

# Contenido

<b>Capítulo 1 Antecedentes históricos</b>	<b>01</b>
1.1 Primeros caminos	02
1.2 Evolución del transporte	04
Referencias bibliográficas	08
<b>Capítulo 2 Problema del tránsito y su solución</b>	<b>09</b>
2.1 Trazo de las carreteras y calles en uso	10
2.2 Trazo urbano actual	11
2.3 Progreso del vehículo de motor	11
2.4 Relación entre la demanda vehicular y la oferta vial	15
2.4.1 Patrón urbano	15
2.4.2 Patrón rural	16
2.5 Factores que intervienen en el problema del tránsito	18
2.6 Tipos de solución	20
2.7 Bases para una solución	23
2.8 Metodología	24
2.9 Especialización	26
Referencias bibliográficas	29
<b>Capítulo 3 Transporte e ingeniería de tránsito</b>	<b>31</b>
3.1 Generalidades	32
3.2 Definiciones	33
3.3 Sistema de transporte	34
3.3.1 Estructura del sistema de transporte	34
3.3.2 Sistemas y modos de transporte	37
3.4 Alcances de la ingeniería de tránsito	39
Referencias bibliográficas	41
<b>Capítulo 4 Usuario</b>	<b>43</b>
4.1 Generalidades	44
4.2 Peatón	45
4.3 Ciclista	50
4.4 Conductor	53

4.5	Visión	54
4.6	Reacciones físicas y psicológicas	57
4.7	Distancia para detener un vehículo	60
4.8	Problemas propuestos	81
	Referencias bibliográficas	85
<b>Capítulo 5 Vehículo</b>		<b>87</b>
5.1	Registro mundial	88
5.2	Estadística de México	92
5.3	Inspección del vehículo	94
5.4	Características de los vehículos de proyecto	96
	Referencias bibliográficas	106
<b>Capítulo 6 Sistema vial</b>		<b>107</b>
6.1	Generalidades	108
6.2	Clasificación de una red vial	110
6.2.1	Clasificación funcional	110
6.2.2	Sistema vial urbano	112
6.2.3	Sistema de carreteras	114
6.3	Desarrollo de las carreteras en México	116
6.4	Radio y peralte de curvas	119
6.5	Estructura de una carretera	128
6.6	Especificaciones geométricas de las carreteras	130
6.7	Problemas propuestos	132
	Referencias bibliográficas	134
<b>Capítulo 7 Dispositivos para el control del tránsito</b>		<b>135</b>
7.1	Antecedentes	136
7.2	Clasificación de los dispositivos de control	139
7.3	Requisitos	140
7.4	Señales preventivas	142
7.5	Señales restrictivas	146
7.6	Señales informativas	149
7.6.1	Señales informativas de identificación	152
7.6.2	Señales informativas de destino	153
7.6.3	Señales informativas de recomendación	156
7.6.4	Señales de información general	157
7.6.5	Señales informativas turísticas y de servicios	158
7.7	Señales de mensaje cambiante	159

7.8 Señalamiento horizontal	164
7.9 Obras y dispositivos diversos	166
7.10 Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales	166
7.10.1 Señalamiento vertical para protección de obras	166
7.10.2 Señalamiento horizontal para protección de obras	168
7.10.3 Dispositivos de canalización para protección de obras	168
7.11 Semáforos	169
7.12 Dispositivos de seguridad	173
7.13 Proyecto de señalamiento	173
Referencias bibliográficas	176

## **Capítulo 8 Volumen de tránsito** **179**

8.1 Generalidades	180
8.2 Definiciones	180
8.2.1 Volumen, tasa de flujo, demanda y capacidad	180
8.2.2 Volúmenes de tránsito absolutos o totales	183
8.2.3 Volúmenes de tránsito promedio diarios	184
8.2.4 Volúmenes de tránsito horarios	185
8.3 Uso de los volúmenes de tránsito	189
8.4 Características de los volúmenes de tránsito	191
8.4.1 Distribución y composición del volumen de tránsito	191
8.4.2 Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda	192
8.4.3 Variación horaria del volumen de tránsito	198
8.4.4 Variación diaria del volumen de tránsito	202
8.4.5 Variación mensual del volumen de tránsito	203
8.5 Volúmenes de tránsito futuros	204
8.5.1 Relación entre el volumen horario de proyecto y el tránsito promedio diario anual	204
8.5.2 Relación entre los volúmenes de tránsito promedio diario, anual y semanal	206
8.5.3 Ajuste y expansión de volúmenes de tránsito	212
8.5.4 Pronóstico del volumen de tránsito futuro	218
8.5.5 Regresión matemática para el cálculo de volúmenes de tránsito futuro	226
8.6 Estudio de volúmenes de tránsito	243
8.7 Problemas propuestos	245
Referencias bibliográficas	251

## **Capítulo 9 Velocidad** **253**

9.1 Generalidades	254
9.2 Antecedentes	254

9.3	Definiciones	257
9.3.1	Velocidad en general	257
9.3.2	Velocidad de punto	259
9.3.3	Velocidad instantánea	259
9.3.4	Velocidad media temporal	260
9.3.5	Velocidad media espacial	261
9.3.6	Velocidad de recorrido	270
9.3.7	Velocidad de marcha	271
9.3.8	Velocidad de proyecto	273
9.4	Estudios de velocidad	274
9.4.1	Estudios de velocidad de punto	274
9.4.2	Estudios de velocidad de recorrido	289
9.5	Problemas propuestos	297
	Referencias bibliográficas	300

## **Capítulo 10 Análisis del flujo vehicular 301**

10.1	Generalidades	302
10.2	Conceptos fundamentales	302
10.2.1	Variables relacionadas con el flujo	303
10.2.2	Variables relacionadas con la velocidad	308
10.2.3	Variables relacionadas con la densidad	308
10.2.4	Relación entre el flujo, la velocidad, la densidad, el intervalo y el espaciamiento	316
10.3	Modelos básicos del flujo vehicular	322
10.3.1	Modelo lineal	323
10.3.2	Modelos no lineales	337
10.4	Descripción probabilística del flujo vehicular	343
10.5	Problemas propuestos	353
	Referencias bibliográficas	359

## **Capítulo 11 Análisis de la congestión 361**

11.1	Generalidades	362
11.2	Significado analítico de la congestión	363
11.3	Elementos de un sistema de filas de espera	364
11.4	Análisis determinístico del congestionamiento	367
11.4.1	Análisis de intersecciones reguladas con semáforos de régimen D/D/1	367
11.4.2	Análisis de cuellos de botella	373
11.5	Análisis probabilístico de líneas de espera	384
11.5.1	Sistema de líneas de espera con una estación de servicio	384
11.5.2	Sistema de líneas de espera con varias estaciones de servicio	387

11.6 Problemas propuestos	390
Referencias bibliográficas	393
<b>Capítulo 12 Capacidad vial</b>	<b>395</b>
12.1 Generalidades	396
12.2 Principios y conceptos generales	397
12.2.1 Concepto de capacidad vial	397
12.2.2 Concepto de nivel de servicio	397
12.2.3 Condiciones prevalecientes	398
12.2.4 Condiciones base o ideales	399
12.3 Criterios de análisis de capacidad y niveles de servicio	399
12.3.1 Criterios	399
12.3.2 Niveles de análisis	402
12.4 Segmentos básicos de autopistas	403
12.4.1 Niveles de servicio	404
12.4.2 Características básicas	406
12.4.3 Análisis operacional	407
12.4.4 Análisis de proyecto o diseño	422
12.4.5 Análisis de planeamiento	425
12.5 Carreteras de carriles múltiples	427
12.5.1 Niveles de servicio	427
12.5.2 Características básicas	427
12.5.3 Análisis operacional	429
12.5.4 Análisis de proyecto o diseño	436
12.5.5 Análisis de planeamiento	438
12.6 Carreteras de dos carriles	439
12.6.1 Características generales y clasificación	439
12.6.2 Condiciones base	440
12.6.3 Niveles de servicio	440
12.6.4 Metodología de análisis	442
12.7 Intersecciones con semáforos	457
12.7.1 Características generales	458
12.7.2 Niveles de servicio	458
12.7.3 Requerimientos de los datos de entrada	460
12.7.4 Metodología de análisis operacional	461
12.8 Procedimientos computarizados	484
12.9 Problemas propuestos	490
Referencias bibliográficas	493

<b>Capítulo 13</b>	<b>Semaforización</b>	<b>495</b>
13.1	Generalidades	496
13.2	Ventajas y desventajas	497
13.3	Tipos de soporte, número de lentes y caras	498
13.4	Tipos de semáforos	500
13.5	Distribución de los tiempos del semáforo	507
13.5.1	Términos básicos	507
13.5.2	Cálculo de los tiempos del semáforo	508
13.6	Coordinación de semáforos	532
13.6.1	Sistemas de coordinación	532
13.6.2	Diagrama espacio-tiempo	535
13.7	Semáforos accionados por el tránsito	537
13.7.1	Características generales	537
13.7.2	Control semiaccionado	539
13.7.3	Control totalmente accionado	540
13.7.4	Control volumen-densidad o adaptable	541
13.7.5	Detectores	542
13.8	La nueva tecnología	543
13.9	Problemas propuestos	544
	Referencias bibliográficas	547
<b>Capítulo 14</b>	<b>Estacionamientos</b>	<b>549</b>
14.1	Generalidades	550
14.2	Definiciones	550
14.3	Tipos de estacionamientos	554
14.3.1	Estacionamientos en la vía pública	554
14.3.2	Estacionamientos fuera de la vía pública	555
14.4	Oferta y demanda	556
14.5	Normas de proyecto	565
14.5.1	Estacionamientos fuera de la vía pública	565
14.5.2	Recomendaciones generales	566
14.6	Problemas propuestos	569
	Referencias bibliográficas	572
<b>Capítulo 15</b>	<b>Accidentalidad</b>	<b>573</b>
15.1	Generalidades	574
15.2	Estudios de accidentes	575
15.2.1	Causas aparentes y reales	576
15.2.2	Magnitud del problema	576

15.3	Causas de los accidentes	580
15.4	Estadísticas de accidentes	585
15.5	Análisis de los accidentes	587
15.6	Programa preventivo	590
15.7	Auditorías de seguridad vial	595
15.7.1	Marco conceptual	595
15.7.2	Fases de las auditorías de seguridad vial	596
15.7.3	Auditorías de seguridad en carreteras	598
15.8	Carreteras seguras	600
15.9	Problemas propuestos	602
	Referencias bibliográficas	603
<b>Capítulo 16</b>	<b>Transporte público</b>	<b>605</b>
16.1	Generalidades	606
16.2	Importancia del transporte	607
16.3	Conceptos básicos de transporte	608
16.4	Modos de transporte público	609
16.5	Tipos de transporte público interurbano	611
16.6	Tipos de transporte público urbano	613
16.7	Transporte masivo en autobuses	627
16.8	Medios alternativos de transporte	629
16.9	El funcionamiento del transporte como un todo	630
16.10	Calidad y eficiencia del transporte público	631
16.11	Transporte público foráneo	633
16.12	Transporte público irregular	634
16.13	Pros y contras del transporte público	635
16.14	Forma de cobro a los usuarios	636
16.15	Viabilidad económica	638
16.16	Sustentabilidad	639
16.17	Contexto metodológico	640
16.17.1	El transporte urbano y suburbano de personas	640
16.17.2	El transporte foráneo de pasajeros	642
16.17.3	El transporte de bienes (carga)	645
16.17.4	El caso de los taxis	646
	Referencias bibliográficas	648
<b>Anexo 1</b>	<b>Grupo Cal y Mayor</b>	<b>649</b>
<b>Anexo 2</b>	<b>Programa Vistro</b>	<b>675</b>
	<b>Índice temático</b>	<b>699</b>