2.02 ALTIMETRÍA DE LAS INTERSECCIONES

a) Aspectos Generales

Las intersecciones son superficies a las que confluyen vías que presentan características altimétricas propias, las cuales deben ser compatibilizadas teniendo en cuenta tres aspectos que se interrelacionan: el drenaje, la continuidad de los perfiles involucrados y las inclinaciones transversales a los movimientos de giro.

Por lo general, en intersecciones urbanas, la mayoría de las cuales se desarrollan en una plataforma única, dicha compatibilización supone sacrificar en alguna medida los dos últimos aspectos, ya que un adecuado drenaje es intransable, por los daños, inconvenientes y riesgos que produce una solución inadecuada en este sentido.

A medida que la intersección crece, va siendo cada vez más posible obtener una superficie que permita, a la vez, respetar peraltes para los vehículos que giran (ramales independientes); dar continuidad a los perfiles longitudinales de la vía secundaria, haciendo que ella se ajuste a la pendiente transversal de la principal, con la sola discontinuidad que supone un bombeo a dos aguas en esta última (véase lámina 4.3-14), y todo eso sin impedir que el agua encuentre, en cualquier punto de la plataforma, una pendiente suficiente para iniciar su flujo hacia el desagüe más cercano.

En la lámina citada se identifica la siguiente información:

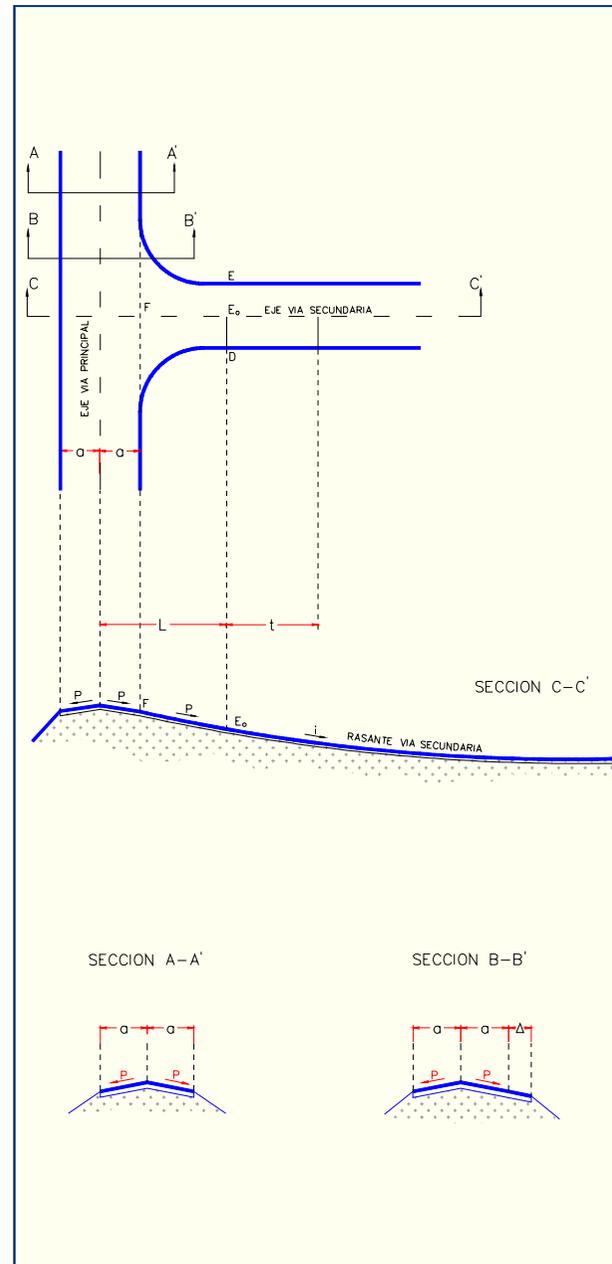
- E₀**= Punto a partir del cual la vía secundaria presenta su ancho normal.
- i**= Inclinación longitudinal de la vía secundaria. Variable de preferencia a partir de **E₀** con un valor inicial igual a **p**.
- t**= Zona de transición de peraltes de la vía secundaria; en DE el peralte debe coincidir con la pendiente de la plataforma.
- F**= Punto donde se cortan el eje de la vía secundaria y la prolongación de los bordes de la vía principal.

Existen numerosas combinaciones de altimetría posibles según las características de la intersección, sin considerar siquiera la posibilidad de que alguna(s) de las vías confluyentes presente una planta en curva. Resulta prácticamente imposible la descripción de cada una de ellas.

Si es posible normalizar criterios en algunos aspectos tales como la forma de desarrollar el peralte en ramales de giro, lo cual será considerado como un problema de altimetría en estas circunstancias, o algunas situaciones básicas para intersecciones mínimas en recta y con ángulos próximos a 100°.

El perfil longitudinal de la vía secundaria, esquematizado en la lámina 4.3-14, puede iniciarse en un punto cualquiera entre E₀ y F, si esto es necesario o conveniente. Con esto, el plano en el que se

Lámina 4.3-14
Perfil Longitudinal Derivado de Vía Primaria



inscribirá la intersección seguirá siendo una prolongación de la pista correspondiente, pero con una pendiente variable en el sentido del eje de la vía secundaria, si existe algún acuerdo vertical en esa parte de dicho eje. Para estos efectos, se considera el eje como un eje de ramal y se aplican los valores del cuadro 2.2-7.

La pendiente inicial del perfil longitudinal de la vía secundaria deberá ser de preferencia la de la pista prolongada (ver lámina citada). Sin embargo, en casos justificados, podrá permitirse una arista con diferencias de inclinación de hasta un 4% en el caso de condición de parada, y de un 0,5% en el caso de un "Ceda el Paso".

b) Desarrollo de Peraltes en Terminales de Giro

i) Aspectos Generales

Como se ha insinuado, rara vez es posible proveer inclinaciones transversales coherentes con la curvatura en terminales donde la intersección es poco más que un ensanche del pavimento, donde se desea mantener la pendiente transversal de la vía principal y donde existe un límite práctico entre dicha pendiente y la del ramal, lo cual no puede superar ciertos valores.

Para diseñar un terminal de salida debe partirse suponiendo fijas las condiciones altimétricas de las pistas de paso, determinada por las circunstancias del diseño de las mismas. A medida que la curva de salida diverge de la calzada principal, el borde del pavimento que se ensancha -curvo o recto según el diseño- puede variar en elevación con respecto al borde de la calzada de paso, que es una línea teórica desde el momento que ya no existe borde. Esta variación debe ser gradual.

Un poco después del punto donde se consigue el ancho total del ramal de giro, aparece la "nariz", generalmente con soleras, que separan las dos calzadas. Allí donde la curva de salida es pequeña y sin cuña completa ni curva de transición, no es posible desarrollar una gran parte del peralte del ramal antes de dicha nariz. Más allá de ella, dependiendo de la longitud del ramal, se podrá conseguir dicho peralte. Cuando la curva en cuestión supone una desviación lenta con respecto a la alineación principal, es posible efectuar una transición adecuada del peralte.

El método más deseable para dicha transición, aparece en la lámina 4.3-15. En la figura I de la misma se muestra el caso de un desarrollo del peralte para un ramal que sale de una calzada en recta. Desde **a** a **b**, se prolonga la pendiente transversal de la pista exterior de la calzada de paso. El ancho en **b** es convencional, de 0,25 a 1,00 m, dependiendo de las conveniencias del caso, y ello facilita la construcción de este punto. Más allá de **b**, existe un ancho suficiente para empezar a inclinar transversalmente la cuña con respecto al bombeo de la pista adyacente, como en **c**. En **d**, que es donde se tiene el ancho de dicho ramal, se puede tener una pendiente transversal aún mayor. Esta inclinación se aumenta en las proximidades de la nariz, en el punto **e**, lo cual se facilita inclinando hacia abajo el pavimento de la "punta".

Más allá de la nariz, en **f**, el pavimento se torsiona tan rápido como las condiciones lo permiten hasta conseguir el peralte total.

En la figura II, la calzada principal va en curva, cuyo sentido favorece el diseño si el peralte es superior al bombeo. En tales casos, no es raro poder conseguir la totalidad del peralte en las vecindades de **e** y **f**.

Menos favorable es el caso que se presenta cuando la calzada principal presenta una curvatura en sentido opuesto a la del ramal, como se ilustra en la figura III. Dependiendo del valor del peralte de la vía de paso, puede ser impracticable invertir la inclinación transversal del pavimento auxiliar, por lo menos hasta haber conseguido un ensanche mayor. Esto por razones de estética, comodidad y seguridad. Lo típico es mantener el peralte de la calzada de paso hasta **b**, y a partir de allí empezar a disminuir dicha inclinación hasta conseguir la horizontal en **d**. Desde ese punto hasta la nariz, se puede desarrollar una parte del peralte del ramal, ya sea generando una arista por el centro de la punta o haciendo esta horizontal. El resto del peralte debe desarrollarse más allá de la nariz. Véase figura IV.

Cuando existe una pista de deceleración en paralelo, ésta provee de suficiente espacio como para conseguir que el peralte del ramal se consiga en las vecindades de la nariz.

Estos esquemas son también válidos para terminales de entrada, excepto que en tal caso la “nariz”, más pequeña estaría situada en las proximidades de **d**.

ii) Aristas entre Calzadas y Superficies Anexas

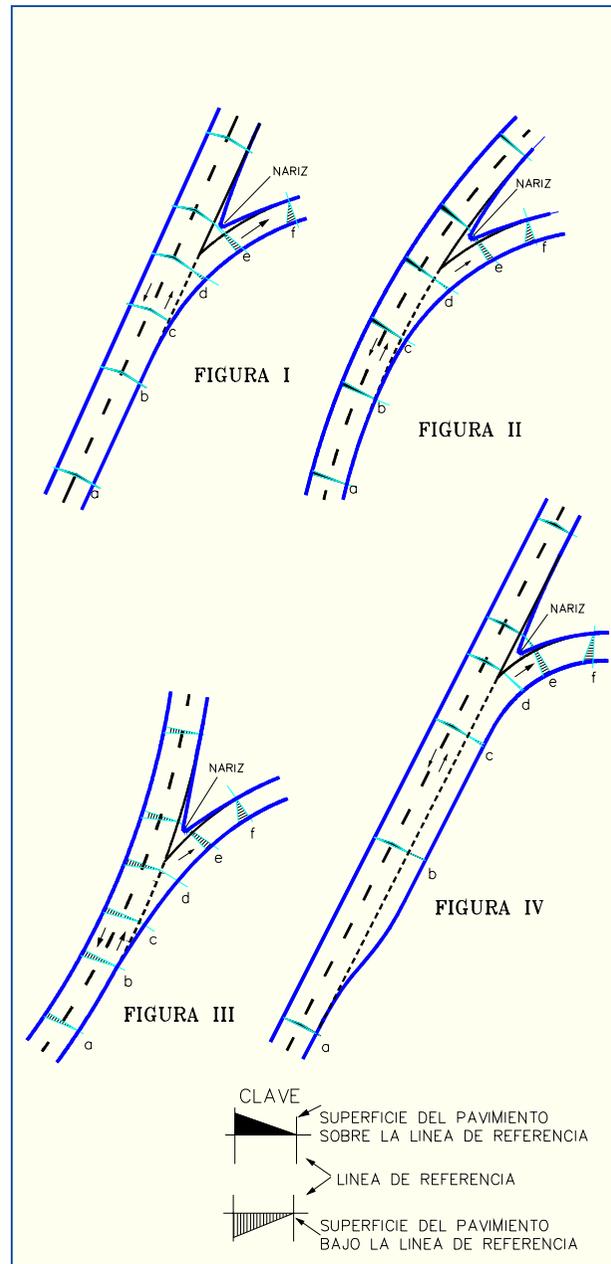
Estas aristas no se refieren a las que se forman en el centro de la calzada como producto del bombeo, sino a la diferencia algebraica entre pendientes transversales distintas de dos pavimentos adyacentes. Donde ambos pavimentos vierten hacia afuera de la arista, la diferencia algebraica es la suma de sus pendientes transversales; donde ellos vierten en la misma dirección es la diferencia de dichas inclinaciones.

Una diferencia algebraica deseable es una arista de este tipo es del 4%, pero puede ser mayor si la velocidad de diseño es baja y no hay un gran tráfico pesado. Los valores máximos aparecen en el cuadro a continuación.

Cuadro 4.3-5
Diferencias Algebraicas Máximas en Aristas de Terminales

VELOCIDAD DE DISEÑO DEL RAMAL (km / h)	DIF. ALG. MAX. DE LA ARISTA ENTRE CALZADA Y RAMAL (%)
25 - 35	5 - 8
40 - 50	5 - 6
55 - 70	4 - 5

Lámina 4.3-15
Desarrollo del Peralte en Terminales de Giro



iii) Transición de Peraltes

El desarrollo del peralte a lo largo de un pavimento auxiliar de ancho creciente y a lo largo de la totalidad de un ramal no debe ser abrupto. En realidad, debe aplicársele los criterios consignados en 2.2.1.02 b.ii.

El procedimiento para definir la transición puede ser el siguiente, utilizando la figura I de la lámina 4.3-15.

-Se busca el peralte que corresponde a la velocidad de diseño y el radio de curvatura limitante del ramal, permitiendo hasta un peralte máximo del 8%. Cuadro 2.2-7.

-Se define la pendiente relativa de borde (**j**) que se usará, que puede ser el máximo del cuadro 2.2-12.

-Se comprueba lo que ocurre con **j** si se permite en **d** una diferencia algebraica razonable de la arista pertinente. Puede ocurrir que sea posible conferir la totalidad del peralte en **d**, pero ello no será necesario si la curva circular limitante se inicia más lejos. Si tal es el caso, es preferible suponer conseguido el peralte total en dicho punto y comprobar **j** suponiendo que se debe llegar a tal inclinación a partir del bombeo en el punto **b**.

c) Principios Básicos para Definir la Elevación de Intersecciones en Plataforma Única

Este tipo de intersección es el más común en las ciudades. Se refiere al típico encuentro de dos calles en un ángulo aproximadamente recto en los cuales es preciso hacer coincidir altimétricamente los pavimentos involucrados. Esta operación, como se ha dicho ya, está dirigida por los requerimientos de drenaje, que recomiendo conferir a la plataforma una línea de máxima pendiente del orden del 2%, aunque eventualmente este valor puede reducirse hasta un 1% si el recorrido del agua por dicha línea es breve (5-10m.).

Este caso, para efectos de la definición en sección longitudinal, se deberá partir del supuesto que una de las vías es prioritaria. Esta será aquella de mayor importancia en términos de categoría y flujos.

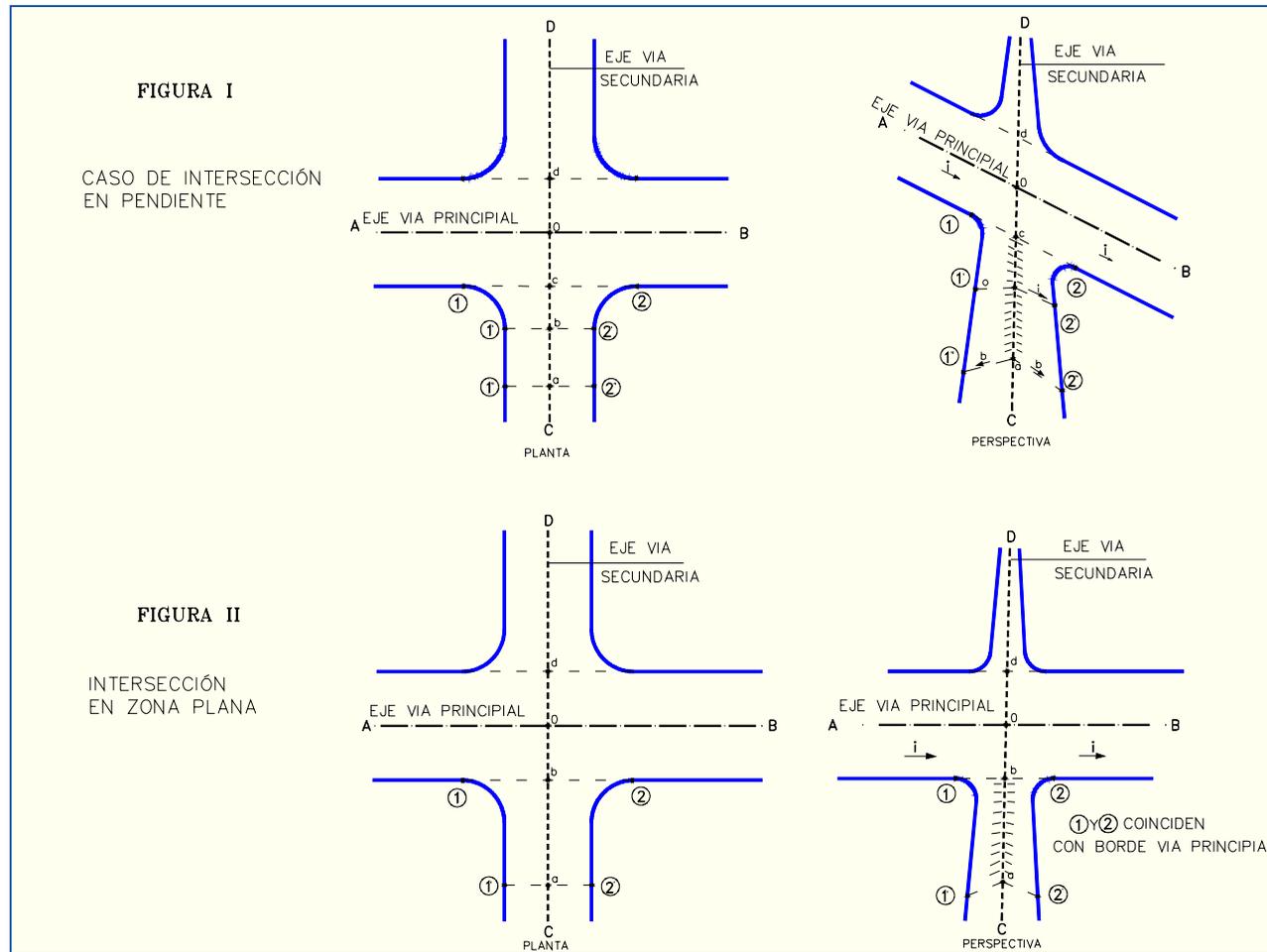
La altimetría de la vía principal quedará fija según las características propias de su trazado: perfil longitudinal y transversal.

La altimetría de la vía secundaria deberá adaptarse a la de la anterior. Es decir, su perfil transversal, en el punto de empalme con el borde de la calzada principal, debe coincidir con el perfil longitudinal de dicho borde.

Si el borde en cuestión tiene una pendiente longitudinal superior al 1,0% y la calle transversal también, es preferible modificar el bombeo de esta última hasta ponerlo “a una agua”, de tal modo que tenga la magnitud y sentido del referido borde. (Fig. I lámina 4.3-16). Esto se hace en una longitud coherente con lo dicho en 2.2.1.04.

Si la intersección se produce en la zona plana, donde no se pueda garantizar un buen drenaje si se ejecuta este esquema, será la

Lámina 4.3-16
Altimetría en Intersecciones Mínimas en Ángulo Recto



calzada principal y resolver el empalme de los bordes de la secundaria con el de dicha calzada mediante la creación de dos superficies regladas, que en la figura II de la lámina 4.3-16 serían 1'ab1 y a2'2b. Estas superficies deberán afectar un tramo de la vía secundaria comprendido entre los 5 y 8 metros.

Siempre que sea posible se intentará adecuar el perfil longitudinal de la vía secundaria de tal modo de hacerlo coherente con el perfil transversal de la principal. En las figuras citadas, esto significa que la rasante entre Oc y Od (fig.I) debería prolongarse más allá de c y d en forma continua. Si tal cosa no es posible, se permite un quiebre de

dicha rasante, generándose una arista en 1 - 2. Los valores máximos de la diferencia algebraica entre las inclinaciones de la superficie de los pavimentos que forman tal arista son los mismos que para las aberturas de mediana, los que se presentan en el Cuadro 3.4-3.

4.3.3 INTERSECCIONES DE VÍAS COMPUESTAS

4.3.3.01 CON CALZADA LATERAL

Las calles laterales, propias de las autopistas, pueden eventualmente ser contempladas en algunos tramos de vías urbanas, con el fin de controlar parcialmente los accesos a estas últimas y por consiguiente mejorar sus capacidades. Es preciso tener en cuenta, eso sí, que las intersecciones a nivel que se producen en tales circunstancias son mucho más complejas y peligrosas, al ser ellas, en realidad, tres intersecciones adyacentes.

En zonas donde la vialidad transversal es de importancia menor, las intersecciones con la vía principal pueden ser simplemente eliminadas o resueltas para acomodar los giros de los vehículos particulares. En zonas comerciales o densamente pobladas, en cambio, será necesario prohibir algunos movimientos y diseñar fases de semáforos adicionales, todo lo cual permite simplificar la operación, pero a costa de demoras crecientes.

Es preferible diseñar la intersección de la manera más amplia posible, especialmente en lo que se refiere a los bandejones que separan las calzadas principales de las laterales.

Un ancho de 35 m para tales bandejones es el mínimo deseable cuando el tránsito es intenso, ya que permite la colocación de señalización para dirigir al tránsito que ingresa a esta zona, ofrece un espacio de almacenamiento importante, permite giros cómodos en "U" si las vías laterales son bidireccionales y alivia el problema de las entradas contra el tráfico.

Los giros más afectados por el ancho del bandejón son:

- Giros a la izquierda desde la calle lateral a la calle transversal.
- Giros en U desde las pistas de paso a las de la calle lateral (bidireccional).
- Giros a la derecha desde las pistas principales de la vía hacia la calle transversal.

Si se restringe alguno o la totalidad de estos movimientos, según las conveniencias del caso, se puede reducir el bandejón a los mínimos absolutos del cuadro 3.3-1. En tales casos hay que extremar las precauciones para evitar las entradas a contramano, mediante señalización exhaustiva.

Los demás elementos de una intersección de esta naturaleza son los mismos de las convencionales. En la lámina 4.3-17 aparecen cuatro esquemas de vías con calles laterales de servicio cruzadas a nivel por una transversal. En ellas se consideran posibles todos los movimientos, controlados mediante semáforos. También se han considerado pistas de deceleración para giros a la derecha, las cuales pueden requerir una longitud de espera si el ancho del bandejón no es suficiente.

En las figuras I y II se muestran dos diseños que persiguen una situación ideal para vías de esta naturaleza, con calles laterales bidireccionales. Anchos de bandejones de ese orden suponen todas las ventajas posibles, pero evidentemente se requiere la habilitación de una plataforma vial de grandes dimensiones. El diseño en planta de las calles laterales de la figura II dependerá de la velocidad de diseño de la misma.

En la figura III se dibujan dos diseños alternativos para un bandejón que permite giros en “U” a vehículos particulares. En la mitad inferior se tiene un bandejón constante de 8 m., alternado sólo por la aparición de una cuña de deceleración, que es coherente con una calle lateral que continúa sin variaciones a través de la intersección. La cuña reduce el espacio para giros en “U”, pero es preferible eso al entorpecimiento que se produce cuando los vehículos que giran disminuyen su velocidad en las pistas directas. En la mitad superior, donde el bandejón es inferior a 8 m, éste se ensancha en las proximidades de la intersección, hasta dicho mínimo, a costa de la sección de la calle lateral. En este caso ello se consigue eliminando la banda de estacionamiento. Las líneas de trazos en el último caso muestran el diseño para el caso de tener que mantener el ancho de la calzada lateral.

En la figura IV aparece un esquema para calles laterales unidireccionales. Se proveen pistas de deceleración tanto para giros a la izquierda como a la derecha y canalizaciones (en negro), mediante islas de baja altura (entre 5 y 10 cm). El bandejón es de 6 m., mínimo deseable para proveer una pista de giro a la derecha.

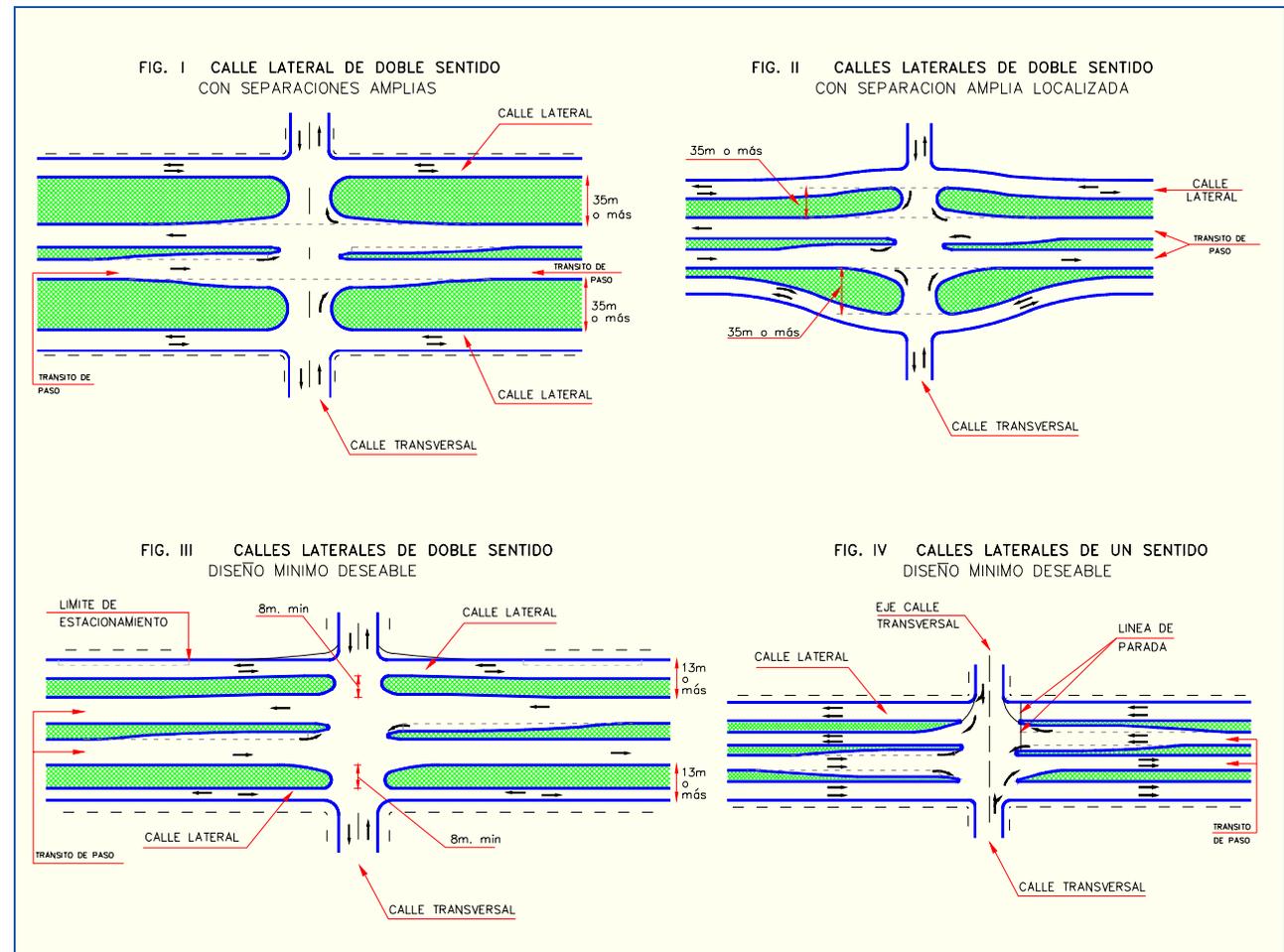
4.3.3.02 CON VÍAS EXCLUSIVAS PARA BUSES

A continuación serán descritas, mediante ejemplos, las soluciones más frecuentes de diseño para situaciones en las que los flujos de buses que circulan por una vía exclusiva para ellos interactúa con otros flujos.

En este caso, se considerará que estas situaciones corresponden al caso de intersecciones, aunque la gran mayoría de ellas se producen en los arcos. De hecho, las intersecciones de vías que contienen estas especialidades son tratadas con criterios similares a las que no las tienen, cuando no se esperan virajes de buses conflictivos; entendiéndose por tales los que se producen desde vías exclusivas, a la izquierda o a la derecha, y los de vehículos normales que deben, para virar, cruzar vías exclusivas situadas entre ellos y su destino.

De allí que interese plantear diseños que permitan a los buses que circulan por una vía exclusiva salir de ella para mezclarse con los demás vehículos y acceder a la intersección donde se ha de producir el viraje en una posición adecuada (Lámina 4.3-18). El punto de salida deberá necesariamente encontrarse distante de dicha intersección, para que el semitrenzado se realice sin mayores inconvenientes.

Lámina 4.3-17 Intersecciones en Calzadas Laterales



También se contempla aquí el caso de virajes a la izquierda, con pista adicional, de buses que circulan por pistas exclusivas centrales, los cuales pueden o no facilitarse con fase especial, y de virajes de autos a la izquierda -junto con buses o no- previa maniobra de cruce de éstos a través de las pistas exclusivas para buses (Lámina 4.3-19). Estos esquemas, invertidos, son aplicables a los casos en que las vías exclusivas están en el exterior y los virajes son a la derecha.

Otro caso que se ilustra es aquel donde los vehículos normales que deben virar a la izquierda lo hacen aprovechando la situación favorable que se produce después de un paradero de buses de

la vía exclusiva central, al desaparecer la isla generada para dicho paradero (Lámina 4.3-20).

Por último, en la Lámina 4.3-21 se aborda dos casos especiales en intersecciones propiamente tales: la composición de una bocacalle en la que pistas comunes laterales, diseñadas sólo para acceder a la propiedad adyacente, son obstaculizadas para forzar la restricción deseada, y el caso de inicio de vía exclusiva central, donde los buses deben cambiar de posición, desde el borde derecho de la calzada hacia dicha vía central.

Lámina 4.3-18
VEX: Salida de Buses a la Derecha

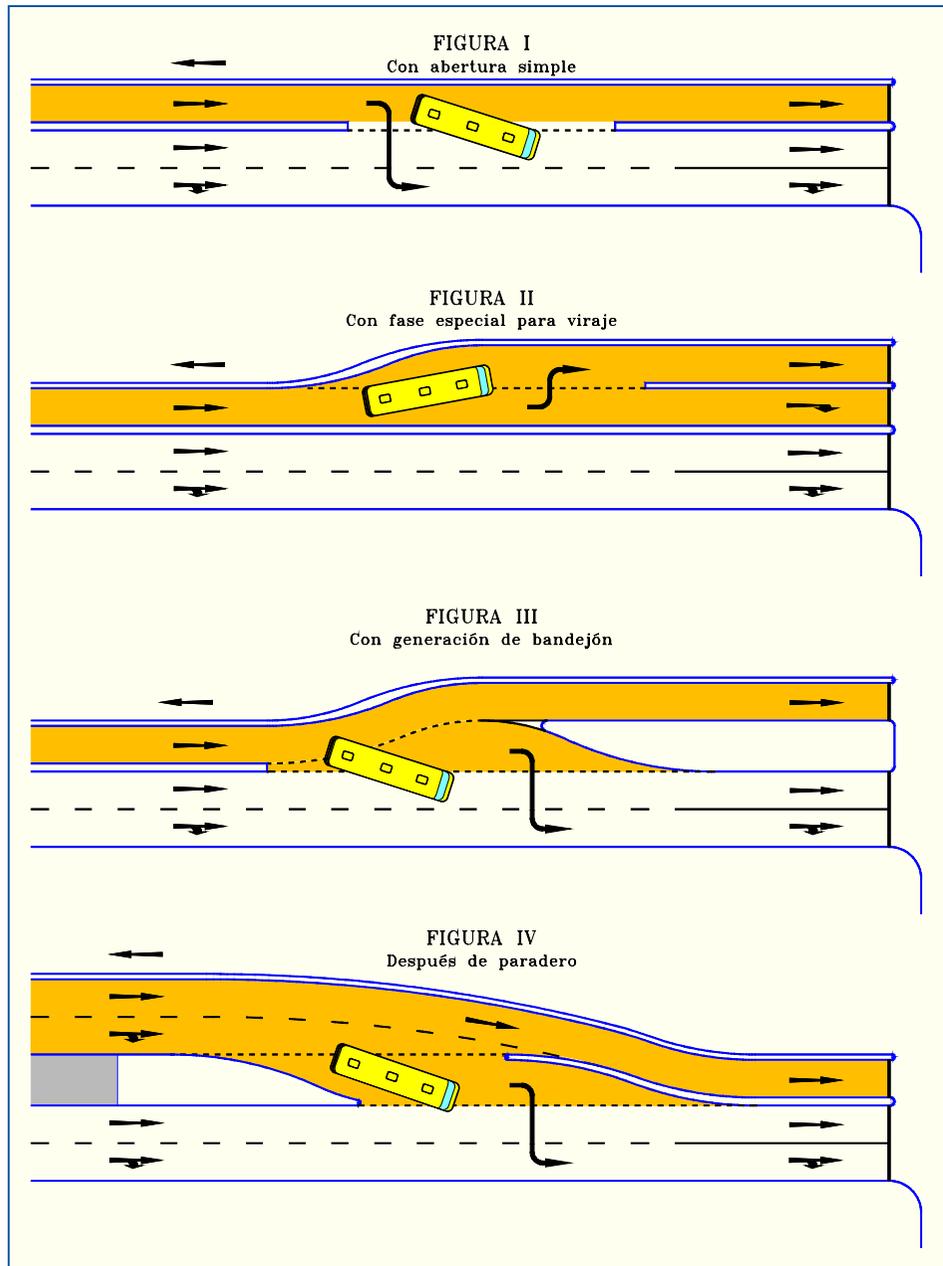


Lámina 4.3-19
VEX: Virajes a la Izquierda de Buses y Autos

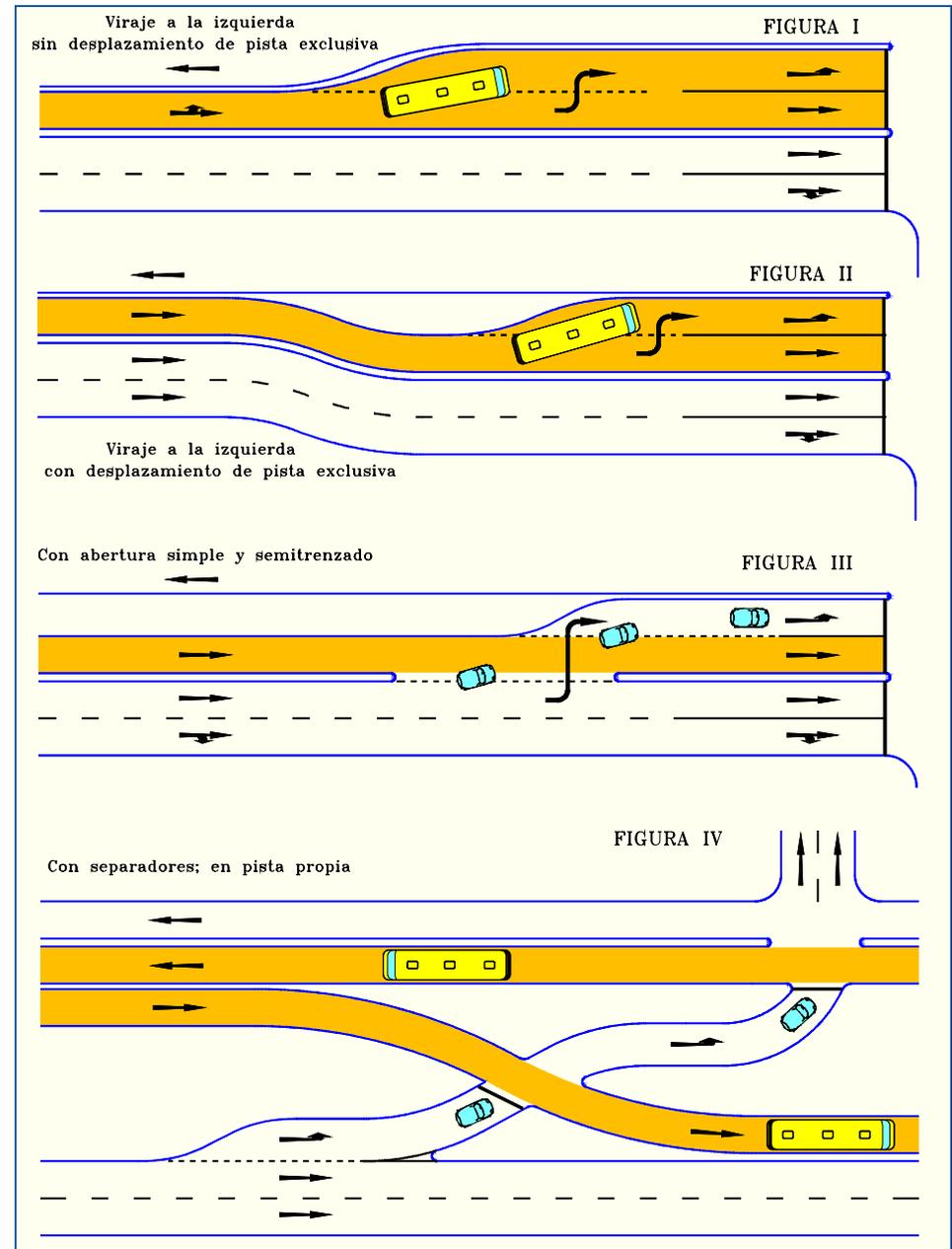


Lámina 4.3-20
VEX: Virajes a la Izquierda de Autos

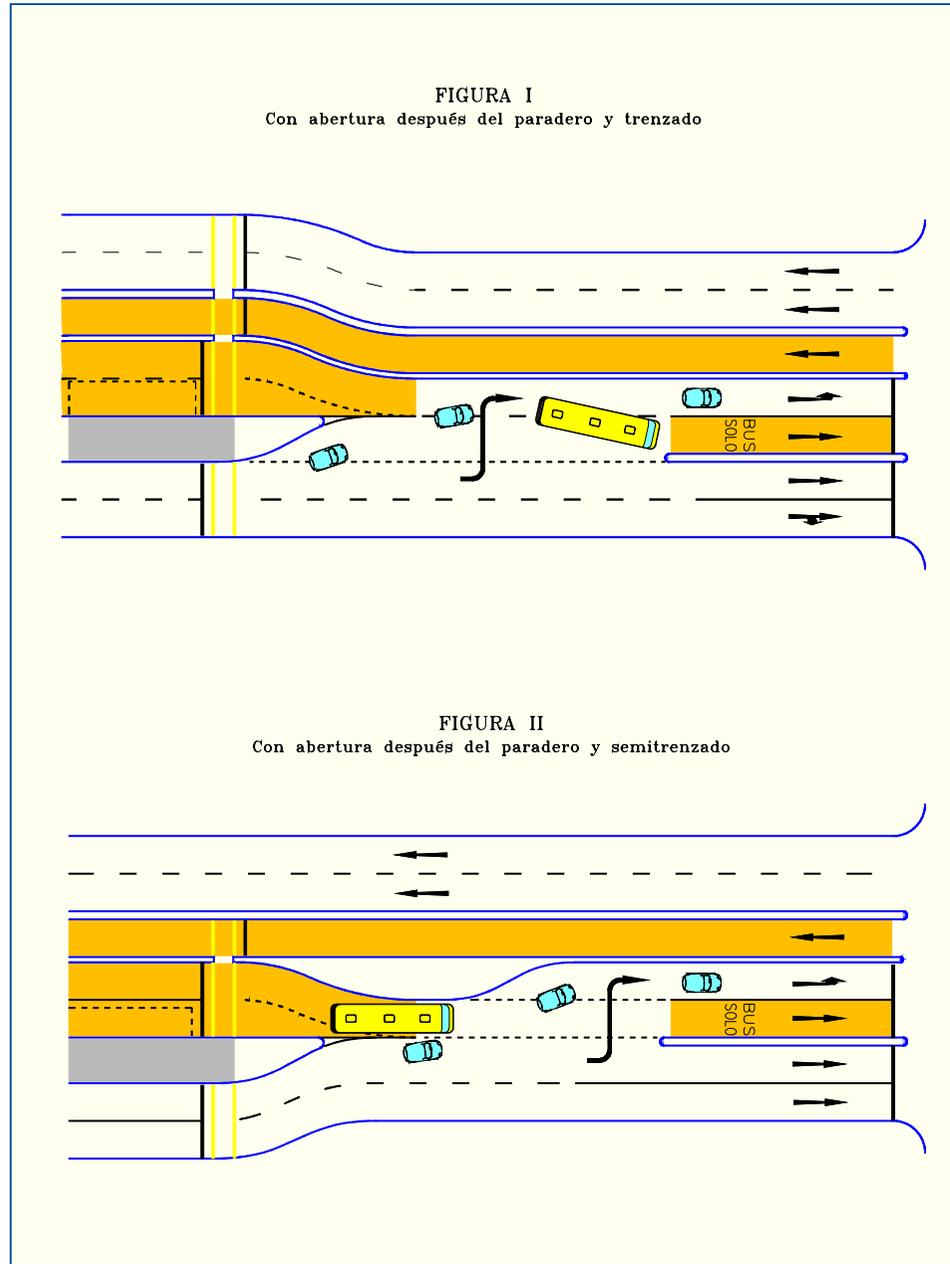
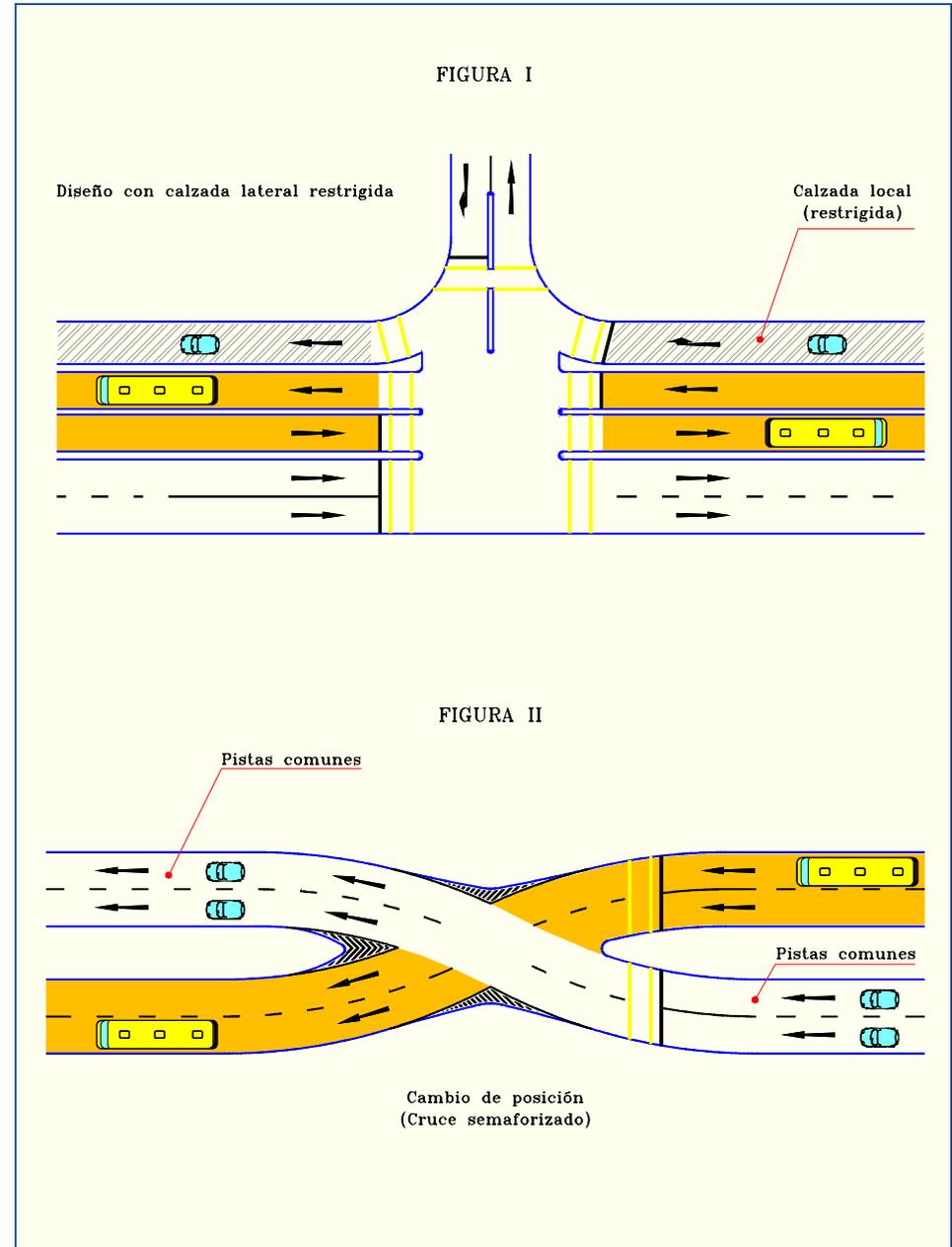


Lámina 4.3-21
VEX: Diseños Especiales



4.3.3.03 CON CICLOVÍAS

a) Intersecciones Desniveladas

El problema de la seguridad para los usuarios de bicicletas se concentra en las intersecciones. De hecho, una solución inadecuada de estos puntos puede invalidar un diseño de cicloavía. Si se desea mantener el mismo nivel de seguridad en las intersecciones que en el arco, será preciso recurrir a cruces a desnivel.

En Chile esta posibilidad es, por falta de un estudio comprensivo de las posibilidades de una red para bicicletas, algo de muy improbable ocurrencia. Sin embargo, se dirá que un paso inferior para bicicletas debe contemplar un gálibo vertical de 2,5 a 3,0 m., y su ancho mínimo debe ser de 3,0 a 4,0 m., para compensar el efecto de pared que se produce.

El dimensionamiento exacto del ancho en función de los volúmenes se tabula a continuación:

Cuadro 4.3-6
Anchos de Pasos a Desnivel para Biciclos (m)

VOLÚMENES Biciclos / hora	PISTA UNIDIRECCIONAL		PISTA BIDIRECCIONAL (%)	
	Superior	Inferior	Superior	Inferior
2.000	3,0	3,0	3,0	3,5
2.500	3,0	3,5	3,5	4,0
3.000	3,5	4,0	4,0	4,0
4.000	4,5	4,5	4,5	4,5

* Volúmenes totales

b) Intersecciones a Nivel

Cuando los pasos a desnivel resultan onerosos, se puede recurrir a esquemas a nivel que se ilustran en las láminas 4.3-22 a 4.3-27, que representan distintas alternativas de encuentro y cruce de una esquina de los distintos perfiles tipo de cicloavía que ocurren en el arco de la vía, y que se presentan en el párrafo 4.1.3.03.

Para el diseño de un cruce con cicloavía debe considerarse varios aspectos, entre los cuales los más relevantes son los siguientes:

- Tipo de cruce: semaforizado o de prioridad, y la particular geometría de la intersección.
- Magnitud de los flujos que llegan al cruce por la vía transversal o que giran hacia ésta de la vía paralela a la cicloavía.
- Presencia de cruce peatonal: su importancia y ubicación respecto a la intersección.
- Perfil tipo en el arco de la vía; es decir la disposición relativa en la plataforma de los distintos elementos y unidades viales y sus dimensiones, principalmente respecto a las veredas.
- Importancia de los virajes a la izquierda de bicicletas.

- Presencia de parada de buses en la esquina.

La combinación de estos factores genera múltiples alternativas de diseño de intersecciones con cicloavía, lo que resulta impropio pretender ilustrarlas todas.

Los criterios de diseño de un cruce de bicicletas responden a principios similares a los que se aplican para el cruce de peatones. Por lo general, el cruce se efectúa perpendicularmente al eje de la calzada, con el fin de que la travesía sea lo más corta posible y se aprecie mejor la velocidad de los vehículos.

Cuando se trate de una cicloavía (segregada físicamente), es recomendable que el cruce se realice dejando un espacio de no menos de 3,0 m, con el fin de ofrecer un espacio de espera, tal como se aprecia en las fig. I y II de la lámina 4.3-22. Si existe cruce peatonal conviene que la cicloavía cruce por atrás de los peatones para quedar a mayor resguardo de los vehículos que giran, tal como se ilustra en las fig. III y IV de la misma lámina

Antes de la llegada a la intersección es recomendable generar una zona de tránsito con precaución para advertir al ciclista que se acerca a un punto de conflicto. Esto puede lograrse modificando el trazado en planta o en elevación. En el primer caso, se puede hacer que la pista describa una curva en "S", con radios interiores entre 3 y 5 m (fig. II y III, lámina 4.3-22). En el segundo caso esto se logra peraltando la rasante, mediante resaltos (ver 2.3.6), ya sea en forma localizada (si el cruce es a nivel de calzada) o elevando inclusive la calzada normal (si el cruce es a nivel de acera), como se ilustra en la fig. II de la lámina 2.3-8. Conviene utilizar un pavimento distinto para esta zona, incluyendo el cruce. En caso de ciclobandas es recomendable que toda la pista sea de otro pavimento o que sea tratada superficialmente de modo de diferenciarla.

Cuando los virajes a la izquierda de bicicletas son importantes, puede aplicarse un esquema como los de la lámina 4.3-23, o el de las figuras III y IV de la lámina 4.3-24 que opera con semáforos con fases distintas, permitiendo salir del cruce primero a los ciclistas. En el caso de la fig. III, la cicloavía tiene continuidad al otro lado del cruce y en la otra, la cicloavía se inserta en la calzada.

Otro esquema de virajes a la izquierda es el que se presenta en la fig. III de la lámina 4.3-25, que obliga a los ciclistas a cruzarse con los vehículos normales para ubicarse en una pista adosada a la de viraje para tránsito común. La situación se generaliza para el caso de pista de virajes a la derecha de autos. Este esquema es menos seguro que aquel que genera un espacio adelante de los autos (fig. I, lámina 4.3-26). En las fig. II y III de esta última lámina se ilustran otros esquemas de virajes, para cicloavía y ciclobanda unidireccionales, respectivamente, similares a los de la lámina 4.3-23.

Para ejecutar un cruce de una ciclobanda en calzada conviene canalizar la pista con una isleta de 0,5 m de ancho mínimo, en un tramo

de unos 20 m para evitar maniobras equívocas de ciclistas y automovilistas (fig I, lámina 4.3-24). En la fig. II se presenta el caso de una cicloavía que llega al cruce con un separador mínimo para poder continuar al otro lado de la intersección como ciclobanda.

En la fig. I de la lámina 4.3-25 se presenta un diseño que permite el regreso y/o el cruce de los ciclistas, además del viraje a la izquierda. En la fig. II, la línea de detención de la vía común se ha retrasado; este esquema convendría cuando los virajes a la derecha de autos son significativos y operaría con desfases también en los semáforos, permitiendo que los ciclistas detenidos puedan cruzar primero la intersección.

Los cruces de cicloavía en medianas no son recomendables; pues, por lo general son reservas para los virajes a la izquierda, bloqueando el paso de ciclistas. Para evitar esto, el ancho de la mediana o bandejón debe permitir al menos la detención de un vehículo (que puede ser bus). En todo caso, no debe permitirse el bloqueo de la cicloavía y, si es necesario, el viraje a la izquierda debe realizarse en fase especial y con pista propia. En la lámina 4.3-27 se presenta el caso más simple y con diseño para virajes de bicicletas.

Por último, en las láminas 4.3-28 y 4.3-29 se presentan dos esquemas de intersección de cicloavía con rotondas: una con prioridad para ciclistas y otra no.

c) Inserciones en la Calzada

En las figuras II, III y IV de la lámina 4.3-24 se presentan tres casos de inserción. La primera corresponde a un terminal que genera una ciclobanda al otro lado de la intersección. La segunda difiere de la anterior en que la inserción se ejecuta mediante semáforos, posibilitando una operación más segura, además del viraje a la izquierda. Estos esquemas suponen garantías mayores a los ciclistas que continuar con la cicloavía y hacerla cruzar la intersección en forma recta y paralela a la vía madre. La tercera, obliga al usuario a ingresar a las pistas vehiculares, mediante semáforos también, y es la que ocupa menos espacio, por lo que es de fácil realización.

La inserción mediante semáforos es la que brinda mayor seguridad a los ciclistas.

Durante el verde de la vía transversal, los ciclistas pueden ubicarse en la primera línea de parada, donde el semáforo se pone verde antes que el semáforo correspondiente a la segunda línea de detención, dejando que los ciclistas crucen primero la calle y ganen la cicloavía del otro lado con un buen margen de seguridad.

Lámina 4.3-22
Cruces Simples en Acera de Ciclistas Bidireccionales

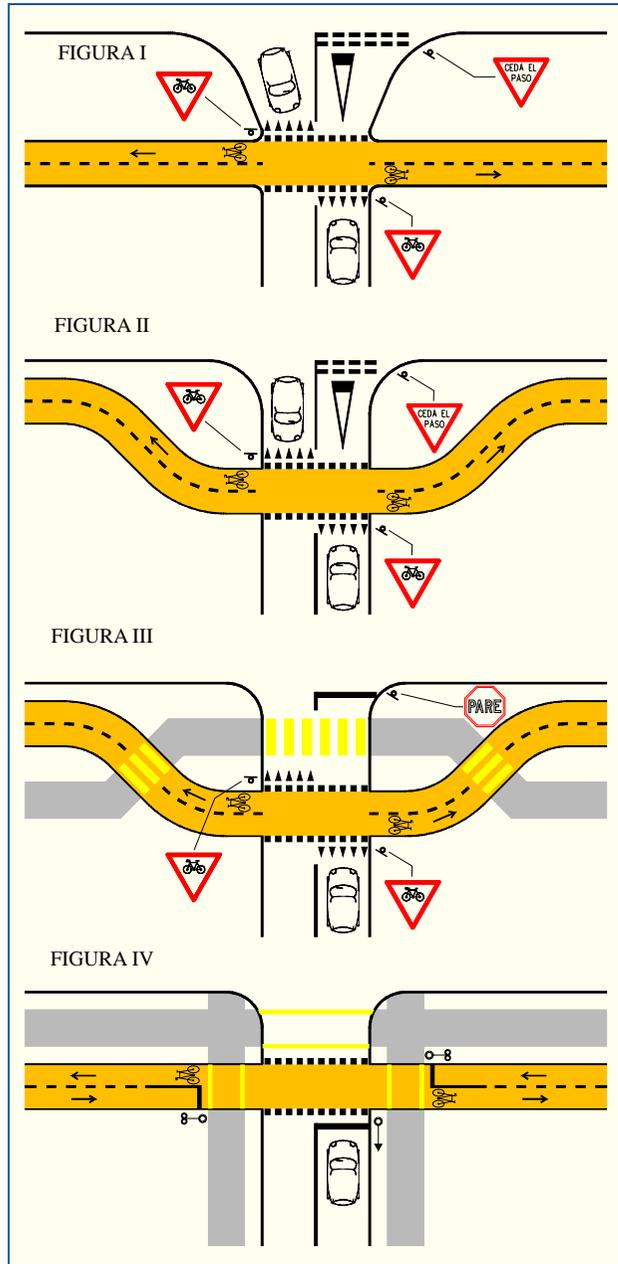


Lámina 4.3-23
Cruces con Viraje en Acera de Ciclistas Bidireccionales

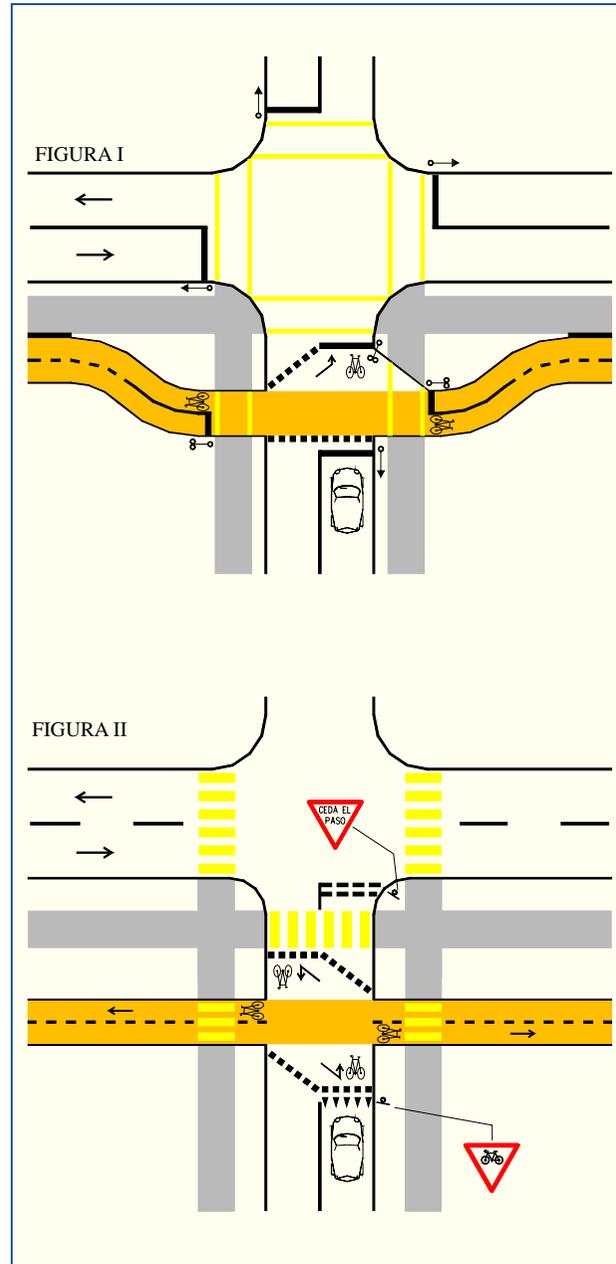


Lámina 4.3-24
Ciclovías Unidireccionales

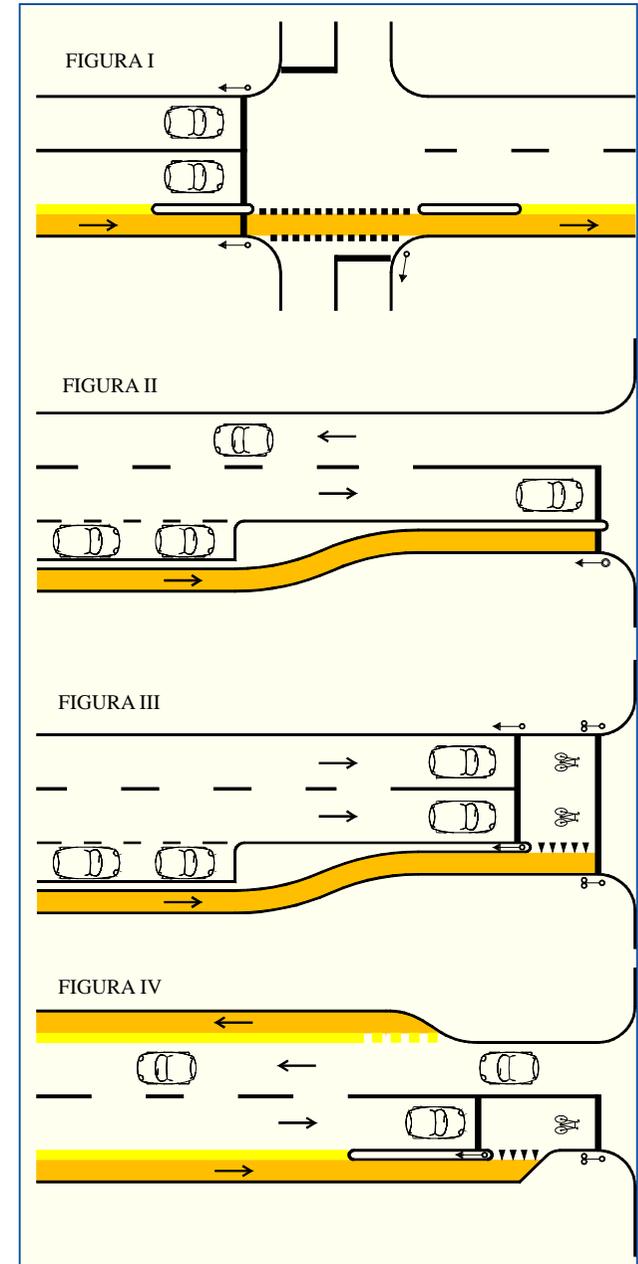


Lámina 4.3-25
Ciclobandas Unidireccionales con Virajes

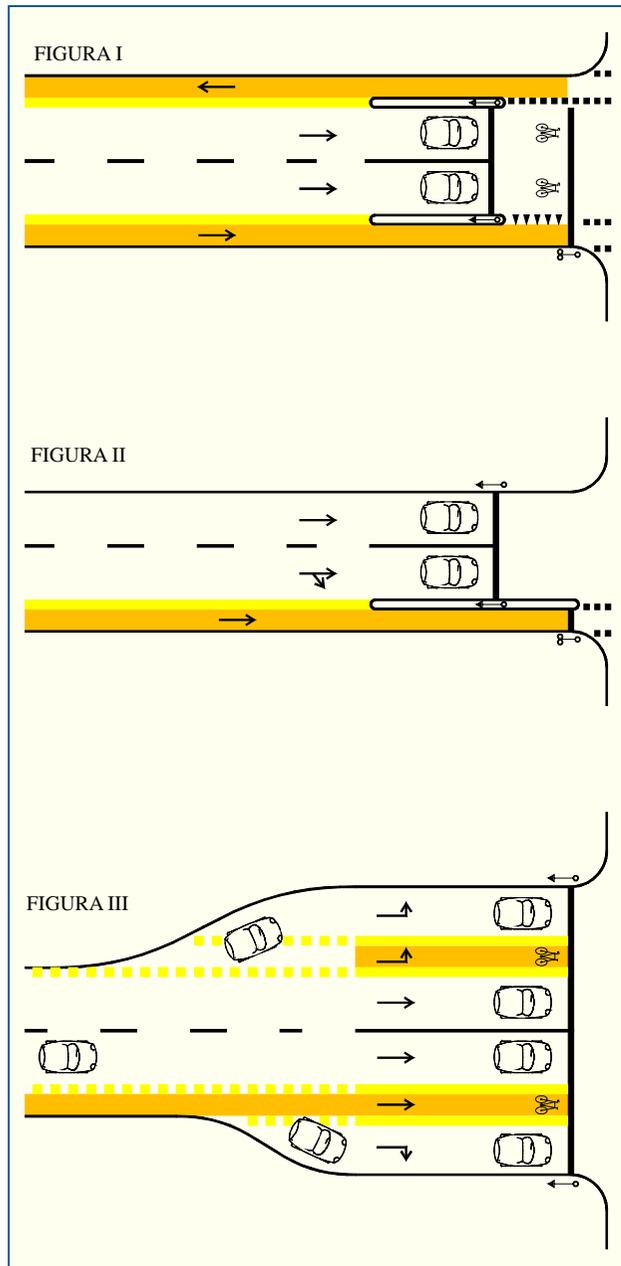


Lámina 4.3-26
Ciclovías Unidireccionales con Virajes

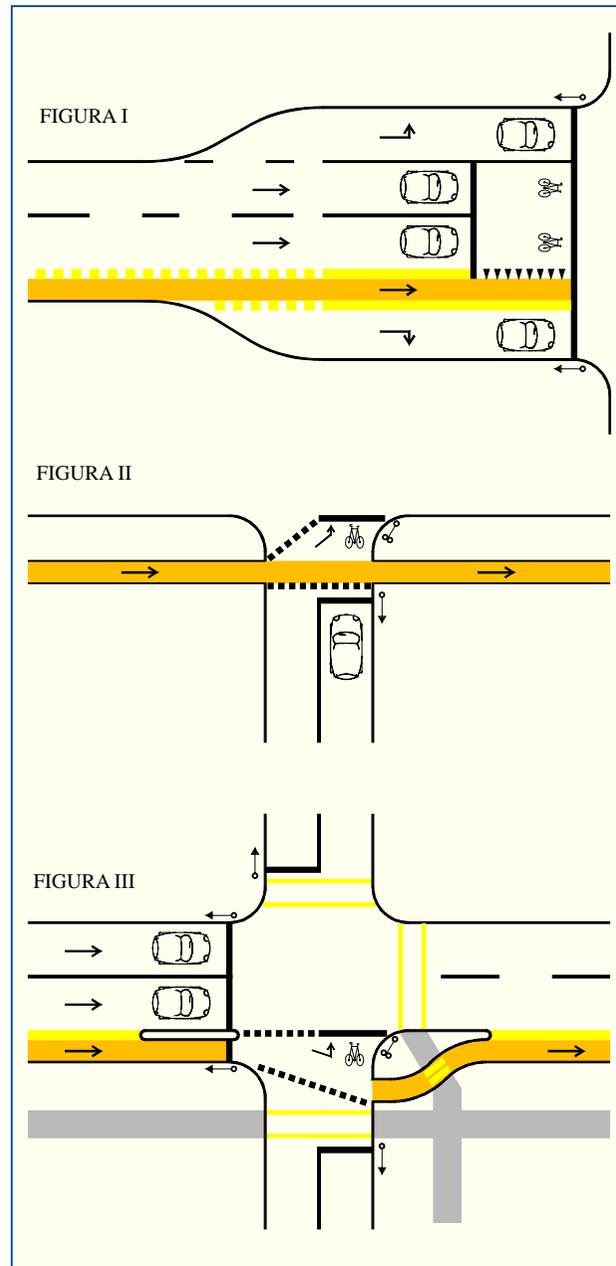


Lámina 4.3-27
Cruces en Mediana de Ciclistas Bidireccionales

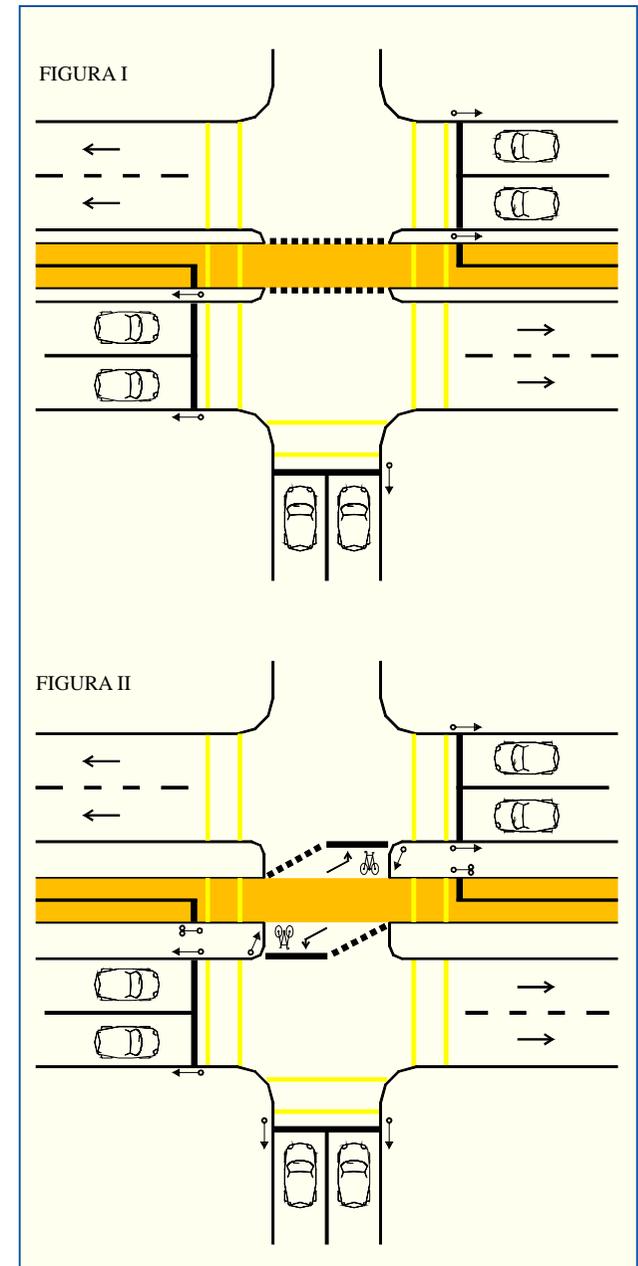


Lámina 4.3-28
Rotonda con Prioridad para Ciclistas

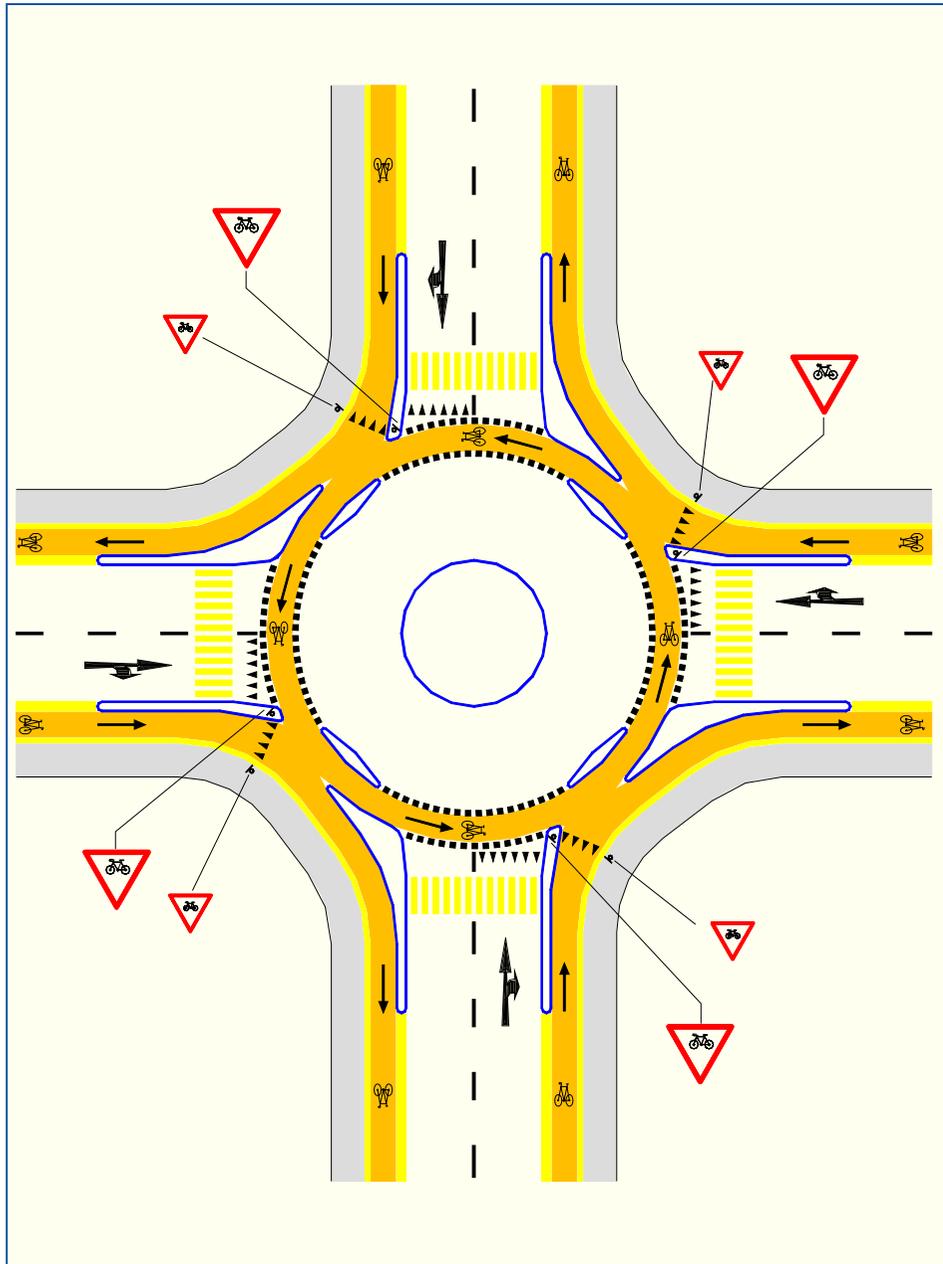
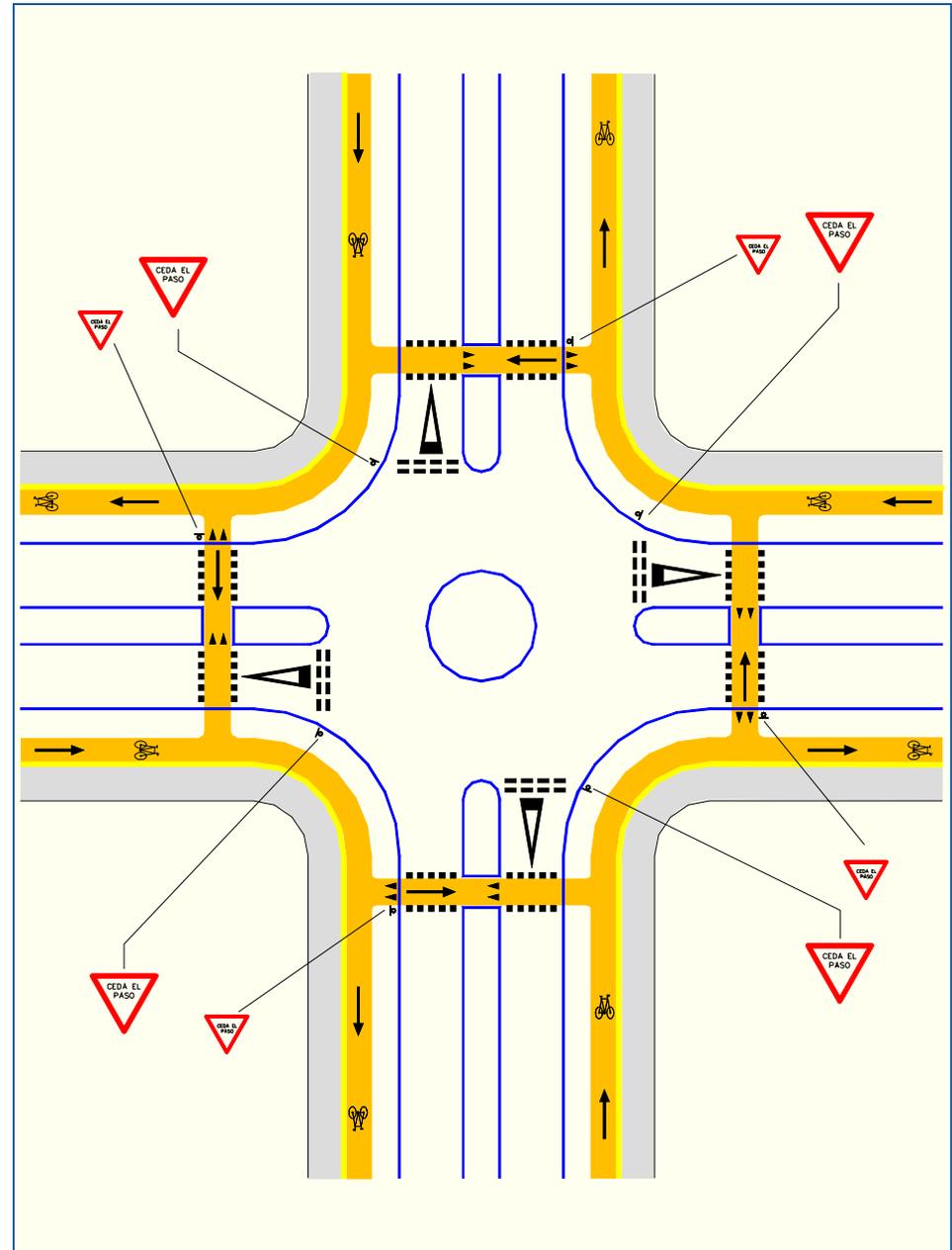


Lámina 4.3-29
Rotonda sin Prioridad para Ciclistas



SECCIÓN 4.4 PARADEROS

4.4.1 PARADEROS NORMALES

Los paraderos normales, esto es, los más simples y frecuentes en vías donde la cantidad de buses es relativamente reducida y/o no se dispone de espacio para esquemas mayores, son los que se presentan en la Lámina 4.4-1.

En la figura I de dicha lámina se grafica un paradero de sitio único, sin más elementos de diseño que una zona de espera de pasajeros, en la que se debe situar el refugio correspondiente.

En la figura II de la misma lámina se muestra un paradero de dos sitios, en el que se ha aprovechado el espacio transversal liberado por la supresión de una banda de estacionamiento para ensanchar la acera, ampliando así el área de espera.

En la figura III aparece un paradero de dos sitios que aprovecha -parcial o totalmente- el espacio transversal liberado por la supresión de una banda de estacionamiento para generar un ensanche de la calzada. Este ensanche, que también puede proveerse si no existe dicha banda, se destina a los buses que se detienen.

Las longitudes de las cuñas que permiten hacer aparecer y desaparecer este ensanche deben ser largas. La experiencia local demuestra que longitudes internacionalmente recomendadas, del orden de 15 metros, no operan bien, puesto que muchos choferes prevén dificultades para el reingreso a las pistas de circulación y prefieren detener sus vehículos sobre estas últimas, al mismo tiempo que los pasajeros que esperan lo hacen sobre la calzada, con lo que se desvirtúa el objetivo del ensanche.

Cuando los sitios se encuentran próximos a una bocacalle, el trazado de la cuña de generación o desaparición del ensanche que se interrumpe en la superficie del cruce se realiza de forma virtual, afectando la esquina anterior o posterior.

Por último, en la figura IV se tiene un paradero de cuatro sitios distribuidos de a dos en dos andenes paralelos, uno de los cuales se encuentra sobre una isla.

4.4.2 PARADEROS EN VÍAS EXCLUSIVAS

Los esquemas de paraderos para vías exclusivas de buses son múltiples. En la Lámina 1.3-13 se muestran la mayoría de ellos.

En la figura I de la Lámina 4.4-2 se tiene el caso especial de un paradero para vía exclusiva central situado sobre la acera, solución posible -y a veces necesaria- cuando la circulación del resto de los vehículos que circulan en el mismo sentido se ha restringido a los accesos a la propiedad adyacente.

En tal caso, se abre el separador entre la calzada lateral restringida y la vía exclusiva, para que los buses puedan acceder a la

acera, y se condiciona el paso de los vehículos normales a la inexistencia de buses detenidos.

4.4.3 NÚMERO Y DISTANCIAMIENTO DE SITIOS

En el Cuadro 4.4-1 se grafica, en función del número de buses que se detiene por hora en una vía y el número de pasajeros que solicita el servicio, los requerimientos de tipo de sitio y el número de ellos que hay que disponer en cada parada.

Si los buses que se detienen no son más de 100 por hora y los pasajeros que los demandan no superan los 800 por hora, basta con un sitio único.

Dos sitios se requieren si el número de buses por hora que se detiene no superan los mismos 100 del caso anterior, pero el número de pasajeros se sitúa entre 800 y 1400 por hora, y también han de ser dos los sitios si el número de buses que para es mayor que 100 y menor que 250 y la demanda de pasajeros no supera los 250 por hora.

Si el número de buses que se detiene se encuentra entre 100 y 250 por hora y la demanda de pasajeros se sitúa entre 250 y 800, se requieren al menos tres sitios en cada paradero.

Todo esto suponiendo que todos los buses pueden detenerse en todos los paraderos. Para toda otra combinación de las variables que superen estas situaciones se debe formar grupos de buses con destinos compatibles y asignarles paraderos diferenciados.

Cuadro 4.4-1
Tipo de Paradero según Flujo de Buses (Bus/hr) que para y Demanda de Pasajeros (Pax/hr)



Lámina 4.4-1
Paraderos Normales

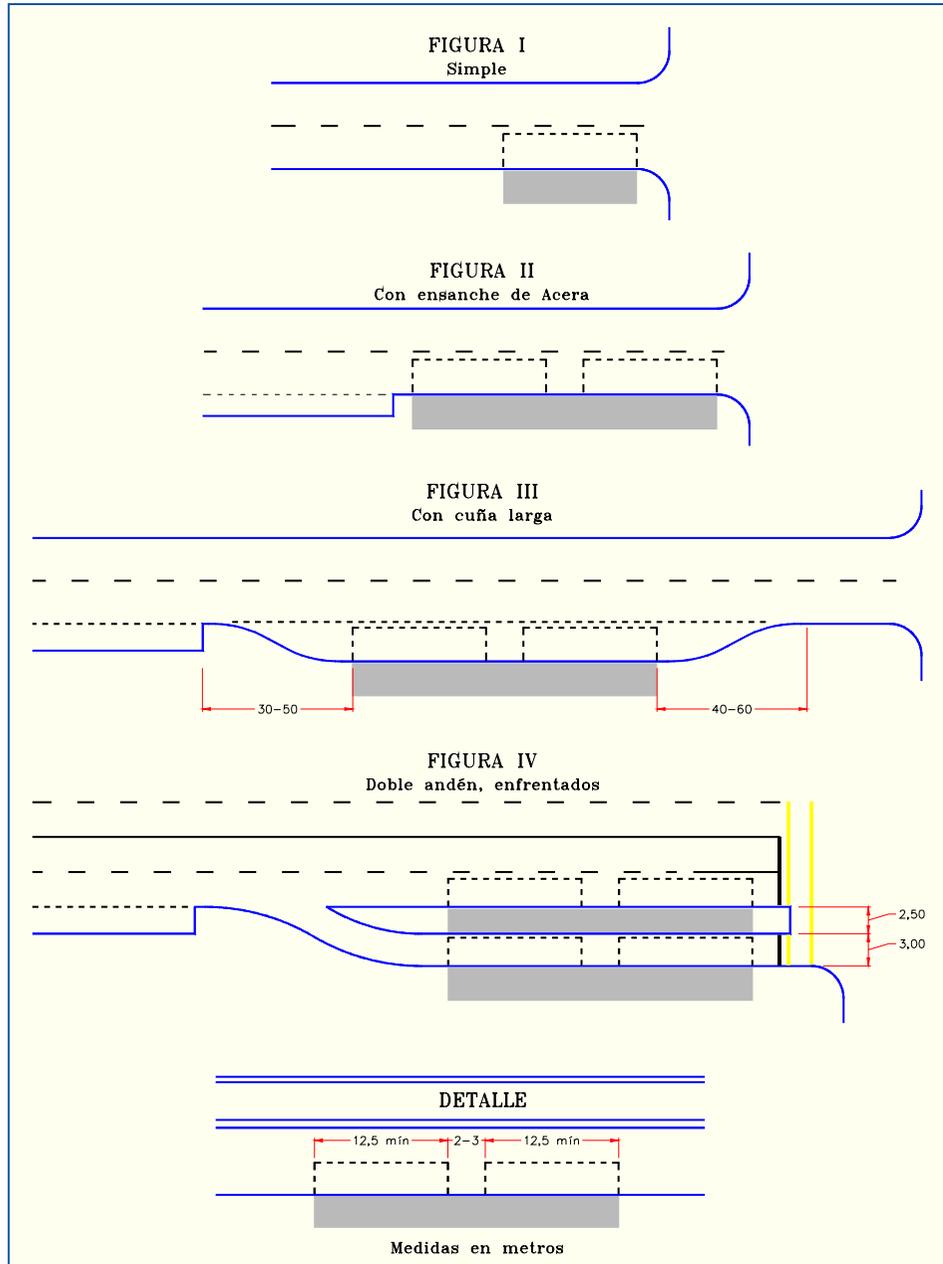
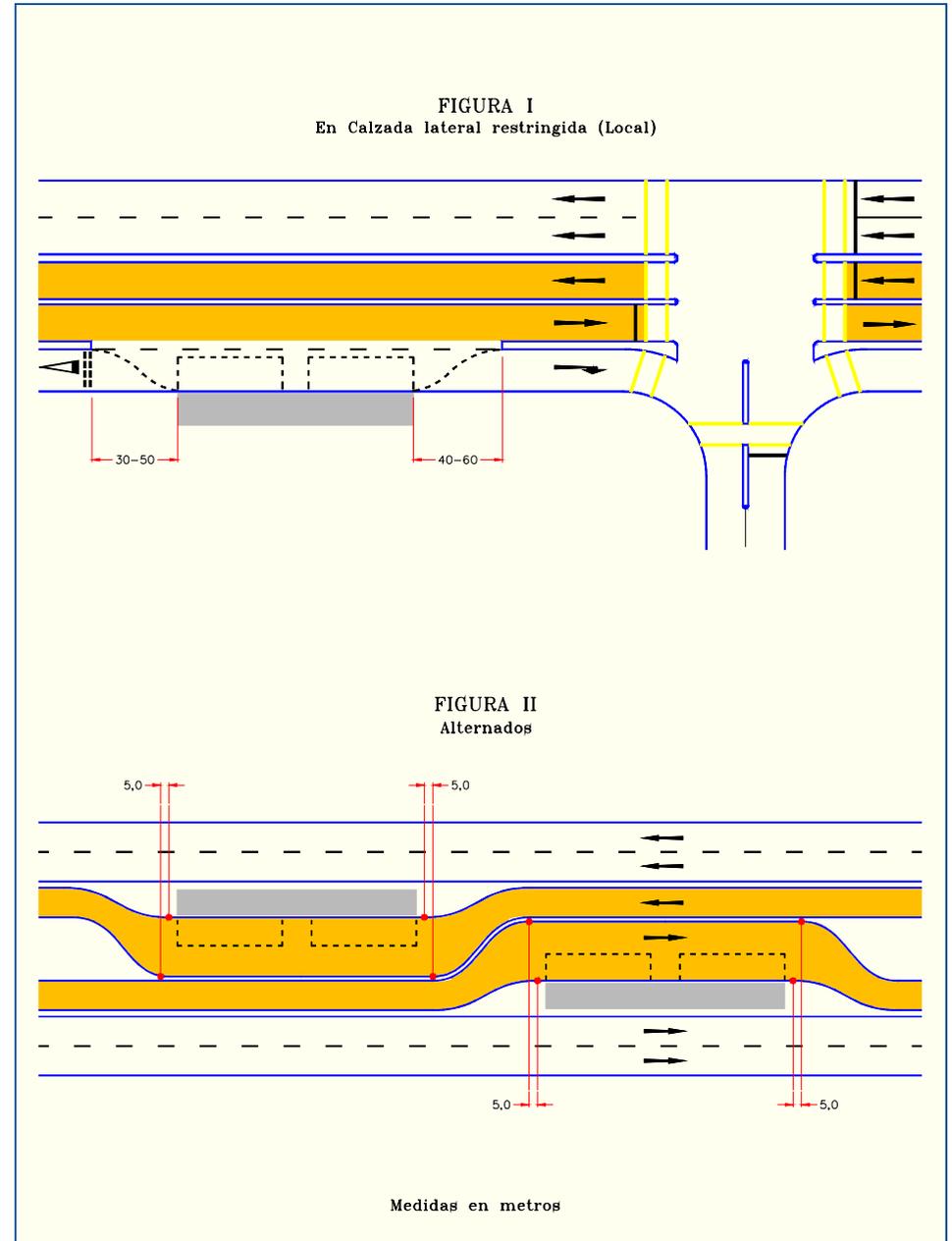


Lámina 4.4-2
Paraderos en Vías Exclusivas



SECCIÓN 4.5 ESTACIONAMIENTOS SEGREGADOS

4.5.1 DEFINICIONES

Generalmente en los programas de estudios viales y urbanísticos se exige una previsión de estacionamientos integrados a la plataforma vial para resolver los problemas que conllevan a un uso inadecuado de la calzada al utilizarse espacios destinados exclusivamente al tráfico de vehículos, que derivan en una mayor congestión de las vías, considerando además que el crecimiento del parque automotriz es cada vez más acelerado y por lo tanto requerirá de soluciones que permitan en el mayor grado posible su flujo expedito.

Un aspecto importante para lograr un buen aprovechamiento del espacio es considerar la integración de las playas de estacionamiento y los estacionamientos fragmentados dentro de una zona urbana en la cual se plantea su ubicación. Una buena integración, ya sea en el aspecto funcional como estético, permitirá que se organicen zonas con desplazamientos fáciles, cómodos y seguros, organizados tanto para el conductor como para el peatón.

La integración de zonas se puede lograr:

- Agrupando zonas en torno a un(os) eje(s) de circulación que las atraviese.
- Agrupando zonas en torno a un espacio común.

Los estacionamientos podrán tener formas geométricas y altimétricas diferentes, prefiriendo la simplicidad de ellas.

Los estacionamientos podrán servir de conexión entre zonas o calles sin que ellos pierdan su identidad y se conserve la continuidad en el espacio urbano.

La continuidad se puede lograr mediante:

- Repetición de formas geométricas -espacios repetidos- que compartan un rasgo visual común como puede ser la forma o la orientación.
- Organización agrupada que puede contemplar espacios que difieran en dimensiones, forma y función, siempre que se interrelacionen por proximidad.
- Utilización de espacios centrales, laterales, intermedios.

Los estacionamientos podrán ser masivos (playas) o segregados (estacionamientos separados de las calzadas mediante bandejones o paseos), fragmentados en la calle (bandas) o fragmentados agrupados (agrupación de bandas en diferentes formas geométricas y cantidades) dependerán de la necesidad de la zona y de sus habitantes para una elección óptima, sin perjuicio de los espacios disponibles para ello y los planes reguladores que realicen las municipalidades correspondientes con respecto a este tema.

4.5.2 ANÁLISIS

4.5.2.01 ANÁLISIS URBANO

Para lograr configurar un estacionamiento bajo condiciones óptimas se deberá realizar un análisis relacionado con el medio ambiente que lo rodea, para que ellos sean parte integrante de la ciudad y sus habitantes, y facilitar el aparcamiento de los vehículos en forma funcional, pero agradable a la vez.

Para adaptar los estacionamientos tendrá que darse significado a los espacios que ellos involucran: vehículos, peatón, pasillo, accesos y salidas.

4.5.2.02 PERCEPCIÓN DEL LUGAR

Para organizar el espacio se tiene principalmente dos formas para conseguirlo, ya sea por sendas que serán líneas potenciales de movimiento que sirven para ordenar un conjunto de líneas que tienen características particulares (seguir línea de árboles, configuración geométrica, etc.), o por puntos de conexión que relacionarán zonas diferentes o similares, funcional y espacialmente.

Se debe identificar y estructurar el estacionamiento para que tenga un significado práctico y una sensación visual agradable y ordenada (colores, formas, etc.).

4.5.2.03 ZONAS ESPACIALMENTE DIFERENTES

Ya se trate de estacionamientos masivos, segregados o fragmentados, éstos podrán en sí considerar geometrías con funciones perfectamente diferenciadas:

- Zonas de estacionamiento con dimensiones y ángulo variable. (0°, 35°, 50°, 70°, 90°)
- Zonas acceso/salida comunicadas a vías importantes, locales y expresas.
- Zonas peatonales.
- Zonas de equipamiento y áreas verdes.

Cada uno de estas zonas tendrán características particulares según las especificaciones del proyecto.

4.5.2.04 PROBLEMAS

Uno de los mayores problemas que existen en zonas urbanas se refiere a los espacios reales disponibles (espacio público, aumento y/o disminución de la calzada) y las limitaciones económicas presupuestarias del proyecto. Generalmente estos problemas se enfrentan con la ubicación óptima de acuerdo a necesidades presentes y futuras en la zona de interés.

Otro de los problemas que pueden presentarse es con respecto al usuario. El usuario deberá preferir el uso de estacionamientos con

tarifas o lugares autorizados, frente a las alternativas de estacionamiento en zonas de la calzada, donde si bien no tiene costo para el usuario va en perjuicio de un uso adecuado de las zonas de la plataforma vial.

4.5.3 ESTACIONAMIENTOS POR ZONAS

Si bien los diferentes tipos de estacionamientos mencionados deben cumplir con la función de destinar una zona de la plataforma vial a los vehículos aparcados, se podría preferir un tipo de estacionamiento particular asociado a una zona con características bien definidas, como son: Zonas Residenciales, Cívicas y Comerciales o Industriales. Esta preferencia no es un limitante para el diseño vial, sin embargo, es de utilidad para la organización del espacio con las características deseadas en un proyecto.

En general, dependiendo de las especificaciones del proyecto, un tipo de estacionamiento podría incorporarse a varias zonas adaptándolas al espacio disponible en ellas. Un caso de esta situación es el de los estacionamientos segregados.

Se denomina estacionamientos segregados a aquellas áreas destinadas a estacionamiento que quedan incluidas en la plataforma vial, pero separadas de las calzadas mediante bandejones o paseos. Estos dispositivos pueden producirse en forma aislada, constituyendo en tal caso secciones tipo especiales dentro de un proyecto, en forma regular o extenderlos a estacionamientos masivos.

La provisión de tales espacios es posible a ambos lados de la calzada unidireccional, salvo en el caso de existir pista solobús, que no deben ser cruzadas por los vehículos en forma sistemática.

Esto es, por otra parte, la única manera aceptable de conferir espacio de estacionamiento a vías troncales en las que no son permitidas las bandas destinadas a esos fines, en la calzada.

Las ventajas de este tipo de esquema son una mayor capacidad de estacionamiento y una operación de entrada y salida más amplia, que perturba el mínimo al flujo de la calzada en los puntos de interconexión.

Las desventajas de esta zonas son el mayor espacio que ocupan, al ser necesario un corredor interno para maniobras, y el espacio antiestético que ofrece la aglomeración de vehículos. Este último factor negativo puede ser resuelto mediante plantaciones.

Las pendientes transversales y longitudinales deben ser lo menores posibles, asegurando eso sí la correcta evacuación de las aguas: la línea de máxima pendiente debe presentar en todo momento una inclinación al menos igual al 1,5%.

La disposición de las dársenas debe ser elegida de tal manera que los vehículos queden apoyados en las soleras, para evitar que un desenganche ocasione accidentes.

Las dimensiones longitudinales de estas bandas dependen de las características específicas de cada proyecto y quedan supeditadas a la distancia entre calles transversales en la red, puesto que los ingresos y salidas a estas áreas segregadas deben cumplir con ciertas normas que velen por la seguridad peatonal y por el buen funcionamiento de las intersecciones.

Las dimensiones transversales dependen de la configuración interna del espacio, o sea, del ángulo de estacionamiento (a_e), de la existencia de dársenas a uno o dos lados del pasillo de circulación interna y del ancho y número de dichos pasillos.

El espacio transversal ocupado por las dársenas, en función del ángulo de estacionamiento (a_e) puede ser consultado en la lámina 3.2-1.

El ancho del pasillo (a_p) (un solo sentido de tránsito) depende también de dicho ángulo. Los valores que aparecen en el cuadro 4.5-1 permiten una maniobra única en el caso más desfavorable, cual es el tener que ocupar una dársena entre dos coches estacionados en ángulo. En el caso de estacionamiento en paralelo se considera una maniobra tipo.

Cuadro 4.5-1
Anchos de Pasillos en Estacionamientos

e (°)	0	35	50	70	90
a_p (m)	3,4	3,6	4,4	5,8	7,3

Entonces, la sección transversal de un estacionamiento segregado se puede determinar mediante la suma de los anchos de las zonas que contemple.

Para no traicionar uno de los propósitos fundamentales de los estacionamientos segregados (y en general de todos los tipos de estacionamientos), como es el de perturbar lo mínimo posible al tránsito de paso, es necesario que los accesos a ellos permitan una maniobra de deceleración semejante a la que se considera en ramales de interconexiones y enlaces, cuando la velocidad de diseño de la vía es mayor o igual a 50 Km/h., o una maniobra de giro tipificada (a 30 ó 50 Km/h.) si ello es pertinente y más adecuado (3.5.3). También son factibles los esquemas del párrafo 3.4.3.01.

Las salidas en cambio, no requieren pistas de aceleración, salvo cuando ellas se ejecuten directamente sobre calzadas principales de autopistas, o sobre calzadas de categoría autovías en las que el punto hipotético de ingreso (si no existiese pista de aceleración) se produce en un tramo en el que los semáforos más cercanos están a 800 y 600

metros antes y después de dicho punto, respectivamente. En tal caso, las pistas en cuestión deben diseñarse según los criterios contenidos en 3.1.4.02. a. ii.

Los accesos a un estacionamiento segregado presentan generalmente características geométricas distintas a las de los ramales de salida en intersecciones y enlaces, puesto que la alineación de llegada suele ser paralela a la pista que se deja, lo cual obliga a una maniobra en “S”. Además, la velocidad de llegada al pasillo interno propiamente tal es muy baja, y nula si existen dispositivos de control de entrada (ticket) o flujos peatonales.

Las dimensiones involucradas en los distintos elementos que constituyen los dispositivos de salida, ya sean el llamado genéricamente “pista de deceleración”, con sus largos de la “cuña”, de la “zona de deceleración” y de la “zona de espera” (si se prevén colas al ingreso), o el diseño para giro tipificado, con sus transiciones, radios y retranqueos, serán las mismas que aparecen en 3.1.4.02 y 3.5.3. Se reitera la validez de los esquemas de 3.4.3.01.

Ahora bien, las geometrías de estos elementos de acceso deberán adaptarse, en sus extremos próximos al estacionamiento en sí, a la geometría de éste.

4.5.3.01 ESTACIONAMIENTOS EN ZONA RESIDENCIAL

En zonas residenciales los estacionamientos masivos se pueden liberar de los condicionantes que llevan consigo los accesos a vías de importancia, mientras que los fragmentados (pequeña cantidad) podrán situarse dentro del territorio del propietario, y podrán constar de varias zonas similares en las cuales incluso el peatón podrá ser partícipe (Calle-Vereda, ver 4.1.4.01.).

Los alcances de dimensiones y accesos de los segregados serán aplicables a estos estacionamientos con las variaciones y condicionantes que su diseño implique.

Se puede reducir el impacto visual mediante árboles, postes ornamentales, desniveles u otros elementos similares para crear una integración con el lugar. Se pueden utilizar también elementos constructivos decorativos, como son el uso de diferentes tipos de tratamientos superficiales de las calzadas, uso de elementos de protección de piedra, árboles, o similares que le de un carácter más acogedor y que pueda promover una relación social.

Se pueden utilizar simultáneamente tipos de estacionamientos fragmentados en la calle o fragmentados-agrupados.

Se hace énfasis en la interrelación que pueda existir entre las viviendas y los estacionamientos, ya sea en la parte estética como la seguridad del vehículo. Esto se puede lograr diseñando estacionamientos fragmentados de manera informal, que puede recoger formas geométricas irregulares, sin perjuicio del uso de formas geométricas regulares o formales.

Se pretende que con el equipamiento (árboles, obras de arte, etc.) se evite que los residentes “vean” los estacionamientos.

Se prefieren los estacionamientos dispersos o fragmentados en diferentes formas y orientaciones, lo que da mayor libertad al urbanista para diseñar un espacio agradable y funcional.

4.5.3.02 ESTACIONAMIENTOS EN ZONA CÍVICO-COMERCIAL

En esta zona pasa a predominar la capacidad del estacionamiento sin dejar de lado los conceptos de integración y continuidad con el entorno. Se preferirá accesos y salidas que produzcan pocas maniobras para el conductor y que lo guíen hacia vías expeditas en forma segura. En el interior de las playas de estacionamiento se prefieren pasillos de acceso en un solo sentido de circulación, para lo cual se hace necesario implementarlo con una buena señalización o demarcación. El ancho del pasillo dependerá del ángulo de estacionamiento como se hizo mención anteriormente.

Se debe considerar zonas especiales para minusválidos que contengan aceras con rampas para el desplazamiento seguro y cómodo de acceso y salida para ellos.

Las formas geométricas pueden variar según sea el espacio disponible y el criterio del urbanista para lograr una integración con el medio.

La circulación peatonal, por lo general se encuentra en desventaja con respecto a otras formas de tráfico, ya que obstáculos y desvíos reducen la libertad de movimiento, por ello es importante crear condiciones que estimulen la circulación peatonal, proporcionándole aceras y sendas bien definidas y elementos de seguridad en ellas frente a la circulación constante que se produce en los estacionamientos (árboles, desniveles, rampas, aceras anchas, etc.).

Lámina 4.5-1
Estacionamientos en Zona Residencial: Fragmentados en Calle

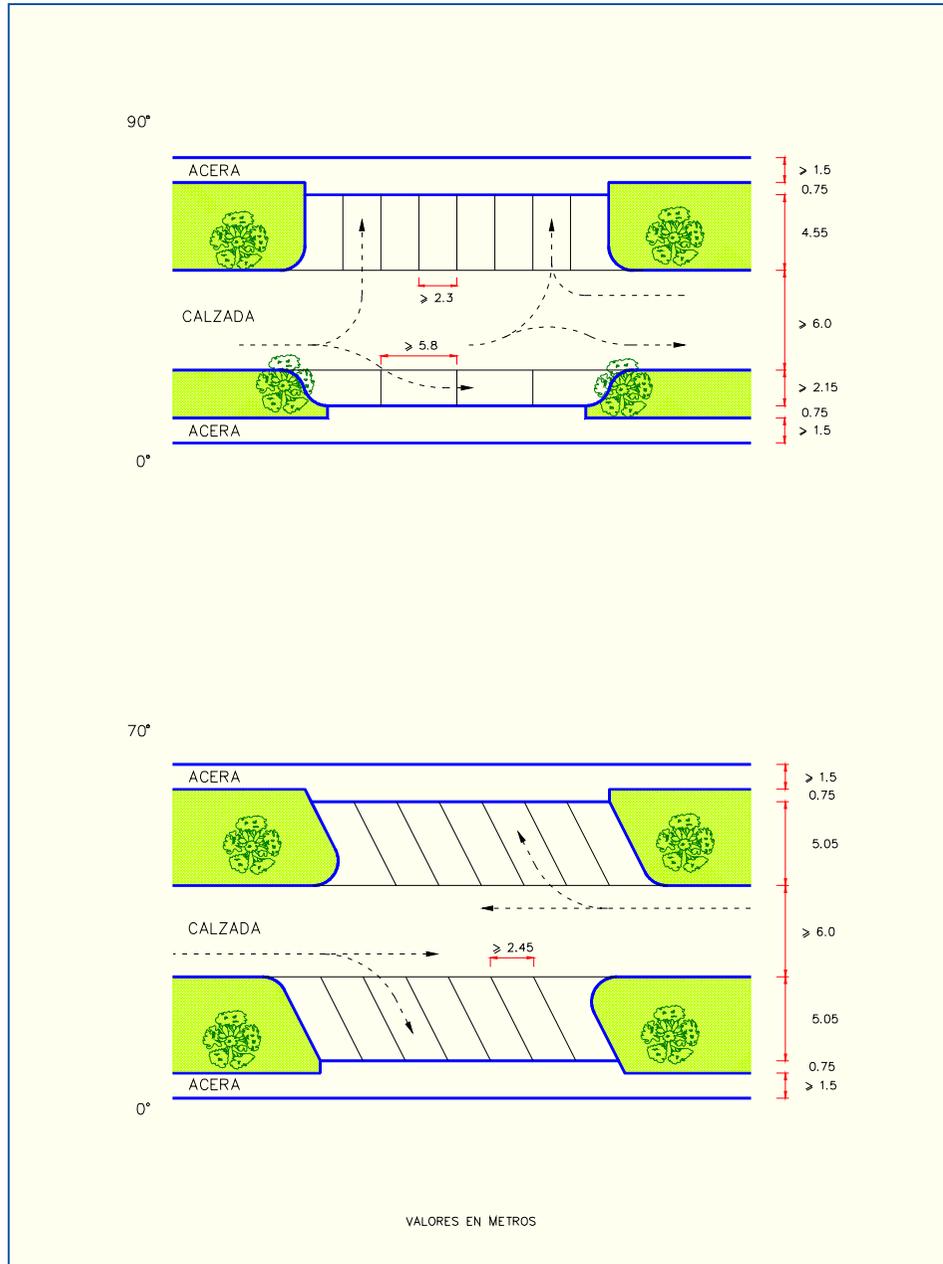


Lámina 4.5-2
Estacionamientos en Zona Residencial: Fragmentados-Agrupados

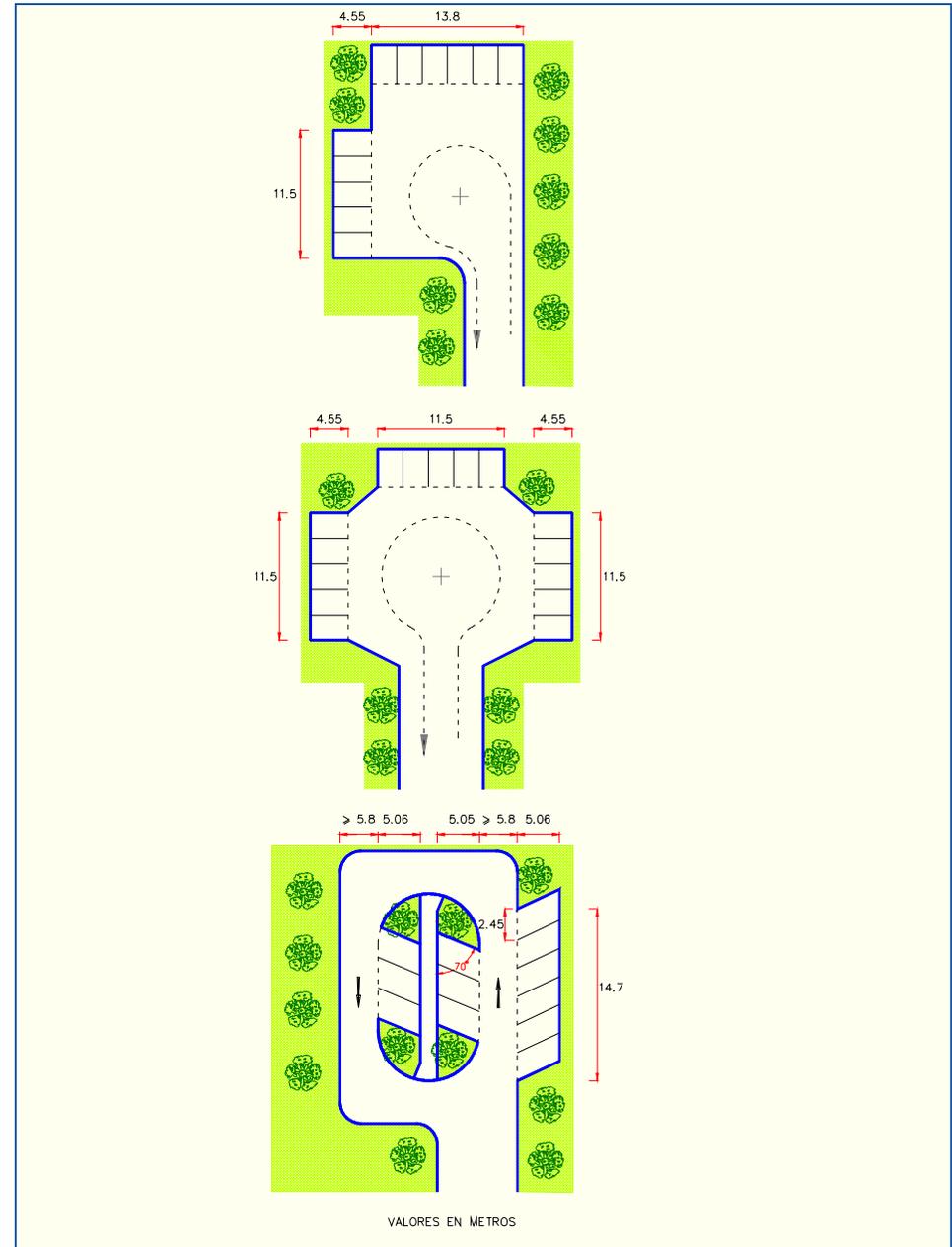


Lámina 4.5-3
Composición Estacionamientos Fragmentados-Agrupados

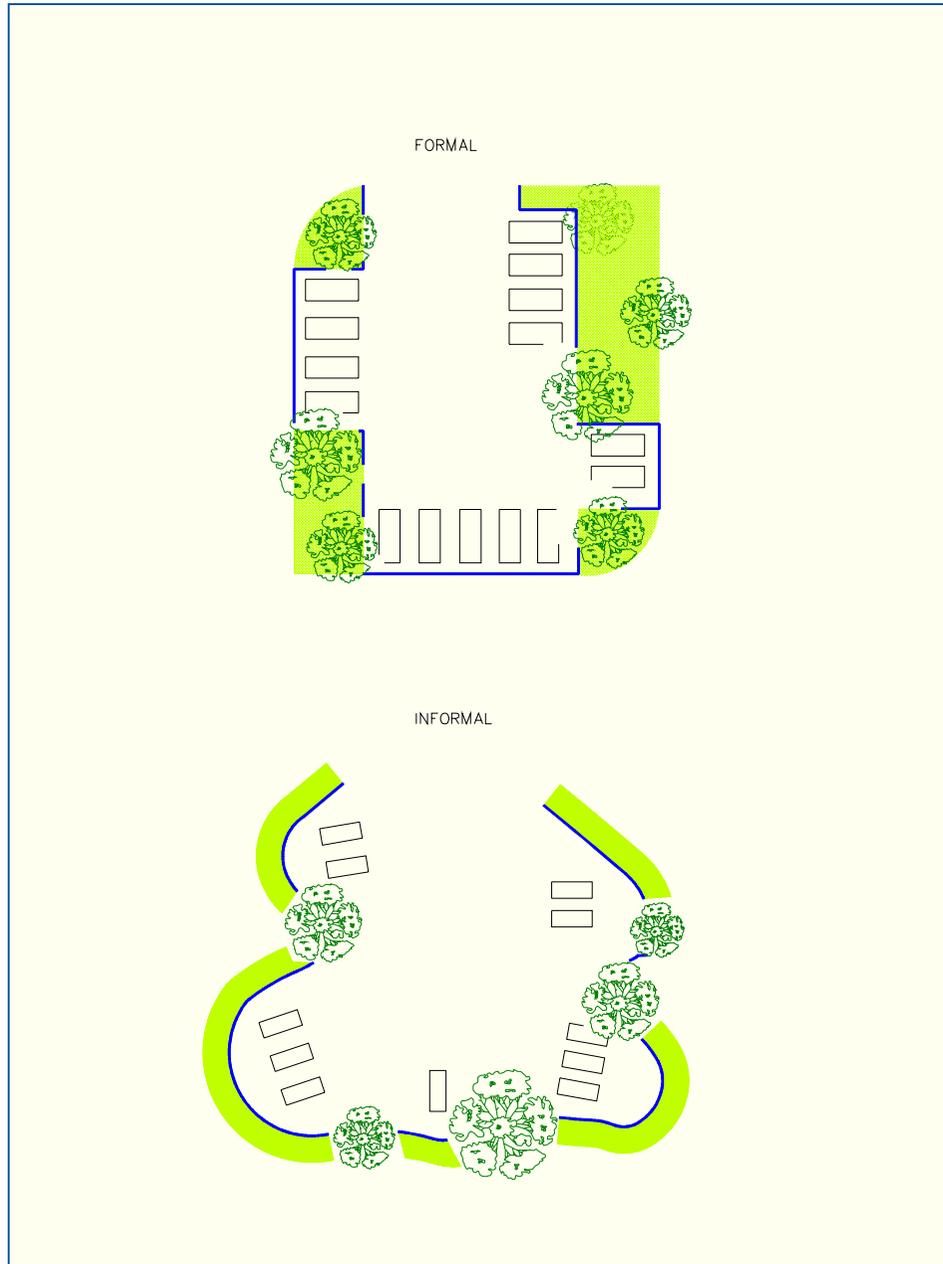
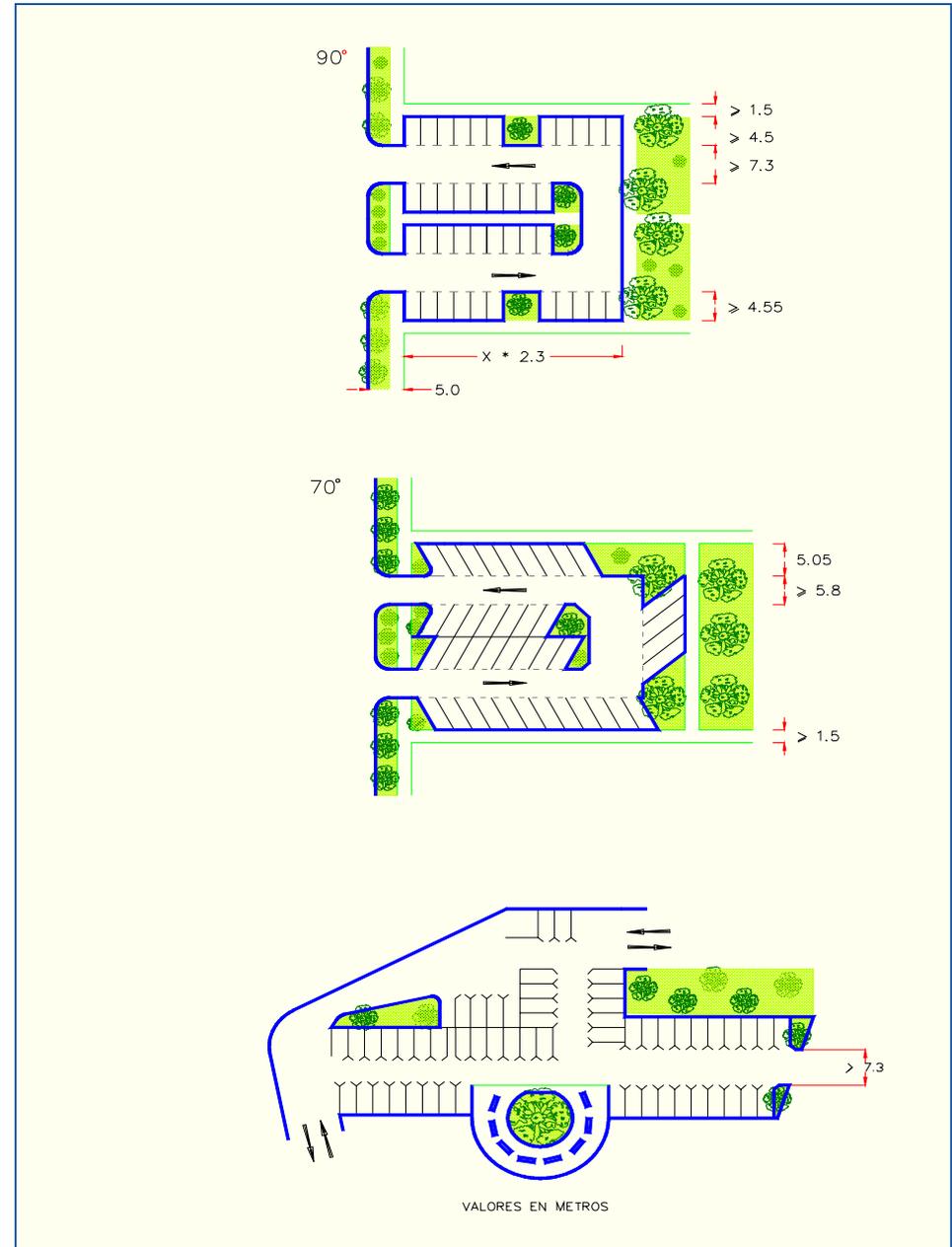


Lámina 4.5-4
Estacionamientos en Zona Cívico-Comercial: Masivos



4.5.4 ESTACIONAMIENTOS EN EDIFICIOS

La infraestructura vial muchas veces, incluso con la existencia de playas de estacionamiento o estacionamientos fragmentados, es insuficiente para la demanda de estacionamientos, lo cual muchas veces queda agravado por el hecho de que las estructuras existentes no pueden ni alterarse ni ampliarse. Una solución al problema planteado se puede resolver considerando estacionamientos subterráneos o estacionamientos de edificios, que no sólo suponen una buena solución desde el punto de vista de racionalización del espacio sino también de proveer a los automóviles una protección suficiente contra las inclemencias atmosféricas y permite, además una adaptación u ocupación de la superficie liberada por la capacidad de los estacionamientos planteados, a otros usos (áreas verdes o de equipamiento), y procurar un tránsito peatonal o de bicicletas seguro, cómodo y amplio.

Para realizar estos tipos de estacionamientos se prioriza la capacidad, optimizando el espacio, dejando en un segundo plano (no por ellos menos importante) la integración con el lugar. Sin embargo, se deberá lograr una continuidad y seguridad por planta o piso de ellos. Su estudio requerirá de un cálculo estructural propiamente tal (cálculos de suelos, dimensiones, de matrices de agua potable, alcantarillado, ventilaciones u otras instalaciones necesarias) que optimice el espacio sin desmedro de la funcionalidad y facilidad de maniobrar que se debe dotar dentro del recinto cerrado. Además el estudio para la elección del lugar no siempre podrá estar a cargo del ingeniero más bien del urbanista que actúe según los planes reguladores existentes.

El observador posee una gran adaptabilidad que organiza y dota de significado lo que ve, por lo que desempeña un papel activo para percibir su medio. Para que el usuario tenga una percepción espacial clara, los estacionamientos de edificios deben tener un carácter bien definido que los identifique plenamente y que contenga ciertos atributos de estética para proporcionar una integración con la zona y no permitir que esta solución vaya en desmedro de la continuidad y ritmo de la ciudad (las formas arquitectónicas no son limitadas), mientras que los subterráneos podrán aprovechar la superficie para áreas verdes o esparcimiento.

En planta tendrá los mismos criterios de espacialidad y funcionalidad de las playas de estacionamiento variando la conexión que existe entre los pisos, ésta será preferentemente de forma circular o con rampas de 20% de inclinación máxima con una longitud adecuada, mientras que en el interior de ellas se preferirá una red de líneas simples de movimientos a través de demarcación adecuada como organizadora de la actividad (llegar, estacionar, salir) y un ambiente ordenado apoyado en los elementos estructurales integrantes, pilares o similares. Estacionamientos con demarcación permite reducir el ancho, limitando la planta solamente a líneas pintadas al piso.

Las sensaciones visuales de la forma se pueden acentuar aún más asignando elementos, diseños gráficos o colores, para identificar primeros, segundos y terceros planos o pisos para la orientación del usuario.

Se prefieren estacionamientos a 75° con respecto al eje de acceso, lo que permite una fácil colocación y una buena maniobra entrada/salida, o de 90° si los pasillos centrales permiten que la maniobra sea expedita.

La inclinación de la losa se recomienda sea de 1.5% desde el centro hacia sus extremos, permitiendo el escurrimiento de aguas de existir éstas.

Lámina 4.5-5
Edificio de Estacionamientos

