ISTRED
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO REY DAVID

PERIODO I - 2024 - 2025

GUÍA DEL APRENDIZAJE DEL ESTUDIANTE

INGENIERÍA DE TRÁNSITO

ING. JHONNY IVAN CRUZ MORETA
PLANIFICACIÓN DEL TRÁNSITO
2DO. SEMESTRE

Contenido

I. DATOS GENERALES DE LA ASIGNATURA 12

Información General 12

Requisitos 12

Descripción 12

Objetivo general 13

Introducción de la Asignatura 13

I. DATOS GENERALES DE LA UNIDAD 1 14

Información General 14

Resultado de Aprendizaje 14

Metodología 14

DESARROLLO 15

Unidad 1: Fundamentos de la ingeniería de tránsito 15

Tema 1: Parte introductoria a la Ingeniería de Tránsito 15

Principios generales 15

Definición de la Ingeniería de Tránsito 15

Historia y evolución del tránsito 15

Importancia del tráfico y la movilidad urbana 16

Alcance de la ingeniería de tránsito 17

Factores que intervienen en el problema del tránsito. 18

ACTIVIDADES PRÁCTICAS 21

FORO DE DEBATE 22

PRÁCTICA INVESTIGATIVA 22

PRÁCTICA TEST 23
Tema 2: Usuarios, vehículos y el sistema vial 24
Aspectos generales 24
Reacciones físicas y sicológicas: 25
Distancia para detener un vehiculo 26
Características de los vehiculos 27
Clasificación de una red vial 30
Estructura de una carretera. 32
ACTIVIDADES PRÁCTICAS 35
FORO DE DEBATE 36
PRÁCTICA INVESTIGATIVA 36
PRÁCTICA TEST 37
II. DATOS GENERALES DE LA UNIDAD 2 38
Información General 38
Resultado de Aprendizaje 38
Metodología 38
DESARROLLO 39
Unidad 2: Capacidad y Cálculo Vial 39
Tema 1: Carreteras 39
Los conceptos de capacidad vial y nivel de servicio 39
Capacidad Vial 39
Nivel de Servicio 40
Aforos de vehículos: 43

Tránsito promedio diario anual (TPDA) 45

Análisis de circulación 48

Análisis de diseño o proyecto 49

Capacidad de una carretera o camino 51

ACTIVIDADES PRÁCTICAS 53

FORO DE DEBATE 54

PRÁCTICA INVESTIGATIVA 54

PRÁCTICA TEST 55

Tema 2: Cálculos Viales 56

Volúmenes de tránsito 56

Relación entre los volúmenes de tránsito promedio diario, anual y semanal: ... 59

Aplicaciones de velocidad 61

Flujos vehiculares 65

Relación entre el flujo, la velocidad, la densidad, el intervalo y el espaciamiento 67

ACTIVIDADES PRÁCTICAS 69

FORO DE DEBATE 70

PRÁCTICA INVESTIGATIVA 70

PRÁCTICA TEST 71

III. DATOS GENERALES DE LA UNIDAD 3 72

Información General 72

Resultado de Aprendizaje 72

Metodología 72

DESARROLLO 73
Unidad 3: Análisis de las Operaciones en la Vía 73
Tema 1: Actores viales 73
Características del conductor 73
Habilidades y Conocimientos Técnicos: 73
Condiciones físicas: 73
Condiciones Mentales y Emocionales: 74
Responsabilidad y Actitud: 74
El proceso de percepción - reacción: 74
Fases del Proceso de Percepción-Reacción 75
El peatón, el vehículo y el camino 75
1. El Peatón 76
2. El Vehículo 76
3. El Camino 77
Interacción entre Peatón, Vehículo y Camino 77
Tipos de estacionamientos: 78
Estacionamiento en la vía publica 78
Estacionamientos fuera de la vía publica 78
Tipos de estacionamiento 79
Estacionamientos en paralelo 79
ACTIVIDADES PRÁCTICAS 83
FORO DE DEBATE 84
PRÁCTICA INVESTIGATIVA 84

PRÁCTICA TEST 85
Tema 2: Congestionamiento 86
Significado analítico de la congestión 86
Factores que influyen en la congestión vehicular: 86
Causas de la congestión: 87
Elementos de un sistema de filas de espera: 87
Análisis de intersecciones con semáforos 90
Análisis de cuello de botellas 90
Análisis probabilístico de líneas de espera 91
ACTIVIDADES PRÁCTICAS 92
FORO DE DEBATE 93
PRÁCTICA INVESTIGATIVA 93
PRÁCTICA TEST 94
IV. DATOS GENERALES DE LA UNIDAD 4 95
Información General 95
Resultado de Aprendizaje 95
Metodología 95
DESARROLLO 96
Unidad 4: Intersecciones 96
Tema 1: Diseño y Regulación 96
Análisis de conflictos en intersecciones 96
Concepto de Conflictos en Intersecciones 96
Métodos de Análisis de Conflictos 97

Identificación de Conflictos Comunes 97
Análisis de Seguridad Basado en Conflictos 98
Técnicas de Mitigación de Conflictos 98
Herramientas de Simulación para el Análisis de Conflictos 99
Ejemplos de Conflictos en Intersecciones 99
Evaluación de la Eficiencia en Intersecciones 99
Criterios de regulación de intersecciones: 100
1. Tipo de Control de la Intersección 100
2. Volumen de Tráfico 100
3. Fases Semafóricas 101
4. Prioridad de Movimiento 101
5. Seguridad en la Intersección 101
6. Geometría de la Intersección 102
7. Coordinación de Semáforos (Red de Intersecciones) 102
8. Capacidad de la Intersección 102
9. Consideración de Todos los Usuarios 103
10. Adaptación a las Condiciones de Tráfico y Horarios 103
Alternativas geométricas de diseño de intersecciones 103
1. Intersección en T o en Y 103
2. Intersección de Cuatro Vías (Cruz o de Tipo Plus) 104
3. Intersección en Diamante 104
4. Rotonda o Glorieta 105
5. Intersección con Carriles Exclusivos para Giro 105

6. Intersección Canalizada 106

7. Intersección Desnivelada 106

8. Intersección de Diamante Divergente (DDI) 107

Relación entre diseño y operación 108

1. Capacidad y Demanda de Tráfico 108

2. Seguridad Vial 109

3. Fluidez y Eficiencia del Tráfico 109

4. Flexibilidad Operativa 109

5. Coordinación con Otras Intersecciones o Vías 110

6. Impacto Ambiental y Sostenibilidad 110

7. Costos de Operación y Mantenimiento 110

8. Incorporación de Tecnologías Inteligentes 111

9. Consideración de Todos los Usuarios 111

Diseños especiales para la circulación de transporte público 111

1. Carriles Exclusivos para Transporte Público (BRT - Bus Rapid Transit) .. 112

2. Intersecciones Prioritarias para Transporte Público 112

3. Vías Exclusivas para Transporte Público 113

4. Estaciones de Transporte Público Mejoradas 114

5. Áreas de Transferencia o Intercambiadores Multimodales 114

6. Calle Completamente Peatonalizada con Transporte Público Prioritario . 115

7. Diseño de Paradas en Isla 116

8. Diseño de Prioridad para Tranvías y Trolebuses 116

Rotondas 117

Características principales de las rotondas: 117
Ventajas de las rotondas: 118
Desventajas de las rotondas: 118
Tipos de rotondas: 118
Diseño y operación: 119
ACTIVIDADES PRÁCTICAS 120
FORO DE DEBATE 121
PRÁCTICA INVESTIGATIVA 121
PRÁCTICA TEST 122
Tema 2: Semaforización 123
Criterios de justificación de semáforos 123
Volumen vehicular mínimo 123
Acceso a vías principales 124
Volúmenes peatonales 124
Cruces peatonales escolares 125
Frecuencia de accidentes y puntos de conflicto 125
Definiciones y etapas de programación de semáforos aislados: 126
Etapas de la programación de semáforos aislados: 127
Factores que influyen en la programación de semáforos aislados: 129
Métodos de programación 129
Semáforos con detección por demanda (basados en sensores) 130
Semáforos actuados 131
Semáforos inteligentes o adaptativos 131

Programación por sincronización de semáforos (green wave) 132
Semáforos para peatones con pulsadores 132
Semáforos con programación adaptada a eventos 133
Indicadores de rendimiento 133
1. Tiempo de espera promedio (Delay Time) 134
2. Longitud de cola promedio (Queue Length) 134
3. Ciclo del semáforo (Cycle Length) 134
4. Tasa de flujos vehiculares (Traffic Flow Rate) 134
5. Capacidad de la intersección (Intersection Capacity) 135
6. Tasa de saturación (Saturation Rate) 135
7. Frecuencia de accidentes (Accident Rate) 135
8. Porcentaje de vehículos que pasan en verde (Green Band Percentage) 136
9. Tiempo de despeje de la intersección (Clearance Time) 136
10. Velocidad promedio en la intersección (Average Speed) 136
11. Nivel de servicio (Level of Service, LOS) 136
12. Frecuencia de ciclos completos (Full Cycle Frequency) 137
13. Emisiones de CO2 (CO2 Emissions) 137
14. Tasa de incumplimiento de señales (Signal Violation Rate) 137
Herramientas de programación de semáforos aislados 137
1. SIDRA INTERSECTION 138
2. TRANSYT 138
3. HCS+ (Highway Capacity Software) 138
4. Synchro 139

5. VISSIM 139
6. Aimsun 140
7. CORSIM 140
8. Cap-X 140
9. Trafficware (SynchroGreen) 141
Tecnología aplicada para el análisis del tránsito 142
1. Sistemas de sensores en la vía 142
2. Cámaras de video para análisis de tráfico 142
3. Sistemas de información geográfica (SIG/GIS) 143
4. Sistemas de transporte inteligente (ITS) 143
5. Tecnologías de comunicación vehicular (V2V y V2I) 144
6. Tecnología de radar y LIDAR 144
7. Drones para monitoreo del tráfico 144
8. Big Data y análisis predictivo 145
9. Aplicaciones móviles y GPS 145
10. Software de simulación de tráfico 146
ACTIVIDADES PRÁCTICAS 147
FORO DE DEBATE 148
PRÁCTICA INVESTIGATIVA 148
PRÁCTICA TEST 149
V. Bibliografía 150
Bibliografía básica 150
Bibliografía de consulta 150

Anexo 1: Modelo de Foro..... 151

Anexo 2: Esquema de Taller/Investigación 152

Anexo 3: Rúbrica de Foro 153

Anexo 4: Rúbrica de Taller/Investigación 154

Anexo 5: Rubrica de taller práctico 155

I. DATOS GENERALES DE LA ASIGNATURA

Información General

1.1.	Asignatura	Ingeniería de Tránsito					
1.2.	Carrera	Planificación del Tránsito					
1.3.	Código de asignatura	PDT2239					
1.4.	Créditos	2,5					
1.5.	Nivel	Segundo					
1.6.	Detalle de horas	CD	48	AA	12	PE	60

Requisitos

Prerrequisito		Correquisito	
Asignatura	Código	Asignatura	Código
Legislación del Tránsito	PDT1245	N/A	N/A

Descripción

La asignatura de Ingeniería de Tránsito en el contexto de la carrera de Planificación del Tránsito, se enfoca en analizar la movilidad en una zona determinada, considerando de manera coordinada los diferentes elementos que participan en ella y simulando la interacción de los nuevos proyectos de infraestructura con la red existente, para proponer soluciones a la medida de cada proyecto logrando una movilidad eficiente, segura y comprometida con el medio ambiente.

En esta asignatura, los estudiantes desarrollarán habilidades fundamentales para abordar desafíos actuales en el control del tránsito, contribuyendo así a la planificación sostenible y la mejora de la seguridad vial. Además, que, proporciona una base sólida en conceptos clave, tecnologías innovadoras y estrategias prácticas, preparando a los profesionales para enfrentar demandas emergentes en el campo de la ingeniería de tránsito, brindando la capacidad de implementar soluciones efectivas y sostenibles en un entorno de movilidad en constante evolución.

Involucra el análisis del comportamiento de la circulación en las vías, permitiendo la gestión de la circulación vehicular su evaluación para la aplicación de estrategias que ayuden a optimizar los tiempos de viaje, evitar congestionamientos, siniestros o

accidentes de tránsito. Esto puede involucrar el diseño de semáforos, el análisis de datos de tráfico y la planificación de rutas para mejorar el flujo de vehículos.

Objetivo general

Proporcionar a los estudiantes una base sólida en los principios y prácticas de planificación, diseño y gestión del tráfico, preparándolos para enfrentar los desafíos presentes y futuros en el campo de la ingeniería civil y la movilidad urbana.

Introducción de la Asignatura

El término "tránsito" se refiere al movimiento de personas, vehículos y mercancías en las vías. En el contexto de la ingeniería de tránsito y la planificación urbana, el tránsito se estudia y gestiona para garantizar un flujo seguro, eficiente y ordenado de la circulación. Es un aspecto fundamental en el área urbana y rural de un sector, por lo cual requiere de una adecuada gestión para garantizar la movilidad, la seguridad vial, la accesibilidad y el desarrollo económico de las comunidades.

La ingeniería de tránsito es una rama especializada de la ingeniería civil que se centra en hacer un análisis de aquellos factores que se encuentran relacionados entre sí, como los conductores, vehículos, vías de comunicación, peatones y el entorno o medio ambiente, con el objetivo de facilitar un flujo seguro, eficiente y sostenible, respetando los señalamientos viales. Se encarga de estudiar y diseñar soluciones para mejorar el flujo y la eficiencia del tráfico, así como para reducir los problemas asociados, como el congestionamiento, los accidentes de tráfico y la contaminación atmosférica.

Esta disciplina se ocupa de resolver una amplia gama de problemas relacionados con el tráfico y la movilidad urbana, utilizando principios de ingeniería, planificación urbana, economía y ciencias sociales, lo cual le convierte en un área del conocimiento fundamental para garantizar la movilidad segura y eficiente de las personas y mercancías en las vías de transporte, contribuyendo al desarrollo sostenible de las ciudades y regiones.

La asignatura de ingeniería de tránsito prepara a los estudiantes para abordar los desafíos relacionados con la movilidad urbana y la gestión del tráfico en el contexto de la ingeniería civil y el transporte por lo que dentro de su área de conocimiento incluye proyectos prácticos, estudios de casos y trabajo de campo para que los estudiantes apliquen los conceptos teóricos aprendidos a situaciones reales.

I. DATOS GENERALES DE LA UNIDAD 1

Información General

1.1.	Nivel	Segundo					
1.2.	Nombre Unidad	Fundamentos de la ingeniería de tránsito					
1.3.	Tema 1 – Unidad	Parte Introductoria a la Ingeniería de Tránsito					
1.4.	Tema 2 – Unidad	Usuarios, Vehículos y el Sistema Vial					
1.5.	Unidad organizacional	Profesional					
1.6.	Unidad	1					
1.7.	Total, Horas Unidad	30					
1.8.	Detalle de horas Unidad	ACD	12	AA	3	APE	15

Resultado de Aprendizaje

Al finalizar la unidad de fundamentos de la Ingeniería de Tránsito los estudiantes tendrán un entendimiento sólido de los conceptos básicos del estudio del comportamiento del tránsito y su relación con la ingeniería como tal.

Al abordar la temática que engloba la unidad comprenderán la importancia de la asignatura y los factores que contribuyen a los accidentes de tráfico, así como los alcances de la ingeniería de tránsito que implica el conocimiento de las medidas de seguridad y prevención que pueden implementarse para reducir los riesgos de movilizarse en las carreteras.

Metodología

La metodología de la asignatura se basa en un enfoque activo y colaborativo. Incluye sesiones de clase estructuradas en torno a temas específicos, lecturas y tareas, estudio de casos, proyectos prácticos y debates en clase. Los estudiantes también se involucran en trabajos en grupo y mantienen diarios de reflexión. Se fomenta la participación en debates, preguntas y respuestas, y se proporcionan recursos en línea para una comprensión más profunda. La evaluación se realiza mediante pruebas, proyectos y una evaluación final, con retroalimentación continua para guiar el aprendizaje. Esta metodología busca que los estudiantes comprendan los conceptos fundamentales y puedan aplicar eficazmente las metodologías de desarrollo de software en situaciones prácticas

DESARROLLO

Unidad 1: Fundamentos de la ingeniería de tránsito

Tema 1: Parte introductoria a la Ingeniería de Tránsito

Objetivo: Comprender los conceptos fundamentales de la Ingeniería de Tránsito, su importancia en la planificación y gestión de la movilidad, así como sus principales áreas de estudio y aplicación.

Principios generales

Definición de la Ingeniería de Tránsito.

Para entender de una mejor manera la Ingeniería de Tránsito haremos como referencia a tres autores que la definen en los siguientes términos:

La Ingeniería de Tránsito se define como “la rama de la ingeniería civil que se ocupa del diseño y la operación de sistemas de transporte para lograr un flujo seguro y eficiente de personas y bienes”. (Garber, Traffic and Highway Engineering, 2014)

La Ingeniería de Tránsito se define como la “aplicación de los principios de la ingeniería para diseñar y operar instalaciones y sistemas de transporte para proporcionar movimiento seguro, eficiente, cómodo y conveniente de personas y bienes" (Bertini, 2017).

La Ingeniería de Tránsito se define como "la rama de la ingeniería civil que trata con el diseño, la operación y la gestión de las instalaciones y los servicios de transporte, con énfasis en el transporte terrestre" (Papacostas, 2013)

En consecuencia, se puede decir que, la ingeniería de tránsito es una rama de la ingeniería que se enfoca en el diseño, operación y gestión de sistemas de transporte, con el objetivo de mejorar la movilidad y la seguridad de vehículos y peatones en las vías públicas.

Historia y evolución del tránsito

La evolución de la ingeniería de tránsito se desarrolla a medida que evolucionó el camino y el vehículo, dado que se desarrolla en respuesta a la creciente demanda de movilidad y la necesidad de gestionar de manera eficiente y segura el flujo de

vehículos y peatones en las vías públicas, es decir que se basa en el desarrollo del transporte en general. (Garber, 2014)

Con el pasar de los siglos el transporte ha sido fundamental para la evolución de las sociedades, permitiendo la conexión entre personas, comunidades y culturas. Desde los primeros sistemas de transporte basados en la tracción animal y los viajes marítimos hasta los modernos sistemas de transporte terrestre, marítimo y aéreo, el transporte ha experimentado una evolución significativa, por lo cual la evolución que ha tenido el tránsito.

En este contexto, algunos de los hitos importantes que han influenciado la ingeniería de tránsito son los siguientes (Roth, 2018):

Desarrollo de infraestructura vial: Desde la construcción de calzadas en civilizaciones antiguas hasta la creación de autopistas y sistemas de carreteras modernos, la infraestructura vial ha sido fundamental para el transporte terrestre y ha requerido de la ingeniería de tránsito para su diseño, planificación y gestión.

Innovaciones en transporte público: Desde la invención del ferrocarril hasta el desarrollo de sistemas de transporte público urbano como autobuses y metros, el transporte público ha desempeñado un papel importante en la movilidad de las personas. La ingeniería de tránsito ha sido fundamental en el diseño y la gestión de estos sistemas.

Avances en tecnología de vehículos: Con el desarrollo de vehículos motorizados como automóviles, camiones y motocicletas, así como la introducción de tecnologías como la señalización electrónica y los sistemas de control de tráfico, la ingeniería de tránsito ha evolucionado para adaptarse a las nuevas necesidades y desafíos del transporte moderno.

Importancia del tráfico y la movilidad urbana

El tráfico y la movilidad urbana son aspectos críticos en la vida moderna por varias razones (Newman, 2015):

Economía: La movilidad eficiente es fundamental para el funcionamiento de la economía urbana. Facilita el transporte de bienes y personas, lo que impulsa el comercio, el turismo y otras actividades económicas. Un sistema de transporte fluido y bien planificado contribuye al crecimiento económico de las ciudades al facilitar la movilidad de los trabajadores, la entrega de mercancías y el acceso a servicios.

Calidad de vida: Un buen sistema de transporte público y una infraestructura vial bien mantenida mejoran la calidad de vida de los habitantes urbanos al permitirles acceder fácilmente a servicios como atención médica, educación, recreación y empleo. Además, una movilidad eficiente reduce el estrés y el tiempo de viaje, lo que mejora el bienestar general de la población.

Equidad y acceso: El acceso equitativo a oportunidades y servicios es esencial en las ciudades. Un sistema de transporte accesible y asequible garantiza que todas las personas, independientemente de su origen socioeconómico o ubicación geográfica, puedan acceder a empleo, educación, atención médica y otros servicios esenciales.

Sostenibilidad: La movilidad urbana sostenible es crucial para reducir la huella ambiental de las ciudades. Promover el transporte público, la movilidad activa (como caminar y andar en bicicleta) y la adopción de vehículos eléctricos ayuda a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la calidad del aire, lo que contribuye a un entorno urbano más saludable y sostenible.

Seguridad vial: Reducir los accidentes de tráfico y garantizar la seguridad de los usuarios de la vía pública es una prioridad en la planificación de la movilidad urbana. El diseño de infraestructuras seguras, la implementación de medidas de control de velocidad y la promoción de comportamientos viales seguros son aspectos clave para mejorar la seguridad vial en las ciudades y proteger la vida y la integridad de los ciudadanos.

Alcance de la ingeniería de tránsito

La ingeniería de tránsito abarca subtemas relacionados a las siguientes áreas de estudio:

Diseño vial: Se refiere a la planificación y diseño de carreteras, calles y sistemas de transporte público para garantizar una circulación eficiente y segura de vehículos y peatones. (Norman W. Garrick, 2008).

Control de tráfico: La ingeniería de tránsito incluye el diseño y la implementación de sistemas de señalización, semáforos, señales de tráfico y dispositivos de control de velocidad para regular el flujo de vehículos y minimizar los congestionamientos. (Roger P. Roess, 2019)

Estudios de flujo vehicular: Corresponde a realizar los análisis detallados del flujo de vehículos en diferentes momentos del día y en diferentes condiciones climáticas para

identificar patrones de tráfico y áreas problemáticas que requieren intervención. (Adrian E. Sivak, 2019)

Seguridad vial: Un aspecto fundamental de la ingeniería de tránsito es mejorar la seguridad en las vías públicas, mediante el diseño de infraestructuras seguras, como carriles para bicicletas, pasos de peatones y barreras de seguridad. (David A. Noyce, 2017)

Planificación de transporte: Los ingenieros de tránsito participan en la planificación a largo plazo de sistemas de transporte, considerando el crecimiento urbano, las necesidades de la comunidad y la sostenibilidad ambiental. (Susan Hanson, 2004)

Transporte público: Se encargan de diseñar y optimizar sistemas de transporte público, como autobuses, trenes y metros, para ofrecer servicios eficientes y accesibles a la población. (Vuchic, 2005)

Factores que intervienen en el problema del tránsito.

Según (Cal y Mayor & Cardenas, 2018), se enuncian cinco factores que podrían ser los contribuyentes a estos problemas y que deben ser tomados en cuenta en cualquier intento de solucionarlos:

1. Diferentes tipos de vehículos en la misma vialidad
    - Diferentes dimensiones, velocidades y características de aceleración.
    - Automóviles diversos.
    - Camiones y autobuses, de alta velocidad.
    - Camiones pesados, de baja velocidad, incluyendo remolques.
    - Vehículos tirados por animales, que aún subsisten en algunos países.
    - Motocicletas, bicicletas, vehículos de mano, etc.
2. Superposición del tránsito motorizado en vialidades inadecuadas
    - Relativamente pocos cambios en el trazo urbano.
    - Calles angostas, torcidas y pendientes pronunciadas.
    - Aceras insuficientes.
    - Carreteras que no han evolucionado
3. Falta de planificación en el tránsito
    - Calles, carreteras y puentes que se siguen construyendo con especificaciones inadecuadas a las características funcionales, rol, clasificación y calificación de las nuevas vialidades, obras de infraestructura (tal como puentes, túneles, etc.) y otros.

- Intersecciones proyectadas con una mala concepción, desarrolladas e implementadas sin base técnica.
- Inadecuada política de estacionamiento, con la carencia de una estrategia que permita prever espacios para estacionamiento, coherente con los lineamientos preestablecidos.
- Incoherencia en la localización de zonas residenciales en relación con el funcionamiento de las zonas industriales o comerciales

4. El automóvil no considerado como una necesidad pública
   - Falta de percepción y criterio objetivo en la apreciación de las autoridades sobre la necesidad del vehículo dentro de la economía del transporte.
   - Falta de ponderación en la apreciación del público en general a la importancia del vehículo automotor.
5. Falta de asimilación por parte del gobierno y del usuario
   - Legislación y reglamentos del tránsito anacrónicos que tienden más a forzar al usuario a asimilar el uso de los mismos, que adaptarse a las necesidades del usuario.
   - Falta de educación vial del conductor, del pasajero y del peatón.
   - Tipos de solución a los problemas de tránsito
   - Si el problema del tránsito causa pérdida de vidas y bienes, o sea que equivale a una situación de falta de seguridad para las personas y de ineficiencia económica del transporte, la solución, lógicamente, se obtendrá haciendo el tránsito seguro y eficiente (Cal y Mayor & Cardenas, 2018). Hay tres tipos de proyectos que se pueden plantear para resolver el problema del tránsito:

1. Solución integral

Si el problema es causado por un vehículo moderno sobre carreteras y calles antiguas, la solución integral consistirá en construir nuevos tipos de vialidades que sirvan a este vehículo, dentro de la previsión posible. Se necesitará crear ciudades con trazo nuevo, revolucionario, con calles destinadas al desplazamiento del vehículo moderno, con todas las características inherentes al mismo.

2. Solución parcial de alto costo

Esta solución equivale a sacar el mejor partido posible de lo que actualmente se tiene, con ciertos cambios necesarios que requieren fuertes inversiones. Los casos críticos, como calles angostas, cruceros peligrosos, obstrucciones naturales, capacidad

restringida, falta de control en la circulación, etc., pueden atacarse mediante la inversión necesaria que es, siempre, muy elevada. Entre las medidas que pueden tomarse están: el ensanchamiento de calles, modificación de intersecciones rotatorias, creación de intersecciones canalizadas, implementación de sistemas de control automático con semáforos, construcción de estacionamientos públicos y privados, etc.

3. Solución parcial de bajo costo

Consiste en el aprovechamiento máximo de las condiciones existentes, con el mínimo de obra material y el máximo en cuanto a regulación funcional del tránsito, a través de técnica depurada, así como disciplina y educación por parte del usuario, y a la coherente localización de actividades con respecto al patrón de usos del suelo y a las características físicas del sistema vial de acceso. Incluye, entre otras cosas, la legislación y reglamentación adaptadas a las necesidades del tránsito; las medidas necesarias de educación vial; la organización del sistema de calles con circulación en un sentido; el estacionamiento de tiempo limitado; el proyecto específico y apropiado de señales de tránsito y semáforos; la canalización del tránsito a bajo costo; la priorización y eficiente organización del transporte público, de calles y aceras peatonales; así como, las facilidades para la construcción de terminales y estacionamientos, etc.

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Tabla

Detalle de la Práctica

Practicas	Instrucciones	Duración de la Practica	Mecanismo de Evaluación
Foro de debate	Revisar Actividades Prácticas	0:30 mm	Por rúbricas
Práctica investiga: Taller/Ensayo/Investigación	Revisar Actividades Prácticas	3:30 h	Por rúbricas
Tutorías Prácticas	Revisar Actividades Prácticas	2:00 mm	Por participación en clase
Test evaluativo	Revisar Actividades Prácticas	0:30 mm	Formativa

Nota. Elaboración propia

Consideraciones Generales

1. Lee y revisa la Guía de Estudio.
2. Observa el video de la clase magistral.
3. Participa activamente en el FORO DEBATE.
4. Revisa en el calendario el día y hora en que se realizará las actividades prácticas y la tutoría.
5. Realizar la práctica propuesta por el docente.
6. Revisa las Rúbricas acorde a la actividad prácticas.
7. Toma los principales apuntes que vayas rescatando del texto.
8. Reflexiona sobre los temas tratados en la clase.
9. Sube el documento en formato PDF en la plataforma Moodle.
10. Revisa la calificación de tus actividades prácticas.

FORO DE DEBATE

Tema: Discusión sobre los tipos de soluciones para los problemas de tránsito, ejemplos prácticos.

Instrucciones para Participar:

- Exponga su punto de vista acerca del tema.
- Comenta las respuestas de otros participantes.
- Promueve un ambiente respetuoso y constructivo.

PRÁCTICA INVESTIGATIVA

Tema: Bases para una solución a los problemas de tránsito.

Presente los elementos que sirven de base para solucionar problemas de tránsito. Acompañar de un ejemplo práctico donde se apliquen dichos elementos.

Consigna:

- El trabajo de investigación debe presentarse de manera estructurada y coherente para comunicar efectivamente los hallazgos y conclusiones.
- Asegúrese de que el estilo y formato del trabajo sigan las pautas de citación y presentación establecidas por la institución.
- Utilice un lenguaje claro y evite jergas o términos técnicos innecesarios.
- Revise y corrija la redacción y la gramática antes de la presentación final (ver anexo).

PRÁCTICA TEST

Antes de realizar el test, es importante considerar varios aspectos para aprovechar al máximo la experiencia.

Consideraciones para realizar el test

1. Lee y revisa el documento.
2. Observa el video de la clase magistral.
3. Revisa en el calendario el día y hora en que se debe de realizar el Test.
4. Realiza el Test de la unidad considerando lo Siguiente:

- No cambiarte entre paginas durante la realización del Test.
- Revisa que tu conexión a internet sea estable.
- Recuerda que todo el contenido está inmerso dentro del documento base.

5. Revisa tu puntuación, de inmediato al finalizar de la actividad.

Tema 2: Usuarios, vehículos y el sistema vial

Objetivo: Analizar la interacción entre los usuarios, los vehículos y el sistema vial, comprendiendo su influencia en la seguridad y eficiencia del tránsito.

Los usuarios, los vehículos y el sistema vial están considerados como elementos básicos que, al interactuar entre sí, hacen que se produzcan los flujos de tránsito. Es importante acotar que, al referirse a usuario, se engloba a los conductores, peatones, ciclistas y pasajeros, el vehículo refiere a los privados, públicos y comerciales, mientras que el sistema vial corresponde a calles y carreteras.

Otros de los elementos básicos que hace que se produzcan los flujos de tránsito al momento de su interacción se consideran los dispositivos de control como las señales, marcas y semáforos, así como el medio ambiente en general.

Aspectos generales

Al hablar de planeación de tránsito se debe tener en consideración que el elemento principal siempre será el usuario, ya que las características del flujo de tránsito con mayor frecuencia dependen del comportamiento de dicho elemento, por lo cual es necesario identificar las habilidades, limitaciones y los requisitos que tiene el usuario dentro de la ingeniería de tránsito, es decir, estudiarlo con el objetivo de poder controlarlo y guiarlo de forma apropiada.

Para el caso de los vehículos, es importante considerar sus características que también juegan un papel muy importante, como las dimensiones, peso, potencia, radios de giro, velocidad, aceleración desaceleración y frenado, etc.

Respecto al sistema vial también es importante considerar sus características, ya que hay que considerar su geometría, accesibilidad, movilidad, función y categoría, entre otras.

En el caso de los dispositivos de control como otro elemento importante, se refiere a los medios que comunican a los conductores guiándolos en la circulación bajo las regulaciones e instrucciones operacionales.

Al considerar el medio ambiente se refiere a las condiciones que inciden en las características de los demás elementos, haciendo que éstos varíen sistemáticamente como el estado del tiempo, loa iluminación, la oscuridad, el grado de desarrollo lateral. etc.

Reacciones físicas y sicológicas:

En este apartado se analiza dos tipos de reacciones, físicas o condicionada y reacción psicológica.

La reacción condicionada se relaciona con conductores que han generado ciertos hábitos como el uso de una ruta especial, lo que desarrolla un hábito y posterior una destreza a conducir por una determinada carretera o calle. Esta destreza puede permitirles llegar a cierto cruce y prever peligro o percibir y considerar cosas que una persona que pasa por primera vez no podría percibir. En este contexto se refiere a una reacción condicionada, por cuanto esas personas han desarrollado cierta habilidad.

La reacción sicológica se refiere a un proceso intelectual que culmina en un juicio, es decir que se refiere a estímulos enviados al cerebro por lo que después de obtener una reacción se toma una decisión para actuar.

En estos procesos ya se considera un tiempo de reacción, mismo que corresponde al estímulo simple. Este estimulo único que se presenta en una situación sencilla se refiere a cualquier emergencia que se presente en la carretera o en la calle, como el caso de un peatón que cruza, un animal, una deviación, un obstáculo, etc., es decir cualquier estimulo que el usuario percibe y lo motiva a actuar.

El tiempo mínimo de reacción que se ha encontrado en el promedio de los individuos, cuando el vehículo no está en movimiento, es de 0.25 segundos. Este tiempo es, por ejemplo, el que tarda un conductor que está parado en espera del cambio de luz del semáforo, para reaccionar cuando pase de rojo a verde y coloque velocidad para arrancar el vehículo. De acuerdo con pruebas que se han efectuado con semáforos aislados, los tiempos promedio de reacción fueron los siguientes: 0.25 segundos, cuando el vehículo está inmóvil y 0.83 segundos, para el vehículo en movimiento, dependiendo de las circunstancias del tránsito y las velocidades. Se vio que en algunos casospodía llegar hasta 2 o 3 segundos. (Cal y Mayor & Cardenas, 2018)

Los factores que pueden modificar las facultades del individuo en el tiempo de reacción son los siguientes:

- La fatiga
- Las enfermedades o deficiencias físicas
- El alcohol y las drogas
- Su estado emocional

- El clima
- La época del año
- Las condiciones del tiempo
- La altura sobre el nivel del mar
- El cambio del día a la noche y viceversa

Entre las reacciones del usuario se puede determinar que el más usual es el de reacción condicionada, ya que todos los usuarios unos más, otros menos tienen cierta experiencia, cierto número de horas en conducir, cierto entrenamiento etc., y sus reacciones son condicionadas por esa causa.

Distancia para detener un vehiculo

De acuerdo a (Cal y Mayor & Cardenas, 2018), la distancia total para detener un vehículo, llamada distancia de parada Dp, depende de los tiempos de percepción, de reacción y de frenado, y se expresa como:

Dp = dp + dr + df

Donde:

- dp - distancia recorrida durante el tiempo de percepción
- dr - distancia recorrida durante el tiempo de reacción
- df - distancia recorrida durante el tiempo de frenado

La distancia recorrida durante los tiempos de percepción y reacción (dp+dr = dpr), se lleva cabo mediante el proceso denominado PIEV (Percepción, Intelección, Emoción, Volición), que describe los cuatro componentes de la reacción en respuesta a un estímulo exterior:

1. Percepción

Impresión material producida en los sentidos por un estímulo exterior. Es una recepción sensorial de información; se percibe la situación. Para un conductor, es el intervalo de tiempo comprendido entre la aparición del objeto exterior y su reconocimiento a través de su sensación visual.

2. Intelección

Acto de entender o concebir; se entiende la situación. Es el tiempo requerido para comparar y registrar las nuevas sensaciones.

3. Emoción

Agitación del ánimo producto de la percepción y el entendimiento de la situación. Durante este tiempo el conductor utiliza el juicio y la experiencia para tomar una actitud o llegar a una decisión.

4. Volición

Acto por el cual la voluntad determina hacer algo. Es el tiempo necesario para llevar a la acción la decisión tomada.

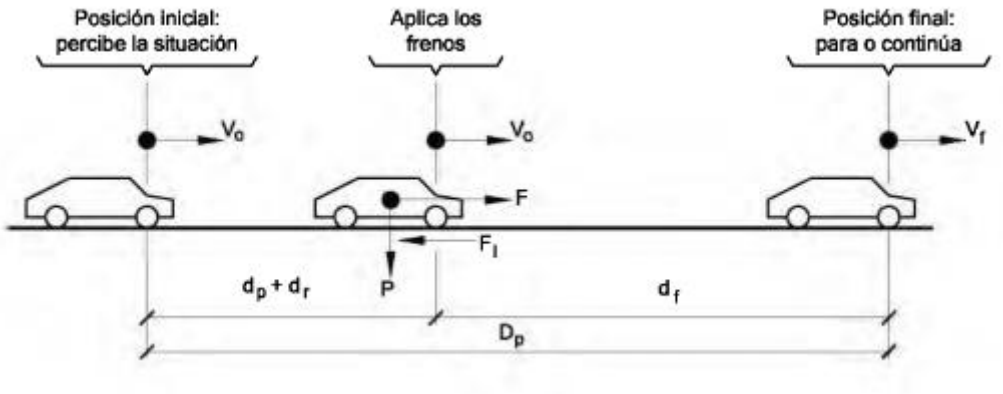


Ilustración 1: Distancia para detener un vehículo (Cal y Mayor & Cardenas, 2018)

Revisar ejercicios (Cal y Mayor & Cardenas, 2018), pag 69.

Características de los vehiculos

De acuerdo a (Cal y Mayor & Cardenas, 2018), los vehículos se clasifican en ligeros, pesados y vehículos especiales.

Los vehículos ligeros son vehículos de pasajeros y/o carga, que tienen dos ejes y cuatro ruedas. Se incluyen en esta denominación los automóviles, camperos, camionetas y las unidades ligeras de pasajeros y carga.

Los vehículos pesados son unidades destinadas al transporte masivo de pasajeros o carga, de dos o más ejes y de seis o más ruedas. En esta denominación se incluyen los autobuses y los camiones.

Los vehículos especiales son aquellos que eventualmente transitan y/o cruzan las carreteras y calles, tales como: camiones y remolques especiales para el transporte de troncos, minerales, maquinaria pesada, maquinaria agrícola, bicicletas y motocicletas,

y en general, todos los demás vehículos no clasificados anteriormente, tales como vehículos deportivos y vehículos de tracción animal.

Las normas que rigen el proyecto de calles y carreteras se fundamentan en gran parte en las dimensiones y características de operación de los vehículos que por ellas circulan.

El vehículo de proyecto, es aquel tipo de vehículo hipotético, cuyo peso, dimensiones y características de operación son utilizados para establecer los lineamientos que guiarán el proyecto geométrico de las carreteras, calles e intersecciones, tal que éstas puedan acomodar vehículos de este tipo.

En general, para efectos de proyecto, se consideran dos tipos de vehículos de proyecto: los *vehículos ligeros o livianos y los vehículos pesados*, clasificados estos últimos en camiones y autobuses. Las principales características para su clasificación están referidas al radio mínimo de giro y aquellas que determinan las ampliaciones o sobreanchos necesarios en las curvas horizontales, tales como distancia entre ejes extremos, ancho total de la huella y vuelos delantero y trasero.

En términos generales el *vehículo ligero de proyecto puede ser utilizado en* intersecciones menores en zonas residenciales, donde el número de vehículos que realizan vueltas no es significativo. También puede ser utilizado en intersecciones mayores que dispongan de carriles de estacionamiento y cruces peatonales demarcados, los cuales obligan el uso de radios pequeños en las esquinas, aún aceptables. Igualmente, podrá ser utilizado en aquellas áreas urbanas con intersecciones a nivel sobre calles arteriales, siempre que se disponga de carriles de cambio de velocidad y que las vueltas de camiones sean ocasionales. De manera similar, se utiliza en aquellos sitios donde el principal generador de tránsito es un estacionamiento.

Por lo general *el vehículo pesado de proyecto* se utiliza en terminales de pasajeros y de carga, donde se espera una alta circulación de autobuses y camiones, efectuando maniobras de ascenso y descenso de pasajeros y carga y descarga de mercancías.

Específicamente los *camiones con semirremolque* se pueden utilizar en autopistas y arterias rápidas, siempre que sea grande el número de movimientos de vuelta. Igualmente, estos vehículos se utilizan en áreas industrializadas.

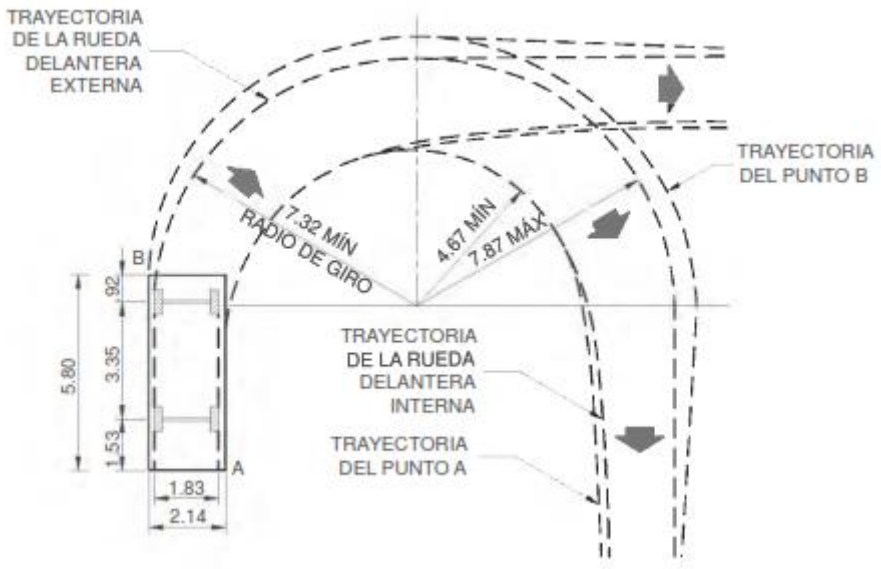


Ilustración 2: Características de giro de vehículo ligero. (Cal y Mayor & Cardenas, 2018)

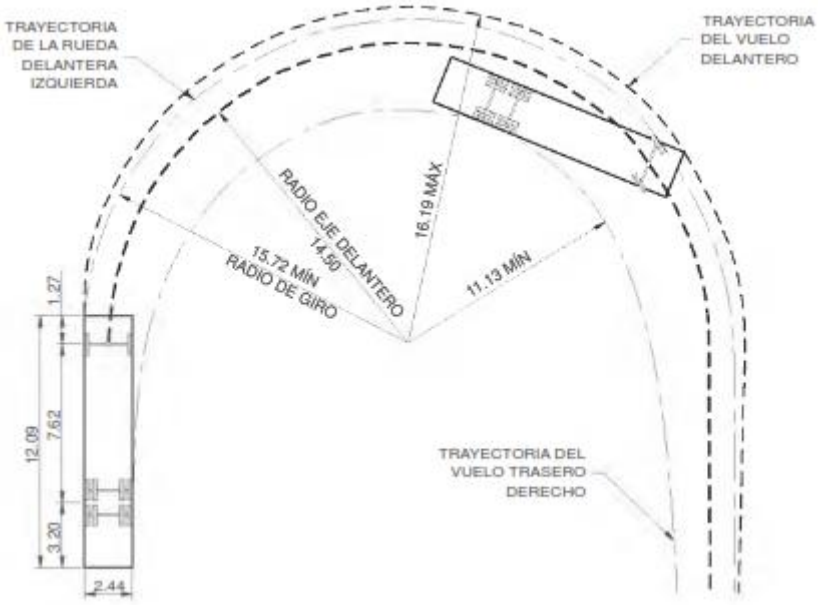


Ilustración 3: Características de giro de vehículo tipo camión. (Cal y Mayor & Cardenas, 2018)

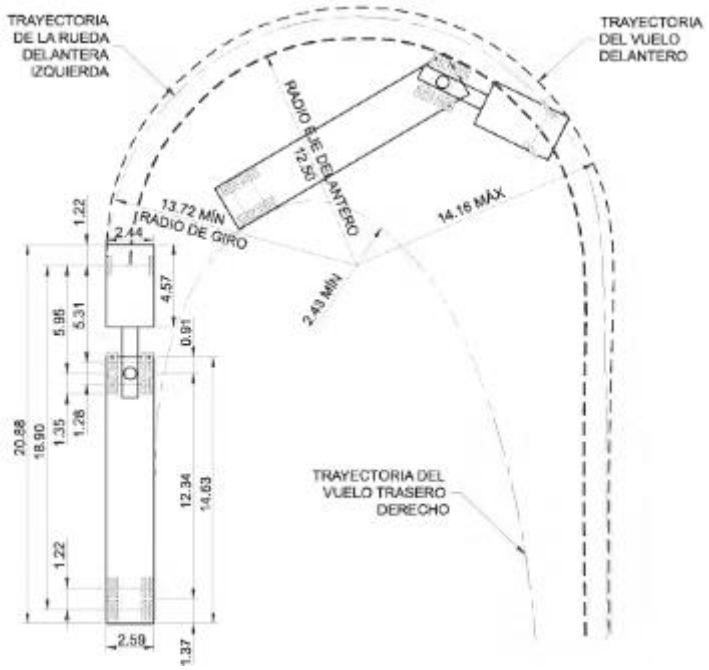


Ilustración 4: Características de giro de vehículo tipo tracto – semirremolque. (Cal y Mayor & Cardenas, 2018)

Para profundizar, revisar (Cal y Mayor & Cardenas, 2018), pag. 98.

Clasificación de una red vial

Cada país con su propia clasificación de la red vial, sin embargo, con fines de análisis se estima necesario clasificar a las vías por su funcionalidad para atender las necesidades de movilidad de las personas y mercancías de una manera rápida, confortable y segura, así como también atender las necesidades de accesibilidad a los distintos lugares o áreas colindantes.

Con el objetivo de facilitar la movilidad es necesario disponer de carreteras y calles rápidas y para tener acceso es indispensable contar con calles lentas. Naturalmente entre estos preceptos se genera el sistema de carreteras urbanas y rurales.

Así mismo, profundizando en las calles urbanas con el fin de analizar desde el punto de vista funcional, se pueden desagregar en principales o arterias, secundarias o colectoras y locales.

Las calles principales son de accesos controlados para permitir movilizar altos volúmenes de tránsito y que tienen muy poco acceso a la propiedad lateral, a diferencia de las secundarias y calles locales que son de accesos no controlados y

permiten un fácil acceso a la propiedad lateral, moviendo volúmenes de tránsito menores.

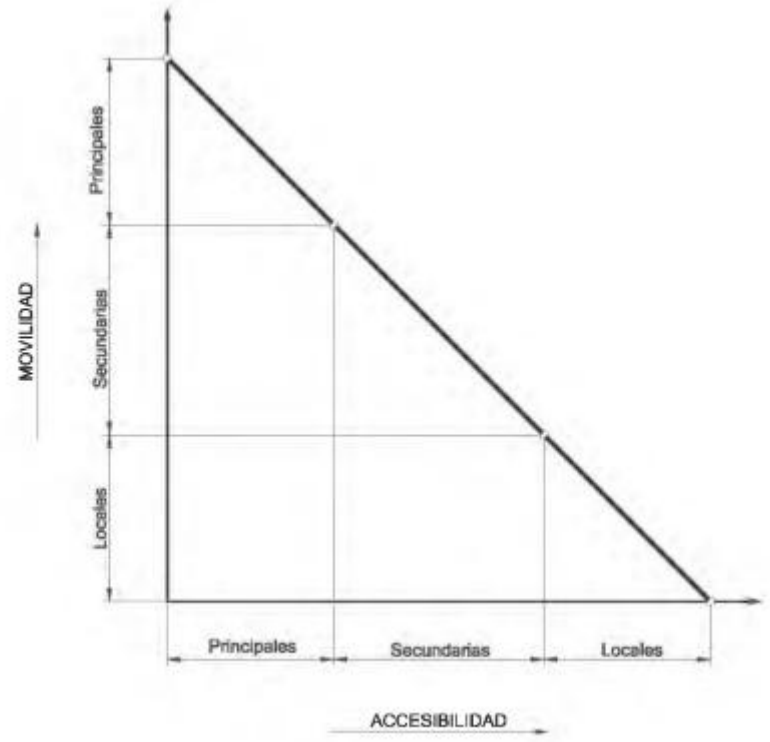


Ilustración 5: Clasificación funcional del sistema vial

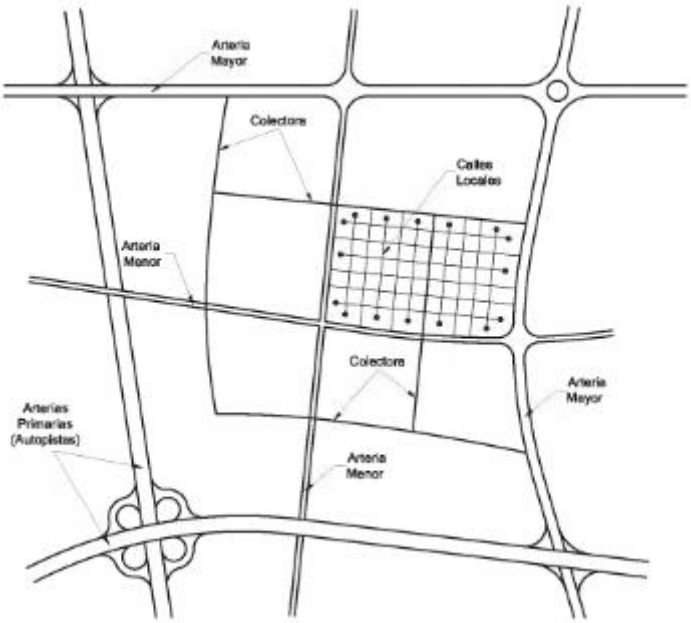


Ilustración 6: Jerarquía de un sistema vial urbano

Estructura de una carretera.

Geométricamente la sección transversal de una carretera está compuesta por el ancho de la zona o derecho de vía, el ancho de explanación, la corona, la calzada, los carriles, los acotamientos, las cunetas, los taludes laterales, los ceros, la rasante, la subrasante, la subcorona, las terracerías y otros elementos complementarios.

La calzada o superficie de rodamiento es aquella faja que se ha acondicionado especialmente para el tránsito de los vehículos. En las carreteras de primera categoría esta superficie es pavimentada.

El carril es aquella parte de la calzada o superficie de rodamiento, de ancho suficiente para la circulación de una sola fila de vehículos.

Los acotamientos son fajas laterales que sirven de confinamiento lateral de la superficie de rodamiento, están a ambos lados de la superficie de rodamiento y eventualmente se pueden utilizar como estacionamiento provisional para alojar vehículos en casos de emergencia.

La corona es la superficie terminada de una carretera, comprendida entre sus hombros, por lo que incluye la calzada más los acotamientos.

El hombro es el punto de intersección de las líneas definidas por el talud del terraplén y la corona, o por ésta y el talud interior de la cuneta.

Las cunetas, se encuentran paralelas a los acotamientos y están destinadas a facilitar el drenaje superficial longitudinal de la carretera. También pueden existir contra cunetas, en aquellos tramos donde se prevea la necesidad de desviar las corrientes de agua y evitar que invadan a carretera, son zanjas de sección trapezoidal, que se excavan arriba de la línea de ceros de un corte, para interceptar los escurrimientos superficiales del terreno natural.

El talud es la superficie lateral inclinada, que en cortes queda comprendida entre la línea de ceros y el fondo de la cuneta; y en terraplenes, la que queda comprendida entre la línea de ceros y el hombro correspondiente.

El cero o punto extremo de talud, es el punto donde el talud de corte o terraplén encuentra el terreno natural.

La pendiente transversal, representada por el bombeo en recta o por la sobreelevación en curva, es la pendiente que se le da a la corona, normal a su eje.

La subcorona es la superficie que limita a las terracerías y sobre las que se apoyan las capas de pavimento.

Se entiende por terracería, el volumen de material que hay que cortar o terraplenar para formar la carretera hasta la subcorona.

Pavimento, se denomina así a la capa o capas de material seleccionado y/o tratado, comprendidas entre la subcorona y la corona, que tiene por objeto soportar las cargas inducidas por el tránsito y repartirlas de manera que los esfuerzos transmitidos a la capa de terracerías subyacente a la subcorona, no le causen deformaciones perjudiciales; al mismo tiempo proporciona una superficie de rodamiento adecuada al tránsito.

La rasante es la línea obtenida al proyectar sobre un plano vertical el desarrollo del eje de la corona de la carretera. En la sección transversal está representada por un punto.

La subrasante es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona. En la sección transversal es un punto cuya diferencia de elevación con la rasante, está determinada por el espesor del pavimento y cuyo desnivel con respecto al terreno natural, sirve para determinar el espesor de corte o terraplén.

El ancho de explanación, es la distancia total horizontal comprendida entre los ceros derecho e izquierdo.

El derecho de vía de una carretera es la faja de terreno destinada a la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección, y en general, para el uso adecuado de esa vía y de sus servicios auxiliares. A esta zona no se le podrá dar uso privado.

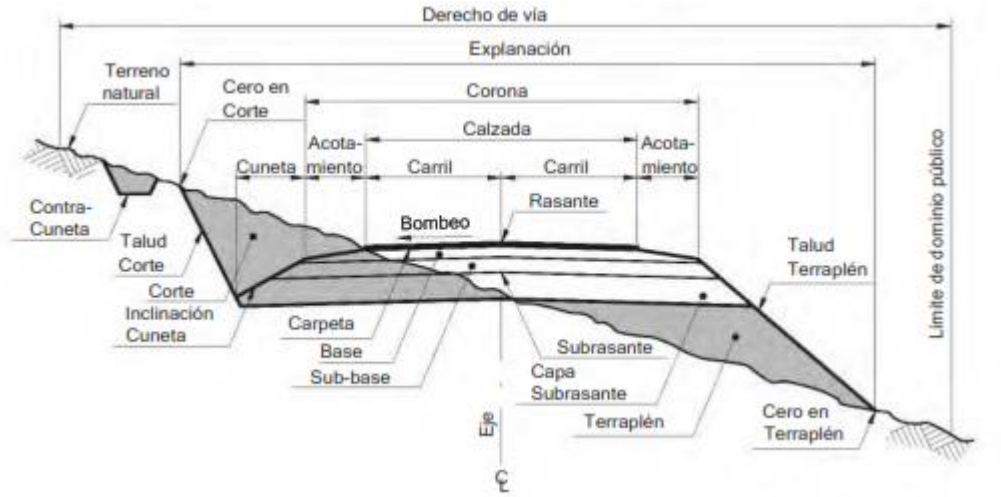


Ilustración 7: Sección transversal típica mixta, pavimentada en recta.



ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Tabla

Detalle de la Práctica

Practicas	Instrucciones	Duración de la Practica	Mecanismo de Evaluación
Foro de debate	Revisar Actividades Prácticas	0:30 mm	Por rúbricas
Práctica investiga: Taller/Ensayo/Investigación	Revisar Actividades Prácticas	3:30 h	Por rúbricas
Tutorías Prácticas	Revisar Actividades Prácticas	2:00 mm	Por participación en clase
Test evaluativo	Revisar Actividades Prácticas	0:30 mm	Formativa

Nota. Elaboración propia

Consideraciones Generales

1. Lee y revisa la Guía de Estudio.
2. Observa el video de la clase magistral.
3. Participa activamente en el FORO DEBATE.
4. Revisa en el calendario el día y hora en que se realizará las actividades prácticas y la tutoría.
5. Realizar la práctica propuesta por el docente.
6. Revisa las Rúbricas acorde a la actividad prácticas.
7. Toma los principales apuntes que vayas rescatando del texto.
8. Reflexiona sobre los temas tratados en la clase.
9. Sube el documento en formato PDF en la plataforma Moodle.
10. Revisa la calificación de tus actividades prácticas.

FORO DE DEBATE

Tema: El usuario se considera uno de los principales elementos que producen los flujos de tránsito.

Instrucciones para Participar:

- Exponga su punto de vista acerca del tema.
- Comenta las respuestas de otros participantes.
- Promueve un ambiente respetuoso y constructivo.

PRÁCTICA INVESTIGATIVA

Taller: Identificar por su funcionalidad las calles principales, secundarias y locales de una ciudad del Ecuador.

Realizar grupos de 7 estudiantes y seleccionar una ciudad del Ecuador de la cual se debe identificar las calles principales, secundarias y locales. Las ciudades seleccionadas no deberán repetirse en ningún grupo.

Consigna:

- El trabajo de investigación debe presentarse de manera estructurada y coherente para comunicar efectivamente los hallazgos y conclusiones.
- Asegúrese de que el estilo y formato del trabajo sigan las pautas de citación y presentación establecidas por la institución.
- Utilice un lenguaje claro y evite jergas o términos técnicos innecesarios.
- Revise y corrija la redacción y la gramática antes de la presentación final (ver anexo).

PRÁCTICA TEST

Antes de realizar el test, es importante considerar varios aspectos para aprovechar al máximo la experiencia.

Consideraciones para realizar el test

1. Lee y revisa el documento.
2. Observa el video de la clase magistral.
3. Revisa en el calendario el día y hora en que se debe de realizar el Test.
4. Realiza el Test de la unidad considerando lo Siguiente:

- No cambiarte entre paginas durante la realización del Test.
- Revisa que tu conexión a internet sea estable.
- Recuerda que todo el contenido está inmerso dentro del documento base.

5. Revisa tu puntuación, de inmediato al finalizar de la actividad.

II. DATOS GENERALES DE LA UNIDAD 2

Información General

1.1.	Nivel	Segundo					
1.2.	Nombre Unidad	Capacidad y Cálculo Vial					
1.3.	Tema 1 – Unidad	Carreteras					
1.4.	Tema 2 – Unidad	Cálculos Viales					
1.5.	Unidad organizacional	Profesional					
1.6.	Unidad	2					
1.7.	Total, Horas Unidad	30					
1.8.	Detalle de horas Unidad	ACD	12	AA	3	APE	15

Resultado de Aprendizaje

Ser capaz de definir los conceptos básicos y determinar a través de ejercicios prácticos y mediante operaciones matemáticas la capacidad, nivel de servicio y el TPDA de cualquier vía o punto de análisis.

Metodología

La metodología de la asignatura se basa en un enfoque activo y colaborativo. Incluye sesiones de clase estructuradas en torno a temas específicos, lecturas y actividades, estudio de casos, proyectos prácticos y debates en clase. Los estudiantes también se involucran en trabajos en grupo y mantienen diarios de reflexión. Se fomenta la participación en debates, preguntas y respuestas, y se proporcionan recursos en línea para una comprensión más profunda. La evaluación se realiza mediante pruebas, proyectos y una evaluación final, con retroalimentación continua para guiar el aprendizaje. Esta metodología busca que los estudiantes comprendan los conceptos fundamentales y puedan aplicar eficazmente sus conocimientos de forma escrita, verbal o a través de softwares en situaciones prácticas.

DESARROLLO

Unidad 2: Capacidad y Cálculo Vial

Tema 1: Carreteras

Objetivo: Comprender los principios de diseño y evaluación de carreteras, incluyendo su clasificación, características geométricas y factores que influyen en su capacidad y funcionamiento.

La importancia de conocer los conceptos y poder identificar cada elemento o factor que influye en los cálculos viales al momento de realizar un análisis de tránsito o dar solución a cualquier situación conflictiva que se presente en la vía producto de la misma circulación vehicular.

Los conceptos de capacidad vial y nivel de servicio

Capacidad Vial

La capacidad vial o también conocida como oferta vial, responde a la medida de eficiencia con la que un sistema vial presta el servicio a una demanda de tránsito o también la tasa máxima de flujo presente o futuro que puede soportar una carreta o calle.

Otra manera de definir la capacidad de una infraestructura vial es como la tasa máxima de flujo a la cual se espera que los vehículos o personas razonablemente puedan transitar por un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un intervalo de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del medio ambiente, del tránsito y de los dispositivos de control. (Cal y Mayor & Cardenas, 2018).

La capacidad de una vía es el volumen máximo de vehículos que puede pasar por un punto de una carretera en una dirección (o en ambas direcciones para carreteras de dos carriles) durante un período de tiempo determinado bajo condiciones prevalecientes de la carretera, tráfico y control (Highway Capacity Manual HCM).

El flujo máximo de vehículos que una sección de carretera puede acomodar en condiciones específicas de operación y control. (Ortúzar y Willumsen, 2011)

Nivel de Servicio

El nivel de servicio es una medida cualitativa que describe las condiciones operativas dentro de una corriente de tráfico y su percepción por parte de los conductores y pasajeros. Los niveles de servicio se clasifican generalmente de la A (mejor) a la F (peor). (Highway Capacity Manual HCM).

El Nivel de Servicio es una medida del rendimiento operacional de una vía y su habilidad para ofrecer un servicio adecuado a los usuarios. Se evalúa en una escala de A a F, donde A representa condiciones de flujo libre y F condiciones de congestión severa. (Papacostas y Prevedouros , 2001)



Ilustración 8: Nivel de servicio A y B (Cal y Mayor & Cardenas, 2018)



Ilustración 9: Nivel de servicio C y D (Cal y Mayor & Cardenas, 2018)



Ilustración 10: Nivel de servicio E y F (Cal y Mayor & Cardenas, 2018)

1. Nivel de servicio A

Representa circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito. El nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación es excelente.

2. Nivel de servicio B

Está aún dentro del rango de flujo libre, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobra. El nivel de comodidad y conveniencia es algo inferior, porque la presencia de otros vehículos comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.

3. Nivel de servicio C

Pertenece al rango de flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de la velocidad se ve influenciada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.

4. Nivel de servicio D

Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el usuario experimenta un Nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Pequeños incrementos en el flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento, incluso con formación de pequeñas colas.

5. Nivel de servicio E

El funcionamiento está en él, o cerca del, del límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y los cambios de carril se consiguen forzando a los vehículos a "ceder el paso". Los niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.

6. Nivel de servicio F

Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto, excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables, típicas de los "cuellos de botella".

Un segmento básico de autopista puede ser caracterizado por tres medidas de eficiencia: la densidad (vehículos livianos/km/carril), la velocidad media de los vehículos livianos y la relación volumen a capacidad (v/c). Cada una de estas tres medidas, es un indicador de cómo el flujo vehicular es acomodado por la autopista.

Debido a que la velocidad es constante para un amplio rango de flujos y la relación v/c no es directamente entendible por los conductores (excepto la capacidad), el indicador de eficiencia que se utiliza es la densidad.

Tabla 1: Niveles de servicio para segmentos básicos de autopistas (Cal y Mayor & Cardenas, 2018)

Nivel de servicio	Densidad (automóviles/km/carril)
A	≤ 7
B	< 7-11
C	< 11-16
D	< 16-22
E	< 22-28
F	≥ 28

Las características básicas que suponen buen estado del tiempo, buena visibilidad, ningún evento o accidente, sin actividad en zonas de obras viales y sin deterioro del pavimento, se estiman para un conjunto de condiciones base o ideales, definidas como sigue:

- Carriles con anchura mínima de 3.60 metros.

- Mínima distancia libre lateral de 1.80 metros en el acotamiento derecho, entre el borde de la calzada y el obstáculo u objeto más cercano que influye en la conducta del tráfico.
- Mínima distancia libre lateral en la faja separadora central de 0.60 metros.
- Todos los vehículos de la corriente de tránsito son vehículos livianos (automóviles), esto es, no hay presencia de vehículos pesados (camiones y autobuses).
- En áreas urbanas, la autopista deberá tener 5 o más carriles por sentido.
- Terreno plano con pendientes inferiores al 2%.
- Población de conductores compuesta principalmente de usuarios regulares familiarizados con la autopista.

El LOS se evalúa considerando variables como la capacidad, la velocidad promedio, el tiempo de viaje, y el nivel de confort y seguridad experimentado por los usuarios.

En términos generales, la capacidad vial se centra en la cantidad máxima de vehículos que pueden utilizar una vía eficientemente, mientras que el nivel de servicio se enfoca en la calidad de la experiencia del usuario en relación con el tráfico.

Aforos de vehículos:

Se refiere a la medición del número de vehículos que pasan por un punto específico en una carretera o calle durante un período de tiempo determinado. Este concepto es crucial para la planificación y gestión del tráfico, así como para el diseño y mantenimiento de la infraestructura vial. A continuación, se presentan definiciones y perspectivas de varios autores sobre el aforo de vehículos:

El aforo vehicular es una técnica utilizada para determinar el volumen de tráfico en una vía. Esto implica la recolección de datos sobre el número de vehículos que pasan por un punto determinado durante intervalos de tiempo específicos, lo cual es esencial para el análisis del flujo de tráfico y la planificación del transporte. (Ortúzar y Willumsen, 2011)

El aforo de vehículos es un componente esencial del análisis del sistema de transporte. Ellos enfatizan la necesidad de utilizar metodologías precisas y confiables para llevar a cabo los aforos, ya que los resultados influyen directamente en la toma de decisiones relacionadas con el diseño y gestión de las redes viales. (Papacostas y Prevedouros , 2001)

El aforo vehicular es el proceso de contar el número de vehículos que pasan por un punto específico de una carretera durante un intervalo de tiempo determinado. Este

conteo puede ser realizado de manera manual o automatizada y es esencial para la planificación y gestión del tráfico. (Cal y Mayor & Cardenas, 2018)

Aforo Manual:

- Realizado por observadores que registran el número de vehículos que pasan por un punto determinado.
- Ventajas: Flexibilidad y bajo costo.
- Limitaciones: Puede ser menos preciso debido a errores humanos y es laborioso para periodos prolongados.

Aforo Automático:

- Utiliza dispositivos como tubos neumáticos, sensores inductivos, cámaras y sistemas de conteo automático.
- Ventajas: Mayor precisión y capacidad para recolectar datos continuamente durante largos períodos.
- Limitaciones: Mayor costo inicial y mantenimiento de los equipos.

Áreas de aplicación:

1. Aforo Manual en una Intersección Urbana: Permite analizar la carga de tráfico en la intersección y determinar la necesidad de ajustar los tiempos de los semáforos para mejorar el flujo vehicular. Se utilizan contadores manuales para registrar el número de vehículos que pasan por cada dirección de la intersección. Los datos se recopilan en intervalos de 15 minutos durante un período de 2 horas
2. Aforo Automatizado en una Autopista: Permite evaluar los patrones de tráfico y la variabilidad del volumen de vehículos en diferentes momentos del día y de la semana para planificar trabajos de mantenimiento y mejorar la seguridad vial. Los sensores utilizan tecnología de inducción magnética para detectar y contar los vehículos. Los datos se registran continuamente las 24 horas del día durante un mes
3. Aforo con Cámaras en una Zona Escolar: Permite identificar posibles problemas de seguridad y congestión, y proponer medidas para mejorar la movilidad y la seguridad de los estudiantes. Las cámaras graban el tráfico durante los períodos críticos, y posteriormente, el material grabado se analiza para contar los vehículos y observar el comportamiento de los conductores.

4. Aforo con Sensores en una Vía Rural: Permite obtener información precisa sobre el uso de la carretera para justificar inversiones en su mantenimiento y mejora. Los sensores se colocan en puntos estratégicos y recopilan datos durante tres meses. Los datos se almacenan y analizan para obtener un promedio diario y estacional del tráfico.
5. Aforo de Bicicletas en una Ciclovía: Permite analizar el uso de la ciclovía y planificar expansiones o mejoras en la infraestructura ciclista, promoviendo el uso de transporte sostenible. Los contadores utilizan tecnología infrarroja para detectar y contar los ciclistas que pasan por puntos específicos de la ciclovía. Los datos se recopilan durante todo el año.
6. Aforo en un Estacionamiento de un Centro Comercial: Permite determinar los períodos de mayor demanda y evaluar si el número de espacios de estacionamiento es adecuado para satisfacer las necesidades de los clientes. Se colocan cámaras de vigilancia y sensores en las entradas y salidas del estacionamiento para contar los vehículos que entran y salen. El aforo se realiza durante una semana.

Tránsito promedio diario anual (TPDA)

El Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) es fundamental en la ingeniería de tráfico y transporte, ya que se refiere a la medida del volumen de tráfico en una carretera durante un año, promediado diariamente.

El TPDA es el número promedio de vehículos que pasan por un punto específico de una carretera en un día típico, calculado como el total anual de vehículos dividido por 365 días. (Highway Capacity Manual HCM)

El TPDA es el promedio diario de tráfico calculado durante un año, lo que ayuda a suavizar las fluctuaciones diarias y estacionales en los volúmenes de tráfico. (Ortúzar y Willumsen, 2011)

El TPDA es el volumen de tráfico medio diario obtenido al dividir el total anual de vehículos que transitan por una carretera entre los 365 días del año. (García - Palomares, 2010)

El TPDA es el número promedio de vehículos que pasan por un punto en una carretera en un día promedio durante un año. Se calcula dividiendo el volumen total anual de tráfico por el número de días en el año. (Instituto de Ingenieros de Tránsito (ITE))

Ejemplos:

1. Un contador de tráfico ha registrado el volumen total de vehículos en una carretera durante un año. El volumen total anual registrado es de 1,460,000 vehículos.

   Cálculo:
   El TPDA se calcula dividiendo el volumen total anual por el número de días en un año (365 días).

   TPDA = $\frac{Volumen\ total\ anual}{Número\ de\ días\ en\ el\ año}$

   TPDA = $\frac{1.460.000\ vehiculos}{365\ dias}$

   TPDA = 4.000 vehículos / día

2. Se registraron datos de tráfico durante 360 días debido a 5 días de interrupciones (por ejemplo, días festivos o cierres de carretera).

   El volumen total registrado en 360 días es de 1,800,000 vehículos.
   Cálculo:
   Primero, se calcula el volumen promedio diario en los 360 días.

   Volumen promedio diario = $\frac{1{,}800{,}000\ vehiculos}{365\ dias}$

   Volumen promedio diario = 5.000 vehículos / día
   Luego, se ajusta para calcular el TPDA considerando los 5 días no registrados como días promedio.

   TPDA = $Volúmen\ promedio\ diario\ \frac{365\ dias}{360\ dias}$

   TPDA = 5.000 vehículos / día x 1.0139

   TPDA = 5.069.44 vehículos / día

3. Se dispone de datos de tráfico promedio diario para cada mes, teniendo en cuenta la variación estacional.

Los datos promedio diarios mensuales son:

Mes	***Promedio Diario (veh/día)***
Enero	*3,500*
Febrero	*3,800*
Marzo	*4,000*
Abril	*4,200*
Mayo	*4,500*
Junio	*4,700*
Julio	*5,000*
Agosto	*5,200*
Septiembre	*4,800*
Octubre	*4,600*
Noviembre	*4,400*
Diciembre	*4,300*

Cálculo:

Primero, se calcula el volumen total anual sumando el producto del promedio diario por el número de días de cada mes.

Volumen total anual= (3,500×31)+(3,800×28)+(4,000×31)+(4,200×30)+(4,500×31)+(4,700×30)+(5,000×31)+(5,200×31)+(4,800×30)+(4,600×31)+(4,400×30)+(4,300×31)

Volumen total anual=108,500+106,400+124,000+126,000+139,500+141,000+155,000+161,200+144,000+142,600+132,000+133,300

Volumen total anual=1.613.500 vehículos

Luego, se calcula el TPDA dividiendo el volumen total anual por 365 días.

TPDA = $\frac{11{,}613{,}500\ vehiculos}{365\ dias}$

TPDA = 4.420,55 vehículos / día

Análisis de circulación

El (Highway Capacity Manual HCM) define el análisis de circulación como el proceso de evaluar el rendimiento de las carreteras y sus intersecciones para determinar cómo se comportan bajo diferentes condiciones de tráfico.

Componentes:

- Evaluación de la capacidad vial.
- Determinación del nivel de servicio (LOS).
- Identificación de cuellos de botella y áreas con problemas de congestión.
- Propuestas de mejoras en el diseño y control del tráfico.

(Ortúzar y Willumsen, 2011), describen el análisis de circulación como el estudio detallado de los patrones de flujo de tráfico y su interacción con la infraestructura vial.

Componentes:

- Recolección y análisis de datos de tráfico.
- Modelación del flujo de tráfico utilizando herramientas y software especializado.
- Evaluación de los efectos de diferentes intervenciones en la infraestructura y en las políticas de tráfico.

El análisis de circulación es el estudio de las dinámicas del tráfico y la interacción entre vehículos, peatones y la infraestructura vial para mejorar el flujo de tráfico y reducir la congestión. (García - Palomares, 2010)

Componentes:

- Recolección de datos de tráfico (volúmenes, velocidades, tiempos de viaje).
- Evaluación de la capacidad y el nivel de servicio de las vías.
- Uso de simulaciones y modelos para predecir el comportamiento del tráfico bajo diferentes escenarios.
- Propuestas de intervenciones en la infraestructura y gestión del tráfico.

En términos generales, el análisis de circulación es un proceso integral que involucra la evaluación del rendimiento de las infraestructuras viales y el estudio de los patrones de flujo de tráfico.

Ejemplo: **Análisis de Circulación en un Área Comercial**

Supuestos:

- Área comercial con alto volumen de tráfico peatonal y vehicular.
- Datos recogidos durante las horas pico de fin de semana.

Pasos:

1. Recolección de Datos:
   - Volúmenes de tráfico vehicular y peatonal.
   - Tiempos de espera y demoras en los cruces peatonales.
   - Datos de ocupación de estacionamientos.
2. Análisis de Capacidad:
   - Evaluar la capacidad de las calles y cruces peatonales.
   - Determinar la capacidad de los estacionamientos y su influencia en el tráfico.
3. Evaluación del Nivel de Servicio (LOS):
   - Calcular el LOS para las calles y cruces peatonales.
   - Identificar las áreas con altos niveles de congestión y demoras.
4. Identificación de Problemas:
   - Detectar cuellos de botella y puntos conflictivos.
   - Analizar la interacción entre el tráfico vehicular y peatonal.
5. Propuestas de Mejoras:
   - Mejoras en la infraestructura peatonal (ampliación de aceras, creación de zonas peatonales).
   - Gestión y regulación del estacionamiento para reducir el tráfico de búsqueda de espacios.
   - Implementación de sistemas de control de tráfico adaptativo.
   - Promoción del uso de transporte público y alternativas de movilidad sostenible.

Análisis de diseño o proyecto

Para (Cal y Mayor & Cardenas, 2018), el análisis de diseño o proyecto implica una evaluación integral de los elementos técnicos, económicos y ambientales de un proyecto para garantizar su factibilidad y sostenibilidad. Este análisis incluye el estudio detallado de los componentes del proyecto, su interrelación y su impacto en el entorno.

Componentes:

- **Estudio de Factibilidad:** Evaluación de la viabilidad técnica y económica del proyecto.
- **Análisis Técnico:** Detalle de los componentes técnicos y su integración.
- **Impacto Ambiental:** Evaluación del impacto ambiental y propuestas de mitigación.
- **Eficiencia y Sostenibilidad:** Análisis de la eficiencia operativa y la sostenibilidad a largo plazo.

Para (Frederick S. Merritt y Jonathan T. Ricketts, 2001) describen el análisis de diseño como el proceso de evaluar los aspectos técnicos, económicos y de rendimiento de un proyecto para asegurar que cumpla con los objetivos establecidos.

Componentes:

- **Evaluación de Requisitos:** Identificación y análisis de los requisitos del cliente y las necesidades del proyecto.
- **Análisis de Alternativas:** Comparación de diferentes soluciones y enfoques para seleccionar la más adecuada.
- **Optimización del Diseño:** Ajuste y mejora del diseño para maximizar la eficiencia y minimizar costos.

El análisis de diseño es el proceso de estudiar y evaluar los diferentes aspectos de un proyecto arquitectónico para garantizar que sea funcional, estéticamente agradable y técnicamente viable. (Joseph De Chiara y Michael J. Crosbie, 2001)

Componentes:

- **Funcionalidad:** Evaluación de cómo el diseño satisface las necesidades de uso y operación.
- **Estética:** Consideración de los aspectos visuales y estéticos del diseño.
- **Viabilidad Técnica:** Análisis de los aspectos constructivos y técnicos del proyecto.

El análisis de diseño o proyecto es un proceso integral y multifacético que implica la evaluación de diversos aspectos técnicos, económicos y ambientales de un proyecto. Según diferentes autores, incluidos Cal y Mayor, este análisis es esencial para asegurar que los proyectos sean viables, eficientes, sostenibles y cumplan con los objetivos establecidos. Los componentes comunes de este análisis incluyen:

- Evaluación de la factibilidad técnica y económica.
- Análisis de alternativas y optimización del diseño.
- Evaluación del impacto ambiental y propuestas de mitigación.
- Consideración de la funcionalidad, estética y viabilidad técnica.
- Planificación de métodos constructivos, materiales y recursos.

El análisis de diseño es fundamental para la planificación y ejecución exitosa de proyectos de ingeniería y construcción, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones y la gestión de riesgos.

Capacidad de una carretera o camino

(Cal y Mayor & Cardenas, 2018) definen la capacidad de una carretera como la máxima tasa de flujo de tráfico que puede ser soportada por una carretera en condiciones específicas de tiempo y espacio, sin comprometer la seguridad y comodidad de los usuarios.

Componentes:

- **Flujo de Tráfico:** Número de vehículos que pasan por un punto en una unidad de tiempo.
- **Condiciones Específicas:** Consideración de las condiciones geométricas, operativas y de control de la carretera

Determinación de la capacidad vial

La capacidad vial se puede calcular para diferentes tipos de carreteras, pero aquí nos enfocaremos en una carretera de un solo carril por dirección.

Capacidad Básica

La capacidad básica de una carretera de un solo carril se puede calcular utilizando la siguiente fórmula:

Capacidad básica=2000 vehículos/hora/carril

Esta capacidad se ajusta según las condiciones específicas de la carretera y del tráfico.

Ajuste por Condiciones Geométricas y de Tráfico

Los factores de ajuste pueden incluir el ancho de carril, el tipo de mediana, la presencia de estacionamiento en la vía, entre otros. La fórmula ajustada es:

$$C = C_b \times f_w \times f_h v \times f_{pc} \times f_r$$

Donde:

C= Capacidad ajustada

C_b= Capacidad básica (2000 veh/h/carril)

f_w= = Factor de ajuste por ancho de carril

fh^v= Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados

f_{pc} = Factor de ajuste por la configuración de la carretera (mediana, estacionamiento, etc.)

f_r = Factor de ajuste por condiciones climáticas y de la carretera

Ejemplo de Cálculo

Supongamos una carretera con las siguientes características:

Ancho de carril: 3.5 metros (f_w=1.0)

10% de vehículos pesados (fh^v =0.85)

Sin mediana ni estacionamiento (f_{pc}=1.0)

Condiciones climáticas normales (f_r=1.0)

La capacidad ajustada se calcula como:

C=2000 veh/h/carril×1.0×0.85×1.0×1.0=1700 veh/h/carril

\text{veh/h/carril}C=2000veh/h/carril×1.0×0.85×1.0×1.0=1700veh/h/carril

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Tabla

Detalle de la Práctica

Practicas	Instrucciones	Duración de la Practica	Mecanismo de Evaluación
Foro de debate	Revisar Actividades Prácticas	0:30 mm	Por rúbricas
Práctica investiga: Taller/Ensayo/Investigación	Revisar Actividades Prácticas	3:30 h	Por rúbricas
Tutorías Prácticas	Revisar Actividades Prácticas	2:00 mm	Por participación en clase
Test evaluativo	Revisar Actividades Prácticas	0:30 mm	Formativa

Nota. Elaboración propia

Consideraciones Generales

1. Lee y revisa la Guía de Estudio.
2. Observa el video de la clase magistral.
3. Participa activamente en el FORO DEBATE.
4. Revisa en el calendario el día y hora en que se realizará las actividades prácticas y la tutoría.
5. Realizar la práctica propuesta por el docente.
6. Revisa las Rúbricas acorde a la actividad prácticas.
7. Toma los principales apuntes que vayas rescatando del texto.
8. Reflexiona sobre los temas tratados en la clase.
9. Sube el documento en formato PDF en la plataforma Moodle.
10. Revisa la calificación de tus actividades prácticas.

FORO DE DEBATE

Tema: El Puente denominado “Unidad Nacional” comúnmente ¿Tiene un nivel de servicio C?

Instrucciones para Participar:

- Exponga su punto de vista acerca del tema.
- Comenta las respuestas de otros participantes.
- Promueve un ambiente respetuoso y constructivo.

PRÁCTICA INVESTIGATIVA

Taller: Plantearse un ejercicio donde se tenga que definir la capacidad de una vía.

Realizar grupos de 7 estudiantes y seleccionar o plantearse un ejercicio en el cual se tenga que definir la capacidad y el TPDA de una vía.

Consigna:

- El trabajo de investigación debe presentarse de manera estructurada y coherente para comunicar efectivamente los hallazgos y conclusiones.
- Asegúrese de que el estilo y formato del trabajo sigan las pautas de citación y presentación establecidas por la institución.
- Utilice un lenguaje claro y evite jergas o términos técnicos innecesarios.
- Revise y corrija la redacción y la gramática antes de la presentación final (ver anexo).

PRÁCTICA TEST

Antes de realizar el test, es importante considerar varios aspectos para aprovechar al máximo la experiencia.

Consideraciones para realizar el test

1. Lee y revisa el documento.
2. Observa el video de la clase magistral.
3. Revisa en el calendario el día y hora en que se debe de realizar el Test.
4. Realiza el Test de la unidad considerando lo Siguiente:

- No cambiarte entre paginas durante la realización del Test.
- Revisa que tu conexión a internet sea estable.
- Recuerda que todo el contenido está inmerso dentro del documento base.

5. Revisa tu puntuación, de inmediato al finalizar de la actividad.

Tema 2: Cálculos Viales

Objetivo: Aplicar métodos y fórmulas para el cálculo de la capacidad vial, el nivel de servicio y otros parámetros fundamentales en el análisis y diseño de infraestructuras de transporte.

La importancia de conocer los conceptos y poder identificar cada elemento o factor que influye en los cálculos viales al momento de realizar un análisis de tránsito o dar solución a cualquier situación conflictiva que se presente en la vía producto de la misma circulación vehicular.

Volúmenes de tránsito

Es el número de vehículos (o personas) que pasan por un punto durante un tiempo específico. (Cal y Mayor & Cardenas, 2018)

Otra definición corresponde al número el número de vehículos o peatones que pasan por un punto o sección transversal dado de un carril o de una calzada, durante un período determinado de tiempo.

El volumen de tránsito se expresa como:

- Q= N/T
- Donde:
- Q: Vehículos que pasan por unidad de tiempo (Vehículos/período)
- N: Número total de vehículos que pasan.
- T: Período determinado.

Demanda

Es el número de vehículos (o personas) que desean viajar y pasan por un punto durante un tiempo específico. Donde existe congestión, la demanda es mayor que el volumen actual, ya que algunos viajes se desvían hacia rutas alternas y otros simplemente no se realizan debido a las restricciones del sistema vial.

Capacidad

Es el número máximo de vehículos que pueden pasar por un punto durante un tiempo específico. Es una característica del sistema vial, y representa su oferta. En un punto, el volumen actual nunca puede ser mayor que su capacidad real, sin embargo, hay situaciones en las que parece que esto ocurre precisamente debido a que la capacidad

es estimada o calculada mediante algún procedimiento y no observada directamente en campo.

La demanda es una medida del número de vehículos (o personas) que esperan ser servidos, distinto de los que son servidos (volumen) y de los que pueden ser servidos (capacidad). (Cal y Mayor & Cardenas, 2018)

Cuando la demanda es menor que la capacidad, el volumen es igual a la demanda, por lo que los conteos o aforos que se realicen, son mediciones de la demanda existente. (Cal y Mayor & Cardenas, 2018)

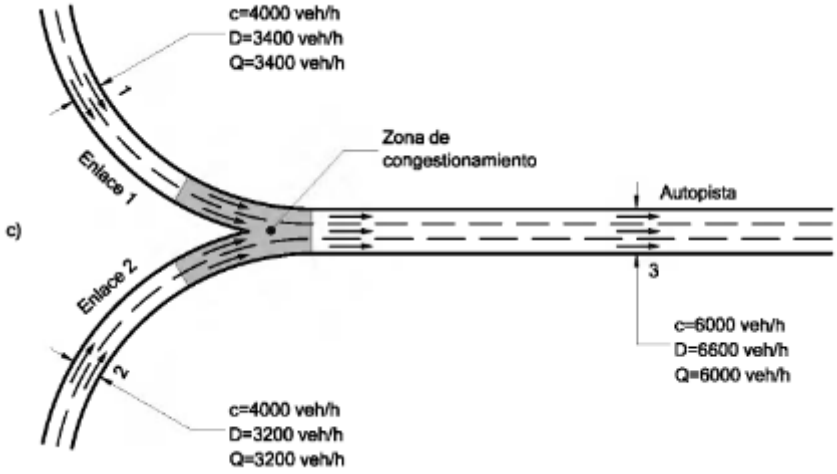


Ilustración 11: Conteos o aforos vehiculares

Variaciones en el tiempo de los Volúmenes de tránsito

Es el número total de vehículos que pasan durante un lapso de tiempo determinado. Dependiendo de la duración del lapso de tiempo, se tienen los siguientes volúmenes de tránsito absolutos o totales:

1. Tránsito anual (TA)

Es el número total de vehículos que pasan durante un año. En este caso t=1 año.

Volumen anual veh/año

2. Tránsito mensual (TM)

Es el número total de vehículos que pasan durante un mes. En este caso t=1 mes.

Volumen Mensual veh/mes

3. Tránsito semanal (TS)

Es el número total de vehículos que pasan durante una semana. En este caso t=1 semana.

Volumen semanal veh/sem

4. Tránsito diario (TD)

Es el número total de vehículos que pasan durante un día. En este caso t=1 día.

Volumen diario veh/día

5. Tránsito horario (TH)

Es el número total de vehículos que pasan durante una hora. En este caso t=1 hora.

Volumen Horario veh/hr

Volúmenes de tránsito promedio diario

Tránsito promedio diario anual (TPDA)

TPDA= TA/365

Tránsito promedio diario mensual (TPDM)

TPDM= TM/ 28,29,30,31

Tránsito promedio diario semanal (TPDS)

TPDS= TS/7

Volúmenes de tránsito horarios

Volumen Horario Máximo Anual (VHMA)

Es el máximo volumen horario que ocurre en un punto o sección de un carril o de una calzada durante un año determinado. En otras palabras, es la hora de mayor volumen de las 8,760 horas del año.

Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD)

Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los períodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día en particular.

Volumen Horario de Proyecto (VHP)

Es el volumen de tránsito horario que servirá de base para determinar las características geométricas de la vialidad. Fundamentalmente se proyecta con un volumen horario pronosticado. No se trata de considerar el máximo número de vehículos por hora que se puede presentar dentro de un año, ya que exigiría inversiones demasiado cuantiosas, sino un volumen horario que se pueda presentar un número máximo de veces en el año, previa convención al respecto

Aplicaciones de los volúmenes de transito

Los volúmenes de tránsito anual (TA)

Estudios de tendencias; Planeación de Carreteras; Programación de Carreteras; Selección de Rutas; Cálculo de Tasas de Accidentes; Estudios Fiscales; Evaluaciones Económicas

Los volúmenes de tránsito promedio diario (TPD)

Análisis de capacidad; diseño geométrico; diseño estructural; cómputos de estimados de recolección de impuesto de los usuarios de vialidades

Los volúmenes de Tránsito horario

Aplicación de Dispositivos de Control del Tránsito; Vigilancia Selectiva; Desarrollo de Reglamentos de Tránsito; Diseño Geométrico

Las tasas de flujo (Periodos menor a una hora)

Planeación del transporte, diseño vial, operación del tránsito e investigación**.**

Relación entre los volúmenes de tránsito promedio diario, anual y semanal:

Si se hiciera una lista de los todos los volúmenes de tránsito horario que se presentan en el año, en orden descendente, sería posible determinar los volúmenes horarios de la 10-ava, 20-ava, 30-ava, 50-ava, 70-ava o 100-ava hora de máximo volumen. Una guía para determinar el volumen horario de proyecto VHP, es precisamente una curva que indique la variación de los volúmenes de tránsito horario durante el año.

Comúnmente se utiliza el volumen de la 30-ava hora, estimado al futuro, para fines de proyecto. Por lo tanto, como se puede apreciar en estas curvas, el volumen horario de proyecto para esta hora está comprendido entre el 8% y el 16% del TPDA. Así para carreteras suburbanas, el volumen de proyecto de la 30-ava hora es aproximadamente

el 57% del volumen horario máximo anual VHMA (8% 14%), para carreteras rurales secundarias el 46% (12% 26%) y para carreteras rurales principales el 42% (16% 38%). Estos porcentajes significan un ahorro considerable en el proyecto de la sección transversal con un buen criterio en la selección del volumen horario pronosticado. En ocasiones quizá convenga considerar la 50-ava hora de máximo volumen, como norma de proyecto, en condiciones de presupuestos muy limitados.

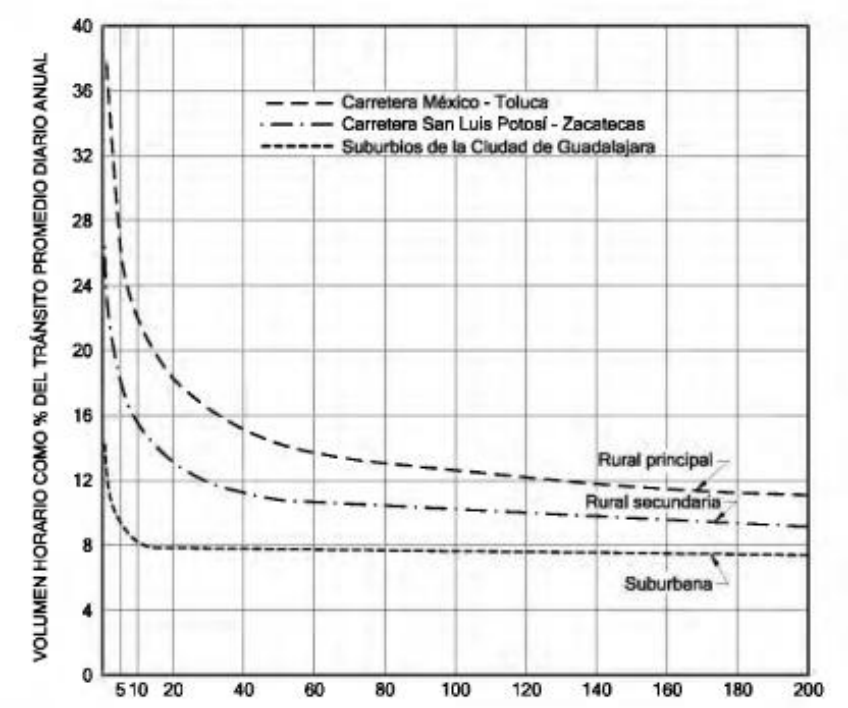


Ilustración 12: La figura muestra tres curvas que relacionan los volúmenes horarios más altos del año y el tránsito promedio diario anual TPDA, de las carreteras nacionales.

De acuerdo a lo anterior, en los proyectos de carreteras, el volumen horario de proyecto VHP, para el año de proyecto en función del tránsito promedio diario anual TPDA, se expresa como:

VHP= k(TPDA)

Donde:

k = valor esperado de la relación entre el volumen de la n-ava hora máxima seleccionada y el TPD del año de proyecto

Por lo tanto, tomando como referencia las tres curvas anteriores, si se selecciona el volumen de la 30-ava hora como el de proyecto, para proyecciones a años futuros en carreteras, se recomiendan los siguientes valores de k:

Para carreteras suburbanas:

k = 0.08

Para carreteras rurales secundarias: k = 0.12

Para carreteras rurales principales: k = 0.16

Aplicaciones de velocidad

El término velocidad se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo. Es decir, para un vehículo representa su relación de movimiento, usualmente expresada en kilómetros por hora (km/h). (Cal y Mayor & Cardenas, 2018)

El (Highway Capacity Manual HCM) utiliza la velocidad como una métrica clave para evaluar el rendimiento y la capacidad de diferentes tipos de infraestructuras viales. La velocidad se utiliza para:

- Determinar el nivel de servicio (LOS) de una carretera.
- Evaluar la capacidad de una vía y su adecuación para manejar ciertos volúmenes de tráfico.
- Planificar mejoras en la infraestructura para mantener o mejorar la velocidad del tráfico.

El (Instituto de Ingenieros de Tránsito (ITE)) destaca la velocidad como un factor crítico en la seguridad vial y el diseño de carreteras. Según el ITE, la velocidad afecta:

- El diseño geométrico de las carreteras.
- La señalización y las marcas viales.
- La ubicación y el diseño de intersecciones.
- Las estrategias de control del tráfico, como límites de velocidad y zonas de velocidad reducida.

Para el caso de una velocidad constante, ésta se define como una función lineal de la distancia y el tiempo, expresada por la fórmula:

$v = d/t$

Donde:

v = velocidad constante (kilómetros por hora)

d= distancia recorrida (kilómetros)

t= tiempo de recorrido (horas)

El ahorro relativo en tiempo de recorrido es menor a medida que aumentan las velocidades:

Tabla 2: Tiempos de recorrido según diferentes velocidades

v Velocidad (km/h)	*t* Tiempo (h)	Ahorro de tiempo (h)	Total ahorrado (h)	*v* Velocidad (km/h)	*t* Tiempo (h)	Ahorro de tiempo (h)	Total ahorrado (h)
Para un viaje de 150 km				Para un viaje de 200 km			
20	7.50			20	10.00		
30	5.00	2.50	2.50	30	6.67	3.33	3.33
40	3.75	1.25	3.75	40	5.00	1.67	5.00
50	3.00	0.75	4.50	50	4.00	1.00	6.00
60	2.50	0.50	5.00	60	3.33	0.67	6.67
70	2.14	0.36	5.36	70	2.86	0.48	7.14
80	1.88	0.27	5.63	80	2.50	0.36	7.50
90	1.67	0.21	5.83	90	2.22	0.28	7.78
100	1.50	0.17	6.00	100	2.00	0.22	8.00
110	1.36	0.14	6.14	110	1.82	0.18	8.18
120	1.25	0.11	6.25	120	1.67	0.15	8.33
130	1.15	0.10	6.35	130	1.54	0.13	8.46
140	1.07	0.08	6.43	140	1.43	0.11	8.57
150	1.00	0.07	6.50	150	1.33	0.10	8.67
Para un viaje de 250 km				Para un viaje de 300 km			
20	12.50			20	15.00		
30	8.33	4.17	4.17	30	10.00	5.00	5.00
40	6.25	2.08	6.25	40	7.50	2.50	7.50
50	5.00	1.25	7.50	50	6.00	1.50	9.00
60	4.17	0.83	8.33	60	5.00	1.00	10.00
70	3.57	0.60	8.93	70	4.29	0.71	10.71
80	3.13	0.45	9.38	80	3.75	0.54	11.25
90	2.78	0.35	9.73	90	3.33	0.42	11.67
100	2.50	0.28	10.00	100	3.00	0.33	12.00
110	2.27	0.23	10.23	110	2.73	0.27	12.27
120	2.08	0.19	10.42	120	2.50	0.23	12.50
130	1.92	0.16	10.58	130	2.31	0.19	12.69
140	1.79	0.14	10.71	140	2.14	0.16	12.86
150	1.67	0.12	10.83	150	2.00	0.14	13.00
Para un viaje de 350 km				Para un viaje de 400 km			
20	17.50			20	20.00		
30	11.67	5.83	5.83	30	13.33	6.67	6.67
40	8.75	2.92	8.75	40	10.00	3.33	10.00
50	7.00	1.75	10.50	50	8.00	2.00	12.00
60	5.83	1.17	11.67	60	6.67	1.33	13.33
70	5.00	0.83	12.50	70	5.71	0.95	14.29
80	4.38	0.63	13.13	80	5.00	0.71	15.00
90	3.89	0.49	13.61	90	4.44	0.56	15.56
100	3.50	0.39	14.00	100	4.00	0.44	16.00
110	3.18	0.32	14.32	110	3.64	0.36	16.36
120	2.92	0.27	14.58	120	3.33	0.30	16.67
130	2.69	0.22	14.81	130	3.08	0.26	16.92
140	2.50	0.19	15.00	140	2.86	0.22	17.14
150	2.33	0.17	15.17	150	2.67	0.19	17.33

Velocidad de punto

La velocidad de punto de un vehículo i, es la velocidad vi a su paso por un determinado punto o sección transversal de una carretera o de una calle.

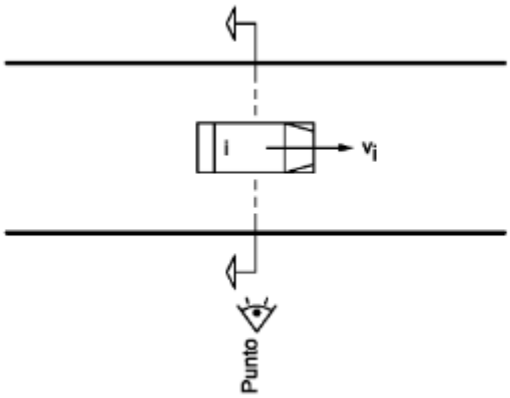


Ilustración 13: Velocidad de punto de un vehículo

Velocidad instantánea

La velocidad instantánea de un vehículo j, es la velocidad vj cuando se encuentra circulando a lo largo de un tramo de una carretera o de una calle en un instante dado.

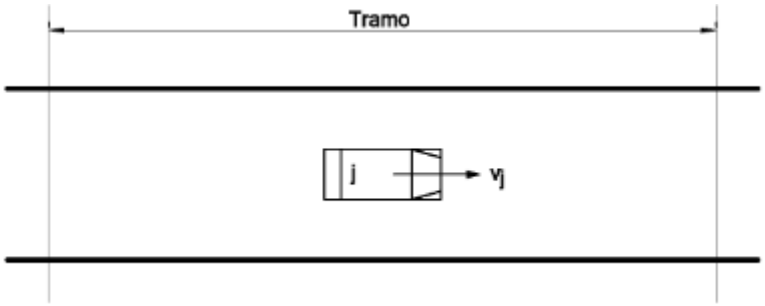


Ilustración 141. Velocidad instantánea de un vehículo

Velocidad media temporal

Es la media aritmética de las velocidades de punto de todos los vehículos, o parte de ellos, que pasan por un punto específico de una carretera o calle durante un intervalo de tiempo seleccionado. Se dice entonces, que se tiene una distribución temporal de velocidades de punto. Para datos de velocidades de punto no agrupados, matemáticamente la velocidad media temporal se define como:

$$\bar{v}_t = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_i}{n}$$

Donde:

v1 = velocidad media temporal

V_i = velocidad de punto del vehículo Í

n = número total de vehículos observados en el punto o tamaño de la muestra

Velocidad media espacial

Es la media aritmética de las velocidades instantáneas de todos los vehículos que en un instante dado se encuentran en un tramo de carretera o calle. Se dice entonces, que se tiene una distribución espacial de velocidades instantáneas. Para datos de velocidades instantáneas no agrupados, matemáticamente la velocidad media espacial se define como:

$$\bar{v}_e = \frac{\sum_{j=1}^{m} v_j}{m}$$

Donde:

Ve = velocidad media espacial

V j = velocidad instantánea del vehículo j

m = número total de vehículos observados en el tramo o tamaño de la muestra

Para un espacio o distancia dados, la velocidad media espacial también se puede calcular dividiendo la distancia por el promedio de los tiempos empleados por los vehículos en recorrerla. Esto es:

$$\bar{v}_e = \frac{d}{\bar{t}} \qquad \bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i}{n}$$

Donde:

d = distancia dada o recorrida

t= tiempo promedio de recorrido de los vehículos

t_i = tiempo empleado por el vehículo i en recorrer la distancia d

Flujos vehiculares

El análisis de flujo vehicular presenta tres variables principales que pueden ser expresadas en función de otras variables asociadas.

- Las variables principales son:
  - El flujo
  - La velocidad
  - La densidad
  - Las variables asociadas son:
  - El volumen
  - El intervalo
  - El espaciamiento
  - La distancia y el tiempo.

Variables relacionadas con el flujo

- *Tasa de flujo o flujo (q) y volumen (Q)*

q = N/T

Donde:

- q = Tasa de flujo o flujo (veh/periodo)
- N = Número de vehículos que pasan (veh)
- T = Tiempo o periodo determinado (unidad de tiempo)

- *Intervalo simple entre vehículos consecutivos*

(h_i).- Es el intervalo de tiempo medido entre el paso de dos vehículos consecutivos usando como referencia puntos homólogos de los mismos.

- *Intervalo promedio entre* (h)

Donde: $$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} h_i}{N-1}$$

- h = Intervalo promedio (seg/veh)
- N = Número de vehículos (veh)
- h_i = Intervalo simple entre el vehículo i y el vehículo “i+1”

Por otra parte:

$$\bar{h} = \frac{1}{q}$$

h = Intervalo promedio (seg / veh) q = Tasa de flujo o flujo (veh/seg)

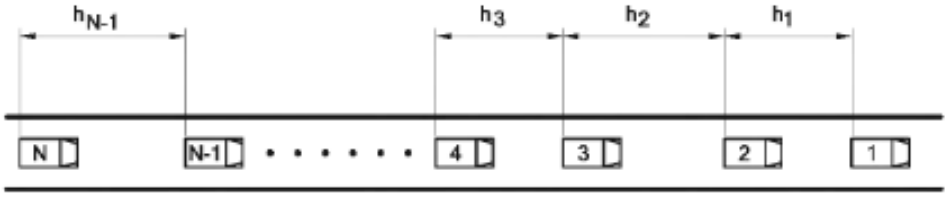


Ilustración 15: Intervalos entre vehículos

- *Densidad o concentración (k)*

k = N/d

Donde:

- k = Densidad o concentración de tráfico (veh/km)
- N = Número de vehículos (veh)
- d = Distancia o longitud (km)

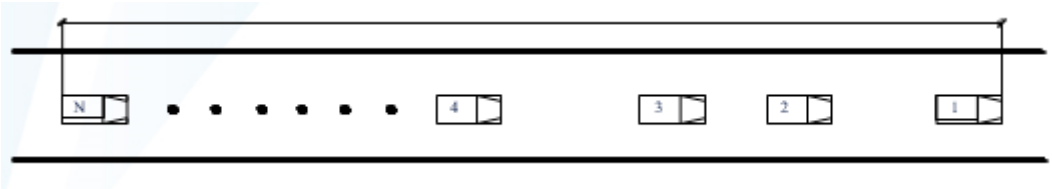


Ilustración 16: Densidad o concentración

- *Espaciamiento simple (s_i)*

Es el espacio o distancia medida entre el paso de dos vehículos consecutivos usando como referencia puntos homólogos de los mismos.

- *Espaciamiento promedio (s)*

Es el promedio de todos los espaciamientos simples, si, existentes entre los diversos vehículos que circulan por una vialidad. Por tratarse de un promedio se expresa en metros por vehículo (m/veh)

$$\bar{s} = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} s_i}{N-1}$$

Donde:

S = Espaciamiento promedio (m/veh)

N = número de vehículos (veh)

S_i = Espaciamiento simple entre el vehículo i y el vehículo i+1

$$\bar{s} = \frac{1}{k}$$

Donde:

s = Espaciamiento promedio (m/veh)

k = Densidad o concentración (veh/m)

Relación entre el flujo, la velocidad, la densidad, el intervalo y el espaciamiento

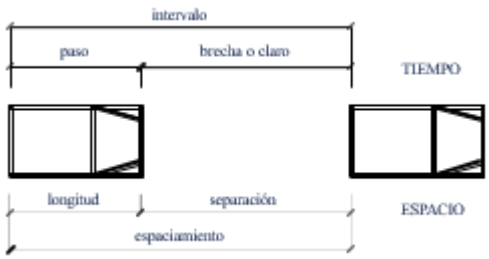


Ilustración 17: Relaciones de tiempo y espacio entre vehículos

El paso es el tiempo necesario para que el vehículo recorra su propia longitud; y la brecha o claro es el intervalo de tiempo libre disponible entre los dos vehículos, equivalente a la separación entre ellos medida desde la defensa trasera del primer vehículo hasta la defensa delantera del segundo vehículo, dividida por la velocidad (la del segundo vehículo o la del grupo de vehículos, si todos ellos viajan a la misma velocidad).

Relación entre la velocidad y la densidad

$$\bar{v}_e = v_l - \left(\frac{v_l}{k_c}\right)k$$

Donde:

- ve = velocidad media espacial (km/hora)
- v_l = velocidad media espacial a flujo libre (km/hora)
- k = densidad (veh/km/carril)
- k_c = densidad de congestionamiento (veh/km/carril)

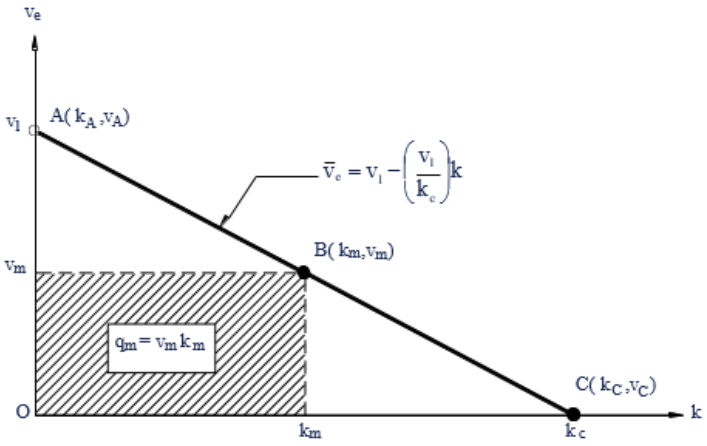


Ilustración 18: Relación lineal entre la velocidad y la densidad

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Tabla

Detalle de la Práctica

Practicas	Instrucciones	Duración de la Practica	Mecanismo de Evaluación
Foro de debate	Revisar Actividades Prácticas	0:30 mm	Por rúbricas
Práctica investiga: Taller/Ensayo/Investigación	Revisar Actividades Prácticas	3:30 h	Por rúbricas
Tutorías Prácticas	Revisar Actividades Prácticas	2:00 mm	Por participación en clase
Test evaluativo	Revisar Actividades Prácticas	0:30 mm	Formativa

Nota. Elaboración propia

Consideraciones Generales

1. Lee y revisa la Guía de Estudio.
2. Observa el video de la clase magistral.
3. Participa activamente en el FORO DEBATE.
4. Revisa en el calendario el día y hora en que se realizará las actividades prácticas y la tutoría.
5. Realizar la práctica propuesta por el docente.
6. Revisa las Rúbricas acorde a la actividad prácticas.
7. Toma los principales apuntes que vayas rescatando del texto.
8. Reflexiona sobre los temas tratados en la clase.
9. Sube el documento en formato PDF en la plataforma Moodle.
10. Revisa la calificación de tus actividades prácticas.

FORO DE DEBATE

Tema: El volumen vehicular del Puente denominado “Unidad Nacional” supera los 1000 veh/hora.

Desarrollar su respuesta de acuerdo a su percepción y experiencia.

Instrucciones para Participar:

- Exponga su punto de vista acerca del tema.
- Comenta las respuestas de otros participantes.
- Promueve un ambiente respetuoso y constructivo.

PRÁCTICA INVESTIGATIVA

Taller: Elegir una vía de su preferencia y determinar el flujo vehicular.

Realizar grupos de 7 estudiantes y seleccionar o plantearse un ejercicio en el cual se tenga que definir la capacidad y el TPDA de una vía.

Consigna:

- El trabajo de investigación debe presentarse de manera estructurada y coherente para comunicar efectivamente los hallazgos y conclusiones.
- Asegúrese de que el estilo y formato del trabajo sigan las pautas de citación y presentación establecidas por la institución.
- Utilice un lenguaje claro y evite jergas o términos técnicos innecesarios.
- Revise y corrija la redacción y la gramática antes de la presentación final (ver anexo).

PRÁCTICA TEST

Antes de realizar el test, es importante considerar varios aspectos para aprovechar al máximo la experiencia.

Consideraciones para realizar el test

1. Lee y revisa el documento.
2. Observa el video de la clase magistral.
3. Revisa en el calendario el día y hora en que se debe de realizar el Test.
4. Realiza el Test de la unidad considerando lo Siguiente:

- No cambiarte entre paginas durante la realización del Test.
- Revisa que tu conexión a internet sea estable.
- Recuerda que todo el contenido está inmerso dentro del documento base.

5. Revisa tu puntuación, de inmediato al finalizar de la actividad.

III. DATOS GENERALES DE LA UNIDAD 3

Información General

1.1.	Nivel	Segundo					
1.2.	Nombre Unidad	Análisis de las Operaciones en la Vía					
1.3.	Tema 1 – Unidad	Actores viales					
1.4.	Tema 2 – Unidad	Congestionamiento					
1.5.	Unidad organizacional	Profesional					
1.6.	Unidad	3					
1.7.	Total, Horas Unidad	30					
1.8.	Detalle de horas Unidad	ACD	12	AA	3	APE	15

Resultado de Aprendizaje

Ser capaz de diagnosticar el tránsito de un área, identificando los elementos básicos que actúan entre sí e influyen en él, así como también los factores que se debe analizar en cada uno de dichos elementos.

Metodología

La metodología de la asignatura se basa en un enfoque activo y colaborativo. Incluye sesiones de clase estructuradas en torno a temas específicos, lecturas y actividades, estudio de casos, proyectos prácticos y debates en clase. Los estudiantes también se involucran en trabajos en grupo y mantienen diarios de reflexión. Se fomenta la participación en debates, preguntas y respuestas, y se proporcionan recursos en línea para una comprensión más profunda. La evaluación se realiza mediante pruebas, proyectos y una evaluación final, con retroalimentación continua para guiar el aprendizaje. Esta metodología busca que los estudiantes comprendan los conceptos fundamentales y puedan aplicar eficazmente sus conocimientos de forma escrita, verbal o a través de softwares en situaciones prácticas.

DESARROLLO

Unidad 3: Análisis de las Operaciones en la Vía

Tema 1: Actores viales

Objetivo: Identificar y analizar el rol de los diferentes actores viales (peatones, conductores y pasajeros) en la dinámica del tránsito, considerando su comportamiento y su impacto en la seguridad y eficiencia del sistema vial.

Se consideran como actores viales a las personas que hacen uso de las vías donde asumen un rol determinado mientras se movilizan de un lugar a otro.

El ser humano como actor de tránsito en la seguridad vial se pude desempeñar en varios roles como peatón, pasajero, ciclista, motociclista o conductor. La seguridad vial se garantizará siempre que los actores viales tengan derechos, pero también cumpla con sus deberes.

Características del conductor

Las características del conductor de un vehículo pueden variar según el contexto, pero generalmente se dividen en categorías relacionadas con habilidades, comportamiento, condiciones físicas y mentales, así como su responsabilidad en la vía. Estas características no solo hacen que un conductor sea más seguro, sino que también contribuyen al bienestar general de todos en la carretera.

Habilidades y Conocimientos Técnicos:

- Conocimiento de las normas de tránsito: Un buen conductor conoce y sigue las leyes de tránsito.
- Habilidad de conducción: Capacidad para operar el vehículo de manera segura y eficiente.
- Habilidad para maniobrar: Capacidad para estacionar, girar y cambiar de carril con seguridad.
- Conducción defensiva: Anticipe peligros y posibles errores de otros conductores.

Condiciones físicas:

- Buena visión: Es esencial para detectar señales, otros vehículos y peatones.

- Reflejos rápidos: Importante para reaccionar rápidamente ante situaciones inesperadas.
- Salud general: El estado físico adecuado es esencial para mantenerse alerta y seguro al volante.

Condiciones Mentales y Emocionales:

- Concentración: Mantener el enfoque en la carretera sin distraerse.
- Paciencia: Importante para evitar comportamientos impulsivos o agresivos.
- Autocontrol: Control emocional para evitar reacciones agresivas o frustraciones en situaciones de tráfico.
- Toma de decisiones rápida y segura: Saber cuándo frenar, acelerar o cambiar de carril bajo presión.

Responsabilidad y Actitud:

- Respeto por las normas: Un buen conductor respeta los límites de velocidad, los semáforos, las señales de tránsito y las normas viales en general.
- Respeto por los demás: Ser cortés con peatones, ciclistas y otros conductores.
- Evitar distracciones: Minimizar el uso de dispositivos electrónicos y otras distracciones mientras se conduce.
- Conducir bajo condiciones seguras: No conducir bajo la influencia de alcohol o drogas, o cuando esté extremadamente cansado.

El proceso de percepción - reacción:

El proceso de percepción-reacción es fundamental en la conducción, ya que describe las etapas que un conductor sigue para detectar un estímulo (como un peligro en la carretera), procesarlo y luego tomar una acción adecuada. Este proceso se divide en varias fases que determinan el tiempo de respuesta ante una situación inesperada. Comprender este proceso es clave para mejorar la seguridad vial.

Fases del Proceso de Percepción-Reacción

1. **Percepción del estímulo:**

El primer paso es detectar un evento o peligro en la carretera, como un semáforo que cambia de color, un peatón cruzando o un coche frenando bruscamente. Esto depende principalmente de los sentidos (vista, oído) y del nivel de atención del conductor.

En este momento, el conductor reconoce que algo requiere su atención, lo que activa su proceso cognitivo.

2. **Identificación y análisis:**

Tras percibir el estímulo, el conductor debe identificar de qué se trata el estímulo y analizar la situación para determinar si es una amenaza o requiere acción inmediata.

Este análisis implica una evaluación rápida, basada en el conocimiento previo y la experiencia del conductor.

3. **Toma de decisión:**

Una vez que el conductor haya identificado el peligro, debe decidir qué acción tomar para evitar o minimizar el riesgo.

Las decisiones pueden incluir frenar, reducir la velocidad, cambiar de dirección o, en algunos casos, no hacer nada si el estímulo no representa un riesgo.

4. **Reacción:**

En esta fase, el conductor ejecuta la acción decidida. Puede ser pisar el freno, girar el volante o acelerar, dependiendo de la situación.

5. **Movimiento del vehículo:**

Finalmente, el vehículo responde básicamente a la acción tomada por el conductor. Esta es la última fase del proceso, donde el coche, por ejemplo, comienza a frenar o cambiar de dirección.

El peatón, el vehículo y el camino

Los tres elementos clave en el entorno vial son el peatón, el vehículo y el camino. Estos interactúan constantemente, y su relación define gran parte de la dinámica del

tránsito y la seguridad vial. A continuación, se describe cada uno de estos elementos y su influencia en el sistema de tráfico.

1. El Peatón

Características: Los peatones son los usuarios más vulnerables de la vía, ya que no cuentan con la protección física que tienen los vehículos. Incluyen a personas de todas las edades, desde niños hasta ancianos, y personas con movilidad reducida.

Comportamiento: Su seguridad depende en gran medida de su atención, cumplimiento de las normas viales (cruzar por los pasos peatonales, respetar semáforos), así como de la habilidad de los conductores para prever su comportamiento.

Vulnerabilidades: Factores como la distracción (uso de teléfonos móviles), la falta de visibilidad en condiciones de poca luz o la imprudencia (cruzar fuera de los pasos de peatones) aumentan su riesgo.

Rol en la seguridad vial: Es fundamental educar a los peatones para que sean conscientes de su entorno y de las normas de tráfico, al igual que la infraestructura vial debe estar diseñada pensando en su seguridad (señalización, pasos peatonales bien ubicados, aceras amplias).

2. El Vehículo

Características: El vehículo es el medio de transporte que puede ser controlado por el conductor. Puede ser un automóvil, motocicleta, bicicleta u otro medio motorizado o no motorizado.

Comportamiento del conductor: El conductor es responsable del manejo seguro del vehículo, lo que incluye mantener una velocidad adecuada, respetar las señales de tráfico y ser consciente de los demás usuarios de la vía (incluidos peatones y ciclistas).

Mantenimiento del vehículo: Un vehículo en buen estado mecánico (frenos, luces, llantas, etc.) es crucial para la seguridad. Cualquier fallo técnico aumenta el riesgo de accidentes.

Tecnología y seguridad: Los avances tecnológicos, como los sistemas de asistencia al conductor, pueden ayudar a reducir el riesgo de accidentes, pero también es importante que los conductores no se confíen demasiado en estas herramientas.

3. El Camino

Diseño vial: El estado y el diseño del camino influyen directamente en la seguridad de todos los usuarios. Un camino bien pavimentado y con buena señalización es esencial para evitar accidentes.

Condiciones climáticas y ambientales: La lluvia, la nieve, el hielo o la niebla pueden hacer que las condiciones de la carretera sean peligrosas, afectando la adherencia del vehículo al pavimento y reduciendo la visibilidad.

Infraestructura de seguridad: Esto incluye semáforos, señales de tráfico, barandillas, líneas divisorias y, en particular, las zonas destinadas a peatones como pasos peatonales y aceras. La correcta colocación y visibilidad de estas infraestructuras puede reducir la probabilidad de siniestros.

Factores externos: Animales en la vía, obras en construcción, vehículos averiados y objetos en la carretera son obstáculos que pueden representar un riesgo adicional para los conductores.

Interacción entre Peatón, Vehículo y Camino

La interacción de estos tres elementos es clave en la dinámica del tráfico. El comportamiento impredecible del peatón, sumado a un conductor distraído o en condiciones de la carretera deficientes, puede dar lugar a accidentes. En conjunto, la armonía entre estos tres factores determina en gran medida la seguridad en el tráfico y la prevención de accidentes. Por eso, es esencial que:

- Los peatones estén alertas y crucen en lugares seguros.
- Los conductores mantienen un estado de alerta constante y ajustan su conducción a las condiciones del camino y al comportamiento de los peatones.
- Las autoridades se encargan de mantener y mejorar la infraestructura vial, para garantizar la seguridad de todos los usuarios.

4.- ESTACIONAMIENTOS

Se conoce como estacionamiento al espacio físico donde se deja el vehículo por un tiempo indeterminado, en algunos países, también al acto de dejar inmovilizado un vehículo. No es relevante si los ocupantes se encuentran o no en el interior del vehículo.

Los 3 elementos básicos que componen la planta física de cualquier sistema de transporte son el vehículo, la vía y la terminal para el sistema de transporte por calles y carreteras, la terminal es un espacio de estacionamiento que indica el comienzo o el final de un determinado viaje.

Los estacionamientos son espacios destinados para aparcar vehículos y tienen un papel crucial en la infraestructura vial y la gestión del tráfico en áreas urbanas y rurales.

Tipos de estacionamientos:

Estacionamiento en la vía publica

- El estacionamiento en la vía pública puede ser **libre o controlado**.
- En el libre no existe ninguna restricción para dejar un vehículo cerca de la acera, y su uso no es equitativo.
- El estacionamiento controlado se dispone de señales o dispositivos que restringen su tiempo de utilización, el dispositivo más utilizado es el parquímetro.

Cuando se tiene volúmenes importantes de transito importantes, o calles angostas, y en el caso de tener estacionamientos sobre la vía pública, se recomienda el estacionamiento en paralelo, ya que el estacionamiento en Angulo representa un mayor riesgo de accidentes, especialmente en la maniobra de salida.

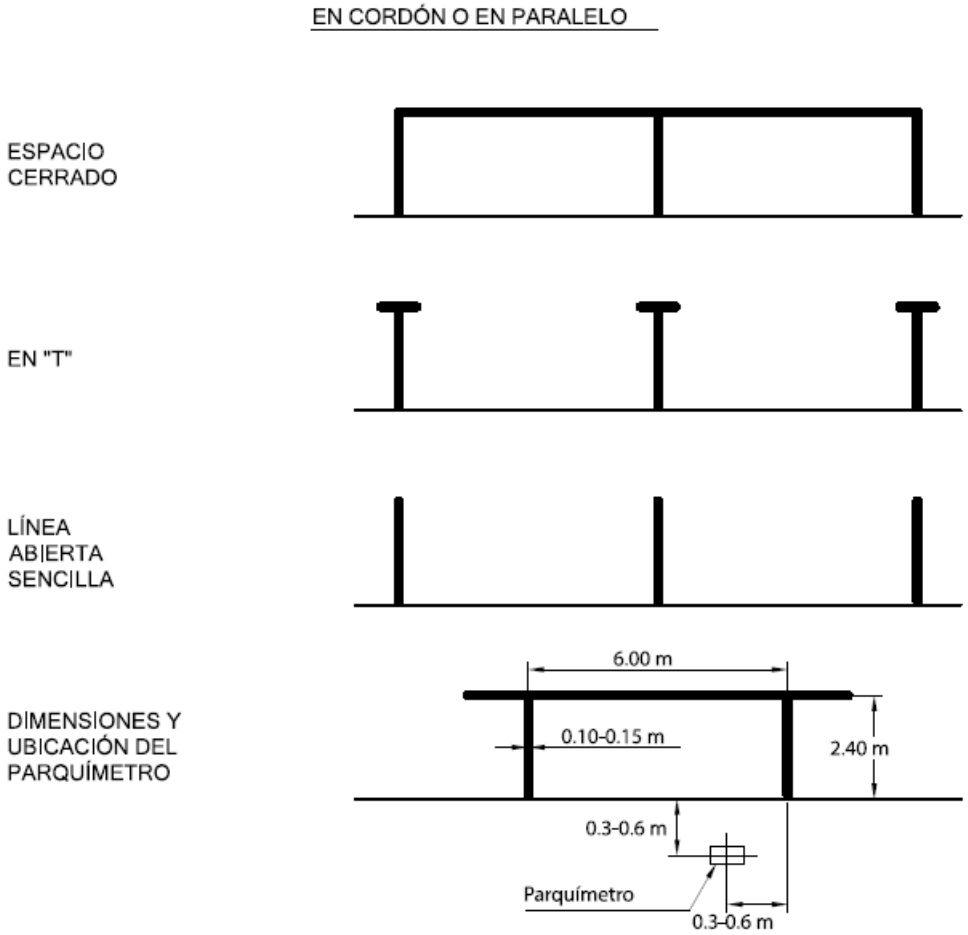
Estacionamientos fuera de la vía publica

Estos pueden estar ubicados en lotes predios y edificios. Pueden ser de servicio público o privado pueden ser operados por acomodadores o por autoservicio. Los estacionamientos fuera de la vía pública son la causa directa de la necesidad de disminuir los estacionamientos en la calle, en beneficio de los usuarios y el mejoramiento de la circulación vial.

Tipos de estacionamiento

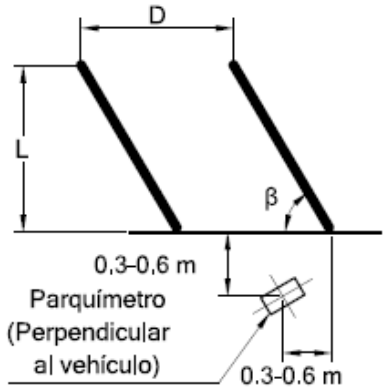
Estacionamientos en paralelo

Existen 3 tipos, y tienen diferentes ángulos de inclinación, con respecto a la guarnición, se indican las dimensiones (Largo y ancho) y la ubicación del parquímetro en metros.



EN BATERÍA O EN ÁNGULO

DIMENSIONES Y UBICACIÓN DEL PARQUÍMETRO



β	D		L
	mín.	máx.	mín.
30°	4,57	4,87	2,81
45°	3.35	3.96	3.96
60°	3,36	-	5,82
90°	2.74	-	-

Oferta y Demanda

Para conocer las características de estacionamiento de determinada zona, es necesario llevar a cabo ciertos inventarios y estudios, que permiten establecer la demanda de espacios y verificar las necesidades físicas, para así revisar o incrementar la oferta de espacios existentes.

Se entiende por oferta, los espacios disponibles de estacionamiento tanto como en la vía pública como fuera de ella.

Para cuantificar la OFERTA, se lleva a cabo un inventario físico de los espacios de estacionamiento disponibles:

- Para estacionamientos en la calle, se realiza un inventario de los espacios existentes y de las restricciones.
- Para estacionamientos fuera de la calle, en lotes y edificios, se puede obtener el dato con la administración del estacionamiento o contando directamente el número de espacios disponibles.

Se entiende por demanda, la información de donde se estaciona la gente, por cuanto tiempo, o su variación horaria dentro y fuera de la vía pública.

Para cuantificar la DEMANDA, esta información se obtiene mediante la ubicación de observadores en varios puntos de la zona en estudio, cada uno de los cuales, dependiendo de la frecuencia de los estacionamientos, recorre una, dos, tres o cuatro

cuadras, viendo todos los vehículos estacionados, anotando la hora de entrada y salida de cada uno de ellos.

- Conocida la oferta y la demanda, se puede determinar el índice de rotación, que, para un espacio específico de estacionamiento, se define como el número de veces que se usa dicho espacio durante un lapso de tiempo determinado.
- Para varios espacios de estacionamiento, el índice promedio de rotación **Ir** en vehículos por cajón, se calcula como:
- Ir = Demanda / Oferta
- Ir = número de vehículos que estacionan / número de espacios para estacionarse

La duración **De** absoluta o media de estacionamiento, se calcula como:

- De = 1/ Ir
- Ir = número de vehículos que estacionan / número de espacios para estacionarse

La utilización **Uc** , de la capacidad de un estacionamiento:, se calcula como:

- Uc = Oferta – Cajones vacíos/ Oferta
- Uc = indica el grado de ocupación que puede tener un determinado estacionamiento

Ejemplo

Un determinado espacio de estacionamiento es usado durante cuatro horas continuas así:

En la primera hora: por 3 vehículos

En la segunda hora: por 2 vehículos

En la tercera hora: por 3 vehículos

En la cuarta hora: por 4 vehículos

Entonces se puede observar que los índices de rotación del espacio de estacionamiento para cada hora son 3, 2, 3 y 4 respectivamente.

Ir= Demanda / oferta

Ir= # vehículos que se estacionan / # espacios para estacionarse

Ir = ((3+2+3+4) vehículos/ 4 horas) / **1 cajón**

Ir = 3 Vehículos / cajón/ hora

Los diferentes resultados del índice de rotación indican la importancia de especificar muy claramente la duración del período de referencia durante el cual se calcula éste.

Por otra parte, la duración media de estacionamiento:

De = 1/Ir

De =1/3 vehículos/hora/cajón

De= 0,33 horas. cajón / vehículo

Quiere decir, que los 12 vehículos que utilizan el estacionamiento a lo largo de las 4 horas, permanecen cada uno en promedio 0.33 horas, o lo que es lo mismo, una duración media de 20minutos.

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Tabla

Detalle de la Práctica

Practicas	Instrucciones	Duración de la Practica	Mecanismo de Evaluación
Foro de debate	Revisar Actividades Prácticas	0:30 mm	Por rúbricas
Práctica investiga: Taller/Ensayo/Investigación	Revisar Actividades Prácticas	3:30 h	Por rúbricas
Tutorías Prácticas	Revisar Actividades Prácticas	2:00 mm	Por participación en clase
Test evaluativo	Revisar Actividades Prácticas	0:30 mm	Formativa

Nota. Elaboración propia

Consideraciones Generales

1. Lee y revisa la Guía de Estudio.
2. Observa el video de la clase magistral.
3. Participa activamente en el FORO DEBATE.
4. Revisa en el calendario el día y hora en que se realizará las actividades prácticas y la tutoría.
5. Realizar la práctica propuesta por el docente.
6. Revisa las Rúbricas acorde a la actividad prácticas.
7. Toma los principales apuntes que vayas rescatando del texto.
8. Reflexiona sobre los temas tratados en la clase.
9. Sube el documento en formato PDF en la plataforma Moodle.
10. Revisa la calificación de tus actividades prácticas.

FORO DE DEBATE

Tema: El usuario se considera uno de los principales elementos que producen los flujos de tránsito.

Instrucciones para Participar:

- Exponga su punto de vista acerca del tema.
- Comenta las respuestas de otros participantes.
- Promueve un ambiente respetuoso y constructivo.

PRÁCTICA INVESTIGATIVA

Taller: Ejercicio práctico para el cálculo de estacionamientos.

Realizar grupos de 7 estudiantes y seleccionar un punto de análisis de ciudad del Ecuador de la cual se debe identificar el nombre de las calles con un mapa de referencia y calcular la cantidad de estacionamientos necesarios para satisfacer la demanda existente. Las ciudades seleccionadas no deberán repetirse en ningún grupo.

Consigna:

- El trabajo de investigación debe presentarse de manera estructurada y coherente para comunicar efectivamente los hallazgos y conclusiones.
- Asegúrese de que el estilo y formato del trabajo sigan las pautas de citación y presentación establecidas por la institución.
- Utilice un lenguaje claro y evite jergas o términos técnicos innecesarios.
- Revise y corrija la redacción y la gramática antes de la presentación final (ver anexo).

PRÁCTICA TEST

Antes de realizar el test, es importante considerar varios aspectos para aprovechar al máximo la experiencia.

Consideraciones para realizar el test

1. Lee y revisa el documento.
2. Observa el video de la clase magistral.
3. Revisa en el calendario el día y hora en que se debe de realizar el Test.
4. Realiza el Test de la unidad considerando lo Siguiente:

- No cambiarte entre paginas durante la realización del Test.
- Revisa que tu conexión a internet sea estable.
- Recuerda que todo el contenido está inmerso dentro del documento base.

5. Revisa tu puntuación, de inmediato al finalizar de la actividad.

Tema 2: Congestionamiento

Objetivo: Analizar las causas, efectos y posibles soluciones del congestionamiento vial, aplicando conceptos de ingeniería de tránsito para mejorar la fluidez y seguridad en las vías.

La palabra “congestión” es utilizada frecuentemente en el contexto del tránsito vehicular, tanto por los técnicos como por los ciudadanos en general. El Diccionario de la Lengua Española (Real Academia Española, 2001) la define como “acción y efecto de congestionar o congestionarse”, en tanto que “congestionar” significa “obstruir o entorpecer el paso, la circulación o el movimiento de algo” que, en nuestro caso, es el tránsito vehicular.

Significado analítico de la congestión

La causa fundamental de la congestión es la fricción o interferencia entre los vehículos en el flujo de tránsito. Hasta un cierto nivel de tránsito, los vehículos pueden circular a una velocidad relativamente libre, determinada por los límites de velocidad, la frecuencia de las intersecciones, y otras condicionantes.

“La congestión es la condición que prevalece si la introducción de un vehículo en un flujo de tránsito aumenta el tiempo de circulación de los demás”.

Factores que influyen en la congestión vehicular:

- Transportarse es una actividad derivada y nace de la necesidad de las personas por ir a trabajar, divertirse, pasear, hacer compras, etc. Teniendo en cuenta a su vez que somos una población en constante crecimiento.
- La estructura vial es muy precaria, encontrándose vial en mal estado o con mal diseñado.
- Los conductores no respetan las reglas y las autoridades o realizan una labor eficiente de planificación, organización y control de tránsito.
- Corrupción por parte de las autoridades que periten que vehículos ilegales transiten con normalidad generando inseguridad y mayor congestión en paraderos no autorizados.
- Accidentes en la vía pública, que generan el cierre de las calles o avenidas hasta que despejen el área del suceso.

Causas de la congestión:

- La demanda del transporte es “derivada” de la necesidad de acceder a los sitios en que se llevan a cabo las distintas actividades: trabajo, compras, estudio, recreación, descanso, y otros, todas las cuales se realizan en lugares diferentes.
- Las opciones de transporte que presentan las características más apetecidas, es decir, seguridad, comodidad, confiabilidad, autonomía, como es el caso del automóvil son las que hacen un mayor uso del espacio vial.
- La provisión de infraestructura vial para satisfacer la demanda de los períodos de punta tiene un costo muy elevado.
- El resultado lógico es una sobreexplotación de la vialidad existente, al menos en determinadas zonas y horas.
- Algunos vehículos generan más congestión que otros. En la ingeniería de tránsito cada tipo de vehículo tiene asignada una equivalencia en una unidad de vehículos de pasajeros denominada pc (passenger car unit).
- La existencia de un número excesivo de vehículos de transporte público contribuye a agravar la congestión, como se observa en algunas ciudades.
- La condición de las vías y las prácticas de conducción.

Elementos de un sistema de filas de espera:

Para caracterizar el fenómeno de espera en un sistema vial de servicio, es necesario que nos hagamos una serie de cuestionamientos:

¿A qué hora empieza y termina el congestionamiento?

¿Cuál es el número medio de vehículos en el sistema?

¿Cuál es el número medio de vehículos en la cola?

¿Cuál es el tiempo en el sistema?

¿Cuál es el tiempo medio de espera o demora media?

¿Cuál es la longitud máxima de la cola?

¿Cuál es la demora máxima?

¿Cuál es la demora total de todo el tránsito?

¿Cuál es la proporción de tiempo en que se utiliza el sistema?

¿Cuál es la proporción de tiempo cuando el sistema permanece inactivo?

La cola se genera cuando, los usuarios (vehículos) llegan a una estación de servicio cualquiera (intersección semaforizada, un cuello de botella, enlace de entrada a una autopista, carril especial de vuelta, etc.)

La prestación del servicio para cada llegada toma tiempo y puede ofrecerlo una o más estaciones.

Independientemente del análisis técnico que se haga del tráfico, de la vía y de los elementos que hay en ella. El factor humano es una variable EXTREMADAMENTE IMPORTANTE y que va a fluctuar, dependiendo del componente CULTURAL/SOCIAL/EDUCATIVO de la región que se esté analizando.

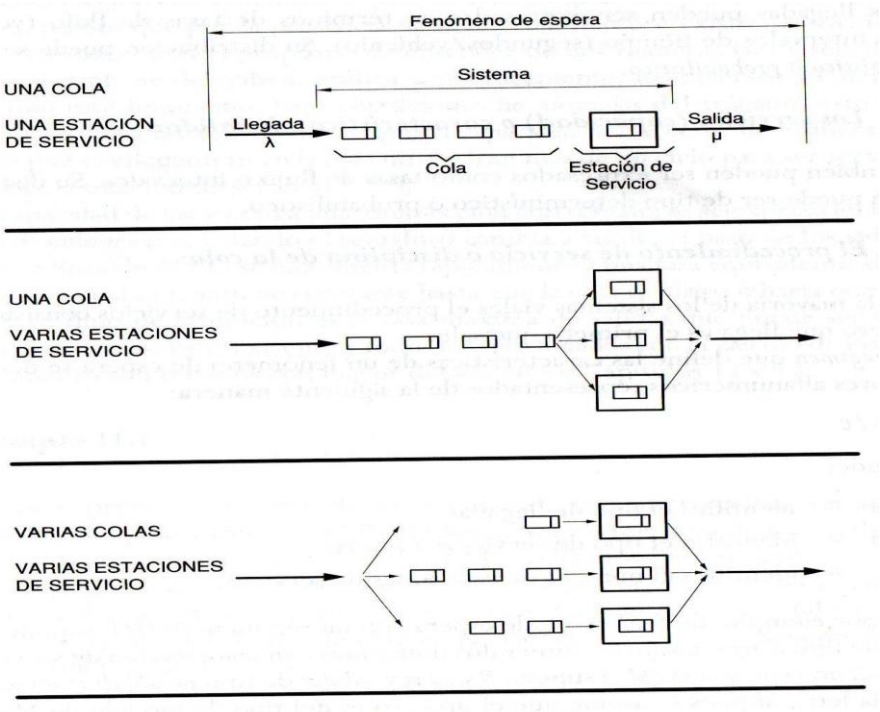


Figura 11.2 Sistemas de filas de espera

- Los vehículos llegan al sistema a una tasa de llegadas (λ). Entran a la estación de servicio si ésta está desocupada, allí son atendidos a una tasa media de servicio μ, la cual equivale a la tasa de salidas. Si la estación de servicio está ocupada se forman en la cola a esperar ser atendidos.

- Por lo general, la tasa de llegadas como la tasa de servicios varían, causando que también haya variación en la formación de las colas.

La cola se define como: el número de vehículos que esperan ser servidos, sin incluir aquellos que actualmente están siendo atendidos.

El comportamiento de la cola y los modelos necesarios para describirla, dependen de la representación explícita de estos elementos que conforman el proceso:

1. Las llegadas (demandas) o características de entrada: Las llegadas pueden ser expresadas en términos de tasa de flujo (q=veh/h) o intervalos de tiempo (h=segundos/vehículos). La distribución puede ser de tipo DETERMINÍSTICO (modelo matemático donde las mismas entradas o condiciones iniciales producirán invariablemente las mismas salidas o resultados, sin contemplar el azar o la incertidumbre) y PROBABILÍSTICO (es la toma de un conjunto de datos obtenidos de muestreos de datos con un comportamiento que se supone aleatorio).
2. Los servicios (capacidad) o características de salidas: También pueden ser expresadas como tasas de flujo o intervalos. Su distribución puede ser de tipo determinístico y probabilístico.

El procedimiento de servicio o disciplina de la cola: En la mayoría de los sistemas viales el servicio consiste en que el primero que llega es el primero que sale.



El análisis determinístico consiste en el cálculo preciso del valor de una variable en función de ciertos valores específicos que toman otras variables. Solamente ocurrirá un valor de la función objetivo para un conjunto dado de valores de las variables de entrada.

Cuando hay congestionamiento, donde los patrones de llegadas y de servicios son altos, los enfoques a nivel macroscópicos son los que más se aproximan a este fenómeno, describiendo la operación vehicular en términos de sus variables de flujo, generalmente tomadas como promedios.

Análisis de intersecciones con semáforos

La intersección con semáforo es el caso más típico del fenómeno de espera, ya que a raíz de la luz roja, siempre habrá cola de vehículos.

La capacidad de un acceso a una intersección con semáforos se expresa en términos del flujo de saturación “s”. Al cambiar el semáforo a verde, el paso de los vehículos a través de la línea de ALTO se incrementa rápidamente a una tasa equivalente al flujo de saturación, la cual se mantiene constante hasta que se disipa la cola o se termina el verde.

El flujo de saturación “s” es la tasa máxima de salidas que puede ser obtenida cuando existen colas.

Análisis de cuello de botellas

- En vialidades de flujos continuos, los cuellos de botellas se presentan en tramos donde la sección transversal reduce su ancho en términos de número de carriles. Cuando la demanda vehicular (λ) (llegadas) al inicio del cuello de botella.
- Este análisis se hace a nivel determinístico y macroscópico, considerando que los patrones de llegadas y servicios de vehículos son continuos.
- En este análisis se hace a nivel determinístico y macroscópico, considerando que los patrones de llegadas y servicios de vehículos son continuos.
- En vialidades de flujos continuos, los cuellos de botellas se presentan en tramos donde la sección transversal reduce su ancho en términos de número de carriles.
- Cuando la demanda vehicular () (llegadas) al inicio del cuellos de botella supera la capacidad (μ) (salidas) de éste se presentan problemas de congestionamiento justamente en el tramo anterior al cuello de botella.

Análisis probabilístico de líneas de espera

- Sistemas de líneas de espera con una estación de servicio: Se analizará el sistema de líneas de espera con una estación de servicio, llegadas distribuidas de acuerdo a una distribución de Poisson - físico y matemático francés reconocido por sus trabajos en el campo de la electricidad, geometría diferencial y teoría de las probabilidades - (distribución de probabilidad discreta que expresa a partir de una frecuencia de ocurrencia media, la probabilidad de que ocurra un determinado número de eventos eventos durante un cierto período de tiempo), tiempos de servicio exponenciales y disciplina de servicio "el que llega primero es servido primero".
- Sistema de líneas de espera con varias estaciones de servicio: Se estudiará el sistema de líneas de espera con varis estaciones de servicio llegadas distribuidas de acuerdo a una distribución de Poisson, en tiempos de servicio exponenciales y disciplina de servicio "el primer vehículo se mueve hacia la primera estación de servicio vacante"

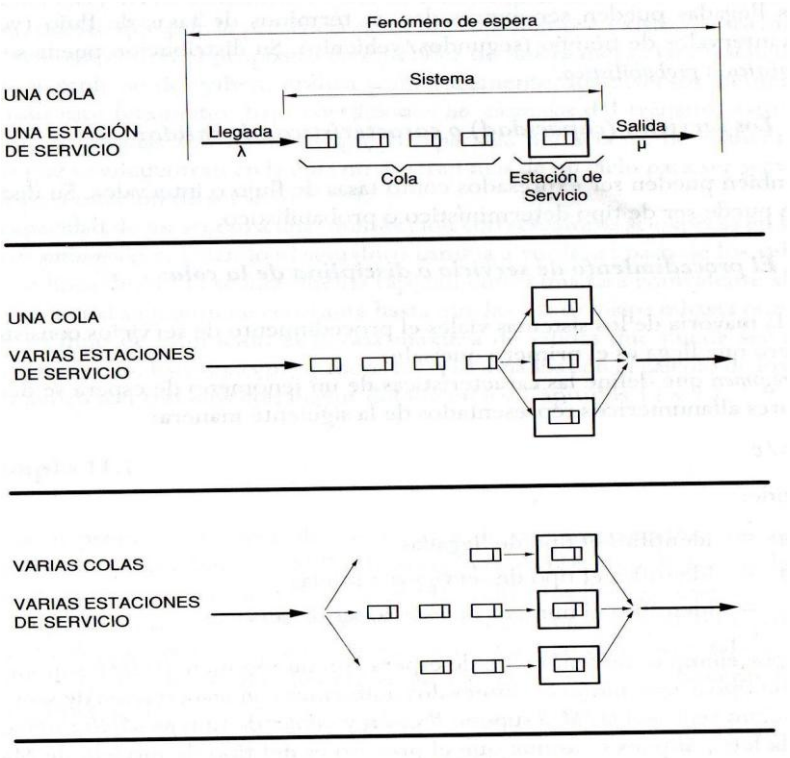


Figura 11.2 Sistemas de filas de espera

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Tabla

Detalle de la Práctica

Practicas	Instrucciones	Duración de la Practica	Mecanismo de Evaluación
Foro de debate	Revisar Actividades Prácticas	0:30 mm	Por rúbricas
Práctica investiga: Taller/Ensayo/Investigación	Revisar Actividades Prácticas	3:30 h	Por rúbricas
Tutorías Prácticas	Revisar Actividades Prácticas	2:00 mm	Por participación en clase
Test evaluativo	Revisar Actividades Prácticas	0:30 mm	Formativa

Nota. Elaboración propia

Consideraciones Generales

1. Lee y revisa la Guía de Estudio.
2. Observa el video de la clase magistral.
3. Participa activamente en el FORO DEBATE.
4. Revisa en el calendario el día y hora en que se realizará las actividades prácticas y la tutoría.
5. Realizar la práctica propuesta por el docente.
6. Revisa las Rúbricas acorde a la actividad prácticas.
7. Toma los principales apuntes que vayas rescatando del texto.
8. Reflexiona sobre los temas tratados en la clase.
9. Sube el documento en formato PDF en la plataforma Moodle.
10. Revisa la calificación de tus actividades prácticas.

FORO DE DEBATE

Tema: ¿Cuáles son los factores que influyen en la congestión vehicular del puente Unidad Nacional de la ciudad de Guayaquil?

Instrucciones para Participar:

- Exponga su punto de vista acerca del tema.
- Comenta las respuestas de otros participantes.
- Promueve un ambiente respetuoso y constructivo.

PRÁCTICA INVESTIGATIVA

Taller: Ejercicio práctico para determinar los elementos de un sistema de filas de espera.

Seleccionar un punto de análisis de ciudad del Ecuador de la cual se debe identificar el nombre de las calles con un mapa de referencia e identificar con imágenes los elementos de una fila de espera. Los puntos de análisis seleccionados no deberán repetirse.

Consigna:

- El trabajo de investigación debe presentarse de manera estructurada y coherente para comunicar efectivamente los hallazgos y conclusiones.
- Asegúrese de que el estilo y formato del trabajo sigan las pautas de citación y presentación establecidas por la institución.
- Utilice un lenguaje claro y evite jergas o términos técnicos innecesarios.
- Revise y corrija la redacción y la gramática antes de la presentación final (ver anexo).

PRÁCTICA TEST

Antes de realizar el test, es importante considerar varios aspectos para aprovechar al máximo la experiencia.

Consideraciones para realizar el test

1. Lee y revisa el documento.
2. Observa el video de la clase magistral.
3. Revisa en el calendario el día y hora en que se debe de realizar el Test.
4. Realiza el Test de la unidad considerando lo Siguiente:

- No cambiarte entre paginas durante la realización del Test.
- Revisa que tu conexión a internet sea estable.
- Recuerda que todo el contenido está inmerso dentro del documento base.

5. Revisa tu puntuación, de inmediato al finalizar de la actividad.

IV. DATOS GENERALES DE LA UNIDAD 4

Información General

1.1.	Nivel	Segundo					
1.2.	Nombre Unidad	Intersecciones					
1.3.	Tema 1 – Unidad	Diseño y Regulación					
1.4.	Tema 2 – Unidad	Semaforización					
1.5.	Unidad organizacional	Profesional					
1.6.	Unidad	4					
1.7.	Total, Horas Unidad	30					
1.8.	Detalle de horas Unidad	ACD	12	AA	3	APE	15

Resultado de Aprendizaje

Ser capaz de diagnosticar el tránsito de un área, identificando los elementos básicos que actúan entre sí e influyen en él, así como también los factores que se debe analizar en cada uno de dichos elementos.

Metodología

La metodología de la asignatura se basa en un enfoque activo y colaborativo. Incluye sesiones de clase estructuradas en torno a temas específicos, lecturas y actividades, estudio de casos, proyectos prácticos y debates en clase. Los estudiantes también se involucran en trabajos en grupo y mantienen diarios de reflexión. Se fomenta la participación en debates, preguntas y respuestas, y se proporcionan recursos en línea para una comprensión más profunda. La evaluación se realiza mediante pruebas, proyectos y una evaluación final, con retroalimentación continua para guiar el aprendizaje. Esta metodología busca que los estudiantes comprendan los conceptos fundamentales y puedan aplicar eficazmente sus conocimientos de forma escrita, verbal o a través de softwares en situaciones prácticas.

DESARROLLO

Unidad 4: Intersecciones

Tema 1: Diseño y Regulación

Objetivo: Comprender los principios de diseño y regulación de intersecciones, analizando su impacto en la seguridad, capacidad y eficiencia del tránsito.

El diseño y regulación de semáforos es fundamental para la seguridad y eficiencia en la gestión del tráfico. Un buen diseño asegura el flujo continuo de vehículos y peatones, reduce el riesgo de accidentes y mejora la experiencia de los usuarios en la vía pública.

Es un proceso complejo que implica el análisis detallado del flujo de tráfico, la seguridad de los usuarios y la eficiencia en la movilidad. Un diseño adecuado contribuye significativamente a reducir la congestión y mejorar la seguridad tanto para vehículos como para peatones.

Análisis de conflictos en intersecciones

El análisis de conflictos en intersecciones es una herramienta fundamental para evaluar y mejorar la seguridad vial. Las intersecciones son puntos críticos en la infraestructura de tráfico donde confluyen diferentes flujos de vehículos, ciclistas y peatones, lo que aumenta la probabilidad de accidentes. Este tipo de análisis se utiliza para identificar riesgos, evaluar el diseño de la intersección y proponer medidas para reducir los conflictos.

Concepto de Conflictos en Intersecciones

Un conflicto de tráfico ocurre cuando dos o más usuarios de la vía (vehículos, ciclistas, peatones) tienen trayectorias que se cruzan o entran en contacto potencial, lo que puede llevar a una colisión si no se toman medidas evasivas. Estos conflictos se dividen en:

Conflictos de cruce: Cuando dos trayectorias se intersecan.

Conflictos de giro: Cuando un vehículo gira y otro sigue recto, o cuando un vehículo gira en presencia de peatones o ciclistas.

Conflictos de fusión: Cuando dos flujos de tráfico convergen en un solo carril o trayectoria.

Conflictos de divergencia: Cuando un vehículo se separa de la corriente de tráfico (por ejemplo, cuando un vehículo sale de una vía principal para girar).

Métodos de Análisis de Conflictos

Observación directa: Los analistas observan la intersección y documentan los eventos que pueden derivar en un conflicto. Se registra el comportamiento de los conductores y otros usuarios de la vía, tales como peatones y ciclistas.

Estudios de video: Las intersecciones se graban en video y luego se analizan en busca de situaciones de conflicto. Este método permite una observación detallada y revisiones repetidas.

Modelos de simulación: Se utilizan simulaciones de tráfico por computadora para identificar conflictos en intersecciones bajo diferentes escenarios de flujo vehicular.

Índices de conflicto: Algunos estudios utilizan indicadores como el tiempo hasta la colisión (TTC) o la distancia lateral mínima (MLD) para medir la cercanía de los conflictos.

Identificación de Conflictos Comunes

Los conflictos más comunes que se identifican en las intersecciones incluyen:

Conflictos de giro a la izquierda: Un vehículo que gira a la izquierda puede cruzarse con el flujo de tráfico que viene en sentido contrario o con peatones que cruzan la calle.

Conflictos de giro a la derecha: Un vehículo que gira a la derecha puede interferir con peatones o ciclistas en el cruce.

Conflictos de paso en intersecciones sin señalización adecuada: Ocurre cuando no hay señales claras, semáforos o reglas establecidas, lo que genera indecisión entre los conductores.

Conflictos en intersecciones con múltiples carriles: Los conductores que cambian de carril en una intersección pueden no prever los movimientos de otros vehículos.

Conflictos de cruce de peatones: Ocurren cuando los vehículos no ceden el paso a los peatones en cruces señalizados o no respetan las señales de los semáforos.

Análisis de Seguridad Basado en Conflictos

El análisis de conflictos permite una evaluación de la seguridad en las intersecciones sin la necesidad de esperar la ocurrencia de accidentes. Esto es especialmente útil porque los accidentes son eventos raros, pero los conflictos pueden ocurrir con mucha mayor frecuencia y, por lo tanto, ofrecen una visión más continua del riesgo.

Técnica de "Tiempos críticos": Se utiliza para medir qué tan cerca está una situación de convertirse en un accidente. Uno de los indicadores clave es el tiempo hasta la colisión (TTC), que mide el tiempo que falta para que dos vehículos colisionen si continúan en sus trayectorias actuales.

Frecuencia de los conflictos: Se analiza la cantidad de conflictos por unidad de tiempo. Una alta frecuencia de conflictos indica una mayor probabilidad de accidentes.

Gravedad potencial del conflicto: No todos los conflictos tienen el mismo potencial para causar daños. Algunos conflictos, como los relacionados con giros a alta velocidad, son más peligrosos que otros.

Técnicas de Mitigación de Conflictos

Una vez que se identifican los conflictos, se pueden implementar medidas para mitigarlos. Algunas técnicas incluyen:

Reajuste de la señalización semafórica: Mejorar el tiempo de luz verde para los giros o permitir fases exclusivas para el giro a la izquierda o derecha.

Señalización y marcas viales claras: Asegurarse de que las señales y marcas de las intersecciones sean visibles y comprensibles para todos los usuarios de la vía.

Rotondas: Las rotondas pueden reducir los conflictos en las intersecciones, ya que eliminan los cruces directos y fuerzan a los vehículos a reducir la velocidad.

Carriles dedicados para giros: Crear carriles dedicados para vehículos que giran a la izquierda o derecha, lo que reduce los conflictos con otros flujos de tráfico.

Control de acceso peatonal y ciclista: Implementar pasos peatonales claros, señalizados y controlados por semáforos o medidas físicas que garanticen la visibilidad y la seguridad.

Herramientas de Simulación para el Análisis de Conflictos

Las herramientas de simulación pueden ayudar a evaluar las intersecciones y prever posibles conflictos antes de que se construya la infraestructura o se apliquen cambios en la regulación del tráfico. Algunas herramientas y software comunes incluyen:

VISSIM: Permite la simulación de tráfico con vehículos y peatones, útil para evaluar conflictos en intersecciones.

SIDRA: Un software de análisis de intersecciones que permite evaluar el desempeño de intersecciones señalizadas y no señalizadas.

SUMO (Simulation of Urban Mobility): Software de simulación que permite modelar y analizar el tráfico urbano, útil para prever conflictos.

Ejemplos de Conflictos en Intersecciones

Intersecciones de alta velocidad: Las intersecciones en carreteras donde los vehículos entran a alta velocidad tienen un alto riesgo de conflictos de giro y fusión.

Intersecciones en áreas urbanas densas: Las intersecciones con mucho tráfico vehicular y peatonal presentan riesgos constantes, especialmente en áreas comerciales o residenciales densas.

Intersecciones sin control semafórico: Las intersecciones sin semáforos ni señales de tráfico claras pueden generar incertidumbre y aumentar los conflictos.

Evaluación de la Eficiencia en Intersecciones

Además de la seguridad, el análisis de conflictos también evalúa la eficiencia de una intersección. Las intersecciones mal diseñadas pueden generar retrasos, tiempos de espera excesivos y congestión vehicular, lo que aumenta la probabilidad de conflictos debido al estrés y la impaciencia de los conductores.

9. Estudios de Caso y Mejores Prácticas

Al implementar mejoras, es útil revisar estudios de caso en los que se hayan identificado y mitigado conflictos con éxito. Ciudades como Copenhague y Ámsterdam

han implementado soluciones de tránsito sostenibles y eficientes, reduciendo conflictos entre vehículos, ciclistas y peatones mediante el rediseño de intersecciones, la implementación de rotondas y la segregación de carriles para ciclistas y peatones.

Criterios de regulación de intersecciones:

Son principios y normas que se utilizan para gestionar el flujo de tráfico de forma segura y eficiente en los puntos donde se cruzan o convergen diferentes vías. La correcta regulación de una intersección garantiza la seguridad de los usuarios, minimiza los tiempos de espera y reduce la posibilidad de conflictos o accidentes.

A continuación, se presentan los principales criterios para regular intersecciones:

1. Tipo de Control de la Intersección

La elección del tipo de control en una intersección es uno de los aspectos más importantes en su regulación. Los principales métodos de control son:

Intersecciones con señal de pare (STOP) o ceda el paso (YIELD): Utilizadas generalmente en vías secundarias o con menor volumen de tráfico, donde se necesita una regulación básica.

Intersecciones con semáforos: Utilizadas en vías principales o con alto volumen de tráfico. Los semáforos coordinan los movimientos de vehículos y peatones en diferentes direcciones, reduciendo los conflictos.

Intersecciones con rotondas: En lugar de semáforos o señales de pare, las rotondas permiten el flujo continuo del tráfico a bajas velocidades, lo que reduce la gravedad de los accidentes.

2. Volumen de Tráfico

El volumen de tráfico es un factor clave para determinar el tipo de regulación adecuada en una intersección. Se debe evaluar el número de vehículos, peatones y ciclistas que cruzan la intersección en un período determinado. Con base en esto, se pueden adoptar diferentes medidas:

Alto volumen de tráfico: Las intersecciones con semáforos son ideales cuando el flujo vehicular y peatonal es intenso, ya que permiten un control preciso de los movimientos.

Bajo volumen de tráfico: Las señales de pare o ceda el paso pueden ser suficientes en áreas con poco tráfico.

3. Fases Semafóricas

En intersecciones controladas por semáforos, el diseño de las fases semafóricas debe maximizar la eficiencia y minimizar los conflictos. Los principales tipos de fases son:

Fase vehicular: Para vehículos en direcciones específicas.

Fase peatonal: Exclusiva para el cruce de peatones.

Fase protegida de giro: Permite que los vehículos realicen giros a la izquierda o derecha de manera segura, sin interferencia de otros vehículos o peatones.

El objetivo es diseñar fases que reduzcan los puntos de conflicto y asignen tiempo suficiente para los diferentes usuarios de la vía.

4. Prioridad de Movimiento

El criterio de prioridad establece qué movimiento tiene preferencia en la intersección. En general:

Vías principales: Los vehículos que circulan por vías principales suelen tener la prioridad, mientras que los que provienen de vías secundarias deben detenerse o ceder el paso.

Reglas para peatones: En la mayoría de las jurisdicciones, los peatones tienen prioridad sobre los vehículos al cruzar en pasos señalizados o semáforos.

Prioridad para transporte público o ciclistas: Algunas intersecciones otorgan prioridad al transporte público o a los ciclistas, lo que puede incluir semáforos especiales o carriles dedicados.

5. Seguridad en la Intersección

La seguridad es uno de los criterios más importantes en la regulación de intersecciones. Las medidas para mejorar la seguridad incluyen:

Visibilidad: La intersección debe estar diseñada para garantizar que los conductores, ciclistas y peatones puedan ver claramente el tráfico entrante. Esto incluye evitar obstáculos visuales y mejorar la señalización.

Medidas de calma del tráfico: En algunas intersecciones, se pueden aplicar medidas para reducir la velocidad de los vehículos, como reductores de velocidad, rotondas o cambios en el diseño geométrico.

Semáforos peatonales y refugios: Implementar semáforos específicos para peatones y ciclistas, así como refugios peatonales, aumenta la seguridad al cruzar.

6. Geometría de la Intersección

El diseño geométrico de la intersección influye en su capacidad para gestionar el tráfico de manera eficiente. Algunos aspectos a considerar son:

Número de carriles: Las intersecciones con más carriles permiten mayor capacidad, pero también pueden ser más complicadas para regular. Es fundamental equilibrar el diseño geométrico con la seguridad y la eficiencia.

Ángulos de cruce: Los ángulos agudos entre las vías pueden reducir la visibilidad y aumentar la probabilidad de accidentes. Es preferible que las intersecciones tengan ángulos cercanos a los 90 grados.

Carriles de giro: Los carriles de giro exclusivos pueden reducir los conflictos entre vehículos que circulan recto y aquellos que giran, mejorando la seguridad y la fluidez del tráfico.

7. Coordinación de Semáforos (Red de Intersecciones)

En áreas urbanas con múltiples intersecciones cercanas, es importante coordinar los semáforos para evitar congestión. La coordinación de semáforos (también llamada sincronización) permite que los vehículos tengan una secuencia fluida de luces verdes a lo largo de una vía, lo que reduce los tiempos de espera y mejora la eficiencia del sistema.

8. Capacidad de la Intersección

La capacidad de una intersección está determinada por el número de vehículos que puede manejar durante un período determinado sin causar congestión. Este criterio incluye:

Capacidad de carriles: El número de carriles disponibles para cada movimiento (recto, giro a la izquierda, giro a la derecha) influye directamente en la capacidad de la intersección.

Tiempo de ciclo del semáforo: En intersecciones semaforizadas, el tiempo de ciclo (la duración total de todas las fases) afecta la cantidad de vehículos que pueden atravesar la intersección.

Una intersección con baja capacidad en relación al volumen de tráfico experimentará congestionamiento y largos tiempos de espera.

9. Consideración de Todos los Usuarios

Es crucial que la regulación de las intersecciones tenga en cuenta no solo a los vehículos motorizados, sino también a:

Peatones: Asegurando cruces peatonales seguros, tiempos de semáforo adecuados y visibilidad.

Ciclistas: Con carriles específicos o señalización clara que indique su presencia.

Transporte público: En algunas intersecciones, se puede dar prioridad a autobuses o tranvías para mejorar la eficiencia del transporte público.

10. Adaptación a las Condiciones de Tráfico y Horarios

Algunas intersecciones requieren una regulación dinámica, que varíe según las condiciones de tráfico y la hora del día. En horarios pico, puede ser necesario ajustar los tiempos semafóricos o implementar sistemas de control adaptativos basados en el flujo vehicular en tiempo real.

Alternativas geométricas de diseño de intersecciones

Son soluciones que buscan mejorar la seguridad y la eficiencia del tráfico en los puntos donde se cruzan diferentes flujos de vehículos, ciclistas y peatones. Cada alternativa tiene sus ventajas y desventajas dependiendo del volumen de tráfico, la distribución espacial disponible y las características del entorno.

1. Intersección en T o en Y

Este tipo de intersección es una de las formas más sencillas y comunes, donde una vía se une a otra en forma de "T" o "Y". Estas intersecciones tienen varias características:

Ventajas:

Su simplicidad reduce el número de conflictos en comparación con las intersecciones de cuatro o más vías.

Fácil de señalizar y controlar, especialmente con señales de stop o ceda el paso.

Desventajas:

En zonas de alto volumen de tráfico, puede generar congestionamiento debido a la necesidad de que los vehículos que giran a la izquierda esperen hasta que el camino esté despejado.

En intersecciones en "Y", los ángulos agudos pueden reducir la visibilidad, aumentando el riesgo de accidentes.

2. Intersección de Cuatro Vías (Cruz o de Tipo Plus)

Este es uno de los tipos de intersecciones más comunes, donde dos vías se cruzan en ángulos rectos, formando una figura de "cruz" o "más".

Ventajas:

Facilita el acceso en todas las direcciones (recto, giro a la izquierda y giro a la derecha).

Adecuada para áreas urbanas donde hay gran densidad de calles.

Desventajas:

Gran número de puntos de conflicto, especialmente para giros a la izquierda.

En entornos con mucho tráfico, las intersecciones de cuatro vías pueden generar congestión y largos tiempos de espera.

3. Intersección en Diamante

Las intersecciones en diamante son comunes en salidas de autopistas o carreteras de acceso controlado, donde las carreteras principales se conectan a una vía secundaria o local.

Ventajas:

Mayor capacidad para manejar volúmenes de tráfico de salida y entrada en vías rápidas.

Mejora la seguridad al reducir los puntos de conflicto en comparación con intersecciones tradicionales.

Desventajas:

Requiere más espacio y una buena coordinación de señales para evitar congestión.

Puede ser confusa para los conductores que no están familiarizados con este tipo de diseño.

4. Rotonda o Glorieta

Una rotonda es una intersección circular en la que el tráfico circula en un solo sentido alrededor de una isla central. Es una de las alternativas más utilizadas para reducir conflictos y mejorar el flujo continuo del tráfico.

Ventajas:

Reduce significativamente la gravedad de los accidentes debido a las bajas velocidades.

Menor tiempo de espera comparado con intersecciones semaforizadas.

Elimina los giros a la izquierda, que son los más conflictivos en una intersección.

Desventajas:

Requiere más espacio que una intersección tradicional.

Puede ser confusa para los conductores, especialmente si no están acostumbrados a utilizar rotondas.

5. Intersección con Carriles Exclusivos para Giro

En muchas intersecciones, especialmente en áreas urbanas, se implementan carriles exclusivos para giros a la izquierda o a la derecha. Estos carriles permiten que los vehículos que necesitan girar se aparten del tráfico que continúa en línea recta, lo que reduce los puntos de conflicto.

Ventajas:

Mejora la fluidez del tráfico al evitar que los vehículos que giran bloqueen el flujo de los que siguen recto.

Reduce el riesgo de accidentes por colisiones traseras.

Desventajas:

Requiere más espacio en las vías.

Puede necesitar ajustes en la señalización semafórica para permitir giros seguros.

6. Intersección Canalizada

Las intersecciones canalizadas utilizan islas, marcas viales o barreras físicas para dirigir y controlar el flujo de tráfico. Las islas pueden ayudar a separar los movimientos de los vehículos, organizando los giros y movimientos rectos para reducir conflictos.

Ventajas:

Mejora la seguridad al dirigir los flujos de tráfico y separar los movimientos de los vehículos.

Facilita los cruces peatonales al proveer refugios intermedios.

Desventajas:

Puede requerir más espacio en la intersección.

La construcción y el mantenimiento de islas o canalizaciones pueden ser costosos.

7. Intersección Desnivelada

Las intersecciones a desnivel separan los flujos de tráfico en diferentes niveles mediante puentes o pasos a desnivel. Son comunes en autopistas y cruces de vías principales con vías locales.

Ventajas:

Elimina los puntos de conflicto entre los flujos de tráfico cruzados, mejorando la seguridad y la eficiencia.

Ideal para áreas de alto volumen de tráfico, ya que evita la congestión en intersecciones tradicionales.

Desventajas:

Muy costosa de construir y mantener.

Requiere grandes cantidades de espacio, lo que limita su uso en áreas urbanas densas.

8. Intersección de Diamante Divergente (DDI)

El diseño de diamante divergente o "diamante divergente" es una alternativa reciente que permite a los vehículos cambiar temporalmente al lado izquierdo de la carretera para mejorar los flujos de giro a la izquierda sin necesidad de semáforos adicionales.

Ventajas:

Mejora la eficiencia de las intersecciones donde hay grandes volúmenes de tráfico que giran a la izquierda.

Reduce la congestión en salidas y entradas de autopistas.

Desventajas:

Requiere una reconfiguración significativa del diseño vial existente.

Puede confundir a los conductores si no están familiarizados con el diseño.

9. Intersección con Semáforos Sincronizados

En áreas urbanas con alta densidad de tráfico, es común implementar intersecciones con semáforos sincronizados que permiten un flujo constante de vehículos a lo largo de una arteria principal. Esto se logra programando los semáforos para que los vehículos encuentren una serie de luces verdes si viajan a una velocidad constante.

Ventajas:

Reduce el tiempo de espera en semáforos y mejora el flujo de tráfico.

Minimiza las paradas y arranques constantes, lo que también reduce las emisiones de gases contaminantes.

Desventajas:

La sincronización puede ser costosa y requiere un mantenimiento y ajuste continuo, especialmente si el volumen de tráfico cambia.

Puede generar congestión en intersecciones secundarias.

10. Intersección con Fase Exclusiva para Peatones (Fase Scramble)

Una fase scramble o fase exclusiva para peatones detiene todo el tráfico vehicular y permite que los peatones crucen en todas las direcciones, incluyendo diagonalmente. Este diseño mejora la seguridad y facilita los cruces en áreas con mucho tráfico peatonal.

Ventajas:

Mejora la seguridad peatonal al eliminar conflictos con vehículos.

Facilita cruces peatonales en áreas con mucha actividad comercial o de ocio.

Desventajas:

Puede generar tiempos de espera más largos para los vehículos.

No es adecuado para áreas con bajo volumen peatonal, ya que desperdicia tiempo semafórico valioso

Relación entre diseño y operación

La relación entre el diseño y la operación de una infraestructura vial, como una intersección o una vía, es fundamental para garantizar tanto la eficiencia del tráfico como la seguridad de los usuarios. El diseño y la operación están profundamente interconectados, ya que un diseño bien ejecutado facilita la operación eficiente del sistema, mientras que un diseño deficiente puede complicar la gestión del tráfico y aumentar los riesgos de accidentes o congestión.

1. Capacidad y Demanda de Tráfico

El diseño geométrico de una intersección o vía debe estar alineado con la demanda de tráfico esperada. Esto implica calcular cuántos vehículos, ciclistas y peatones pasarán por una intersección en diferentes momentos del día.

Diseño: Si se espera un alto volumen de tráfico, se pueden necesitar múltiples carriles, carriles exclusivos para giros y fases semafóricas adecuadas para gestionar la demanda.

Operación: Si el diseño no tiene en cuenta la capacidad adecuada, la operación sufrirá con frecuentes congestiones, tiempos de espera prolongados y riesgo de accidentes. Por otro lado, si el diseño está sobredimensionado, puede resultar ineficiente y costoso de operar y mantener.

2. Seguridad Vial

El diseño debe minimizar los puntos de conflicto entre los diferentes tipos de usuarios (vehículos, peatones, ciclistas) y reducir el riesgo de accidentes.

Diseño: La ubicación de señales, la geometría de los carriles, la visibilidad en curvas y las protecciones peatonales son elementos críticos de diseño que impactan la seguridad.

Operación: Un diseño seguro facilita una operación más fluida, ya que los usuarios tendrán más claridad sobre cómo proceder en la intersección o vía, lo que reduce las infracciones y los accidentes.

3. Fluidez y Eficiencia del Tráfico

La fluidez del tráfico es uno de los objetivos principales tanto del diseño como de la operación de una infraestructura vial. Un diseño que facilite el movimiento constante de vehículos reducirá la congestión y mejorará los tiempos de viaje.

Diseño: El diseño debe prever soluciones como rotondas, carriles de giro exclusivos o sincronización de semáforos para mejorar el flujo. La geometría de la vía o intersección debe garantizar que los vehículos puedan maniobrar de forma eficiente.

Operación: Las medidas operativas, como la sincronización de semáforos o el uso de señales de tráfico dinámicas, pueden ayudar a gestionar el tráfico de manera más eficiente si el diseño facilita la implementación de estas herramientas.

4. Flexibilidad Operativa

El diseño geométrico también debe prever posibles ajustes operativos en el futuro. A medida que la demanda de tráfico cambia con el tiempo, es posible que se necesiten

ajustes operativos como cambios en la fase semafórica o la adición de carriles exclusivos.

Diseño: Un diseño flexible permite adaptaciones futuras sin necesidad de grandes modificaciones físicas. Por ejemplo, dejar espacio para futuros carriles adicionales o prever el uso de señales adaptativas.

Operación: La operación puede beneficiarse de esta flexibilidad, ajustando la gestión del tráfico sin necesidad de reconstruir o rediseñar completamente la infraestructura.

5. Coordinación con Otras Intersecciones o Vías

El diseño y la operación de una intersección no deben verse de forma aislada, sino como parte de una red vial más amplia.

Diseño: El diseño debe tener en cuenta la distancia entre intersecciones, la velocidad de las vías principales y secundarias, así como la posibilidad de implementar semáforos coordinados en serie para evitar congestión en un tramo de carretera.

Operación: La operación eficiente requiere gestionar el tráfico a nivel de red, no solo a nivel local, lo que significa que la sincronización y la coordinación semafórica entre diferentes intersecciones deben basarse en un diseño que lo permita.

6. Impacto Ambiental y Sostenibilidad

El diseño de una intersección o vía tiene un impacto directo en la sostenibilidad de su operación.

Diseño: El uso de diseños que reduzcan las paradas y arranques, como las rotondas en lugar de semáforos, puede reducir las emisiones de gases contaminantes. También es importante integrar espacios para ciclistas y peatones para fomentar modos de transporte sostenibles.

Operación: La operación eficiente, con medidas como la sincronización de semáforos o el uso de tecnologías inteligentes, también puede reducir la huella ambiental de la infraestructura vial, optimizando el consumo energético y reduciendo la contaminación.

7. Costos de Operación y Mantenimiento

El diseño geométrico puede influir directamente en los costos de operación y mantenimiento de una vía o intersección. Un diseño complejo puede requerir más

mantenimiento y tener mayores costos operativos, mientras que un diseño más sencillo puede reducir estos costos.

Diseño: Se debe equilibrar entre un diseño que sea eficiente y funcional, pero que también sea económicamente viable a largo plazo. Por ejemplo, reducir la cantidad de señales o semáforos en favor de rotondas puede reducir costos operativos.

Operación: La operación debe ser económicamente eficiente. Si el diseño permite una operación más sencilla (menos semáforos o sistemas de gestión complejos), el costo operativo será menor.

8. Incorporación de Tecnologías Inteligentes

Las tecnologías inteligentes están cada vez más presentes en la operación de infraestructuras viales. La implementación de sensores, semáforos inteligentes y sistemas de gestión de tráfico en tiempo real puede mejorar la operación, pero estos sistemas requieren un diseño adecuado.

Diseño: Es fundamental prever espacios para la instalación de sensores y sistemas de comunicación que permitan una operación dinámica basada en datos en tiempo real.

Operación: Con un diseño adecuado, la operación puede ser mucho más eficiente, utilizando tecnologías para ajustar los tiempos semafóricos según la demanda de tráfico o dar prioridad a vehículos de emergencia.

9. Consideración de Todos los Usuarios

El diseño debe tener en cuenta no solo a los vehículos, sino también a peatones, ciclistas y otros modos de transporte, lo que repercute en la operación del sistema vial.

Diseño: Incluir carriles bici, aceras amplias y cruces peatonales seguros en el diseño mejora la seguridad de todos los usuarios y facilita una operación más ordenada.

Operación: Si el diseño es inclusivo para todos los usuarios, la operación será más eficiente y segura, reduciendo los conflictos entre vehículos y usuarios no motorizados.

Diseños especiales para la circulación de transporte público

Los diseños especiales para la circulación de transporte público buscan mejorar la eficiencia, seguridad y comodidad del tránsito para autobuses, tranvías, trolebuses y otros modos de transporte colectivo, mientras se minimizan los retrasos y conflictos

con otros usuarios de la vía. El transporte público suele estar integrado en redes urbanas densas, por lo que su diseño requiere soluciones especializadas para optimizar su operación.

A continuación, se detallan algunos de los diseños más comunes y efectivos para facilitar la circulación de transporte público:

1. Carriles Exclusivos para Transporte Público (BRT - Bus Rapid Transit)

Los carriles exclusivos son una de las soluciones más utilizadas en ciudades con altos volúmenes de tránsito. Estos carriles están reservados únicamente para el transporte público, permitiendo que los autobuses eviten la congestión del tráfico general.

Características:

Los carriles pueden estar ubicados en el centro de la vía (carriles centrales) o en los lados (carriles laterales).

Suele estar separado del tráfico general mediante barreras físicas, marcas viales o señalización especial.

Incluye estaciones específicas para embarque y desembarque de pasajeros.

Ventajas:

Mejora la velocidad y fiabilidad del servicio de autobuses al evitar atascos.

Facilita la planificación de tiempos de viaje más precisos para los usuarios.

Desventajas:

Requiere espacio adicional en la vía, lo que puede ser un reto en áreas urbanas densas.

Costos de implementación relativamente altos debido a la infraestructura necesaria.

2. Intersecciones Prioritarias para Transporte Público

En muchas ciudades, se han implementado sistemas de prioridad semafórica para el transporte público. Este tipo de sistema permite que los autobuses o tranvías tengan prioridad en intersecciones mediante señales semafóricas que ajustan su ciclo para dar paso al transporte público.

Características:

Los semáforos detectan la llegada de un autobús o tranvía y cambian a verde, reduciendo los tiempos de espera.

Funciona a través de sensores instalados en la vía o en los vehículos.

Ventajas:

Reduce significativamente los tiempos de viaje del transporte público.

Mejora la puntualidad y regularidad del servicio.

Desventajas:

Puede requerir cambios en la sincronización de semáforos, lo que podría afectar el flujo de tráfico general.

Puede generar costos operativos adicionales debido a la tecnología involucrada.

3. Vías Exclusivas para Transporte Público

En algunas áreas urbanas, especialmente en centros de ciudades densamente pobladas, se implementan vías completamente exclusivas para el transporte público, donde solo autobuses, tranvías o trolebuses pueden circular.

Características:

Estas vías no permiten el acceso a vehículos privados, a excepción de emergencias.

Son comunes en áreas comerciales y centros históricos, donde se prioriza el transporte público sobre los automóviles.

Ventajas:

Elimina los conflictos entre transporte público y vehículos privados, mejorando la eficiencia y la seguridad.

Reduce la contaminación y mejora la calidad del aire en zonas de alta densidad urbana.

Desventajas:

Puede ser impopular entre los automovilistas, ya que restringe el acceso.

Requiere una planificación urbana coordinada para no afectar negativamente al comercio o al flujo de peatones.

4. Estaciones de Transporte Público Mejoradas

El diseño de estaciones de transporte público juega un papel crucial en la eficiencia del sistema. Las estaciones mejoradas facilitan el embarque y desembarque de pasajeros y contribuyen a una mayor fluidez en la operación del sistema.

Características:

Plataformas elevadas para facilitar el acceso a los autobuses, especialmente para personas con movilidad reducida.

Sistemas de pago integrados fuera del vehículo (pago antes del abordaje) para reducir los tiempos de espera en la estación.

Señalización clara y sistemas de información en tiempo real para los pasajeros.

Ventajas:

Aumenta la capacidad y la eficiencia del sistema.

Mejora la experiencia del usuario, haciéndola más rápida y cómoda.

Desventajas:

Requiere inversión en infraestructura.

Necesita mantenimiento regular para garantizar su funcionalidad y seguridad.

5. Áreas de Transferencia o Intercambiadores Multimodales

Los centros de transferencia o intercambiadores son infraestructuras diseñadas para facilitar el cambio de un modo de transporte a otro (por ejemplo, de autobús a tren o bicicleta). Estos centros están estratégicamente ubicados para mejorar la conectividad dentro de una ciudad.

Características:

Conexiones integradas entre diferentes modos de transporte (autobuses, trenes, tranvías, bicicletas compartidas).

Espacios diseñados para el flujo rápido y eficiente de pasajeros.

Servicios complementarios como tiendas, restaurantes o estacionamientos de bicicletas.

Ventajas:

Facilita la movilidad multimodal, reduciendo la dependencia de los automóviles privados.

Reduce el tiempo total de viaje para los usuarios.

Desventajas:

Requiere inversión significativa en planificación y construcción.

Puede ser complejo gestionar la afluencia de pasajeros si el diseño no está bien adaptado a las necesidades del transporte público.

6. Calle Completamente Peatonalizada con Transporte Público Prioritario

En algunas ciudades, se han implementado calles peatonales donde solo el transporte público y bicicletas están permitidos, junto con los peatones. Esto se hace en áreas comerciales o turísticas.

Características:

Calles cerradas al tráfico privado, solo permitiendo la circulación de autobuses, tranvías, taxis y bicicletas.

Zonas seguras para peatones y cruces peatonales bien definidos.

Ventajas:

Fomenta el uso del transporte público, al tiempo que mejora la experiencia del peatón.

Reduce el ruido y la contaminación en áreas densamente transitadas.

Desventajas:

Puede generar resistencia de conductores y comerciantes que dependían del acceso vehicular privado.

Requiere planificación detallada para asegurar que no haya afectaciones al flujo de transporte público.

7. Diseño de Paradas en Isla

En áreas donde el transporte público comparte la vía con otros vehículos, las paradas en isla son una solución para mejorar la seguridad de los pasajeros.

Características:

Las islas están situadas entre los carriles de tráfico general y los carriles de transporte público, permitiendo a los pasajeros abordar sin cruzar la vía.

Acceso directo desde la acera mediante pasos peatonales controlados.

Ventajas:

Aumenta la seguridad de los pasajeros al reducir los cruces de tráfico.

Facilita el embarque y desembarque de pasajeros sin interrumpir el flujo del tráfico general.

Desventajas:

Requiere espacio adicional en la vía.

Puede generar costos de infraestructura adicionales.

8. Diseño de Prioridad para Tranvías y Trolebuses

Para el transporte eléctrico urbano como tranvías y trolebuses, es importante implementar vías dedicadas y priorización semafórica para evitar conflictos con el tráfico vehicular general.

Características:

Tranvías o trolebuses circulan por carriles exclusivos o semiexclusivos.

Priorización semafórica para minimizar las paradas y esperas.

Ventajas:

Mejora la fiabilidad y puntualidad del servicio, reduciendo retrasos.

Aumenta la capacidad de pasajeros, ya que el transporte eléctrico puede mover a más personas que los autobuses convencionales.

Desventajas:

Requiere infraestructura especializada como rieles para tranvías o catenarias para trolebuses.

Puede requerir más mantenimiento debido al equipo eléctrico y los rieles.

Rotondas

Las rotondas son un diseño geométrico de intersección que permite a los vehículos circular alrededor de una isleta central. Se utilizan como una alternativa a las intersecciones controladas por semáforos o señales de stop, y son eficaces para mejorar la fluidez del tráfico y reducir los accidentes.

Características principales de las rotondas:

Movimiento circular: Los vehículos circulan en sentido antihorario (en países con conducción por la derecha) alrededor de una isleta central.

Prioridad al que ya está dentro: Los vehículos que ya están dentro de la rotonda tienen prioridad sobre los que quieren ingresar. Los conductores deben ceder el paso antes de entrar.

Reducción de velocidades: El diseño curvo y el movimiento circular obligan a los vehículos a reducir su velocidad, lo que disminuye la severidad de los accidentes en comparación con las intersecciones tradicionales.

Menos puntos de conflicto: Las rotondas eliminan los cruces directos y giros a la izquierda, lo que reduce los puntos de conflicto entre vehículos, haciendo la intersección más segura.

Fluidez del tráfico: Al no tener que detenerse completamente, las rotondas permiten un flujo continuo de tráfico, reduciendo los tiempos de espera y mejorando la eficiencia en comparación con las intersecciones controladas por semáforos.

Ventajas de las rotondas:

Mayor seguridad: Las rotondas reducen la frecuencia y severidad de los accidentes, particularmente los choques graves como los de tipo T (colisiones laterales).

Mejora la fluidez: Al eliminar la necesidad de semáforos o señales de stop, las rotondas permiten un movimiento más continuo, reduciendo los retrasos.

Reducción de costos operativos: No requieren la instalación y mantenimiento de semáforos, lo que supone un ahorro económico a largo plazo.

Eficientes en intersecciones con tráfico moderado: Son particularmente eficaces en intersecciones con un volumen de tráfico equilibrado en todas las direcciones.

Desventajas de las rotondas:

Requieren más espacio: En comparación con las intersecciones convencionales, las rotondas ocupan más espacio, lo que puede ser un problema en áreas urbanas densamente pobladas.

Curva de aprendizaje: Los conductores que no están familiarizados con las rotondas pueden tener dificultades para usarlas correctamente, lo que puede generar confusión o inseguridad.

Dificultades para peatones y ciclistas: Las rotondas pueden ser más complicadas para los peatones y ciclistas si no se diseñan con cruces seguros. Las vías de cruce deben estar claramente definidas y preferentemente elevadas o separadas para mayor seguridad.

Tipos de rotondas:

Rotonda de una sola vía: La forma más común, con un solo carril de circulación.

Rotondas de múltiples carriles: Diseñadas para soportar un mayor volumen de tráfico, con dos o más carriles de circulación.

Minirotondas: Utilizadas en áreas urbanas con poco espacio disponible, son versiones más pequeñas que permiten el paso de vehículos, pero con una isleta central pequeña o incluso plana.

Rotondas turbo: Una evolución de la rotonda tradicional, diseñada para eliminar las intersecciones dentro de la propia rotonda, canalizando el tráfico por carriles dedicados para cada salida.

Rotondas para transporte pesado: Diseñadas con radios de giro más amplios para permitir el paso de camiones y vehículos pesados.

Diseño y operación:

Diámetro: El tamaño de la rotonda varía dependiendo del volumen de tráfico y el espacio disponible, pero siempre debe ser suficientemente grande para permitir el giro seguro de los vehículos.

Ángulos de entrada y salida: El diseño debe fomentar una entrada y salida suaves, con ángulos que obliguen a los vehículos a reducir la velocidad de manera natural.

Señalización y marcas viales: La señalización clara, como señales de ceder el paso y marcas en el pavimento, es esencial para garantizar que los conductores sigan las reglas de prioridad.

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Tabla

Detalle de la Práctica

Practicas	Instrucciones	Duración de la Practica	Mecanismo de Evaluación
Foro de debate	Revisar Actividades Prácticas	0:30 mm	Por rúbricas
Práctica investiga: Taller/Ensayo/Investigación	Revisar Actividades Prácticas	3:30 h	Por rúbricas
Tutorías Prácticas	Revisar Actividades Prácticas	2:00 mm	Por participación en clase
Test evaluativo	Revisar Actividades Prácticas	0:30 mm	Formativa

Nota. Elaboración propia

Consideraciones Generales

1. Lee y revisa la Guía de Estudio.
2. Observa el video de la clase magistral.
3. Participa activamente en el FORO DEBATE.
4. Revisa en el calendario el día y hora en que se realizará las actividades prácticas y la tutoría.
5. Realizar la práctica propuesta por el docente.
6. Revisa las Rúbricas acorde a la actividad prácticas.
7. Toma los principales apuntes que vayas rescatando del texto.
8. Reflexiona sobre los temas tratados en la clase.
9. Sube el documento en formato PDF en la plataforma Moodle.
10. Revisa la calificación de tus actividades prácticas.

FORO DE DEBATE

Tema: ¿Cree que son suficientes los requisitos establecidos en las Normas INEN para la implementación de intersecciones semafóricas?

Instrucciones para Participar:

- Exponga su punto de vista acerca del tema.
- Comenta las respuestas de otros participantes.
- Promueve un ambiente respetuoso y constructivo.

PRÁCTICA INVESTIGATIVA

Taller: Ejercicio práctico para determinar la ubicación de los equipos semafóricos de una intersección.

Seleccionar una intersección de cualquier ciudad del Ecuador en la cual se debe identificar el nombre de las calles con un mapa de referencia y analizar con imágenes si es que los equipos semafóricos están bien ubicados de acuerdo a lo revisado en la clase.

Consigna:

- El trabajo de investigación debe presentarse de manera estructurada y coherente para comunicar efectivamente los hallazgos y conclusiones.
- Asegúrese de que el estilo y formato del trabajo sigan las pautas de citación y presentación establecidas por la institución.
- Utilice un lenguaje claro y evite jergas o términos técnicos innecesarios.
- Revise y corrija la redacción y la gramática antes de la presentación final (ver anexo).

PRÁCTICA TEST

Antes de realizar el test, es importante considerar varios aspectos para aprovechar al máximo la experiencia.

Consideraciones para realizar el test

1. Lee y revisa el documento.
2. Observa el video de la clase magistral.
3. Revisa en el calendario el día y hora en que se debe de realizar el Test.
4. Realiza el Test de la unidad considerando lo Siguiente:

- No cambiarte entre paginas durante la realización del Test.
- Revisa que tu conexión a internet sea estable.
- Recuerda que todo el contenido está inmerso dentro del documento base.

5. Revisa tu puntuación, de inmediato al finalizar de la actividad.

Tema 2: Semaforización

Objetivo: Analizar los principios de diseño, operación y optimización de los sistemas de semaforización para mejorar la seguridad y fluidez del tránsito en las intersecciones.

La semaforización es el proceso de instalación y gestión de semáforos en las vías públicas con el objetivo de regular el flujo vehicular y peatonal, mejorar la seguridad vial y optimizar la movilidad en las ciudades. Implica el análisis de diversas variables, como el volumen de tráfico, la tasa de accidentes y las características de la vía, para determinar la necesidad de semáforos y su sincronización.

Criterios de justificación de semáforos

Los criterios de justificación de semáforos según las normas INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) están alineados con estándares internacionales para garantizar la seguridad vial y la eficiencia del tránsito. La norma técnica que regula la instalación de semáforos en Ecuador es la INEN 004-1. A continuación se detallan los principales criterios establecidos por la norma INEN para justificar la instalación de semáforos:

Volumen vehicular mínimo

Se debe alcanzar un volumen vehicular determinado, tanto en la vía principal como en las vías secundarias, durante un período de tiempo específico. Este volumen debe superar ciertos umbrales establecidos para garantizar que un semáforo sea necesario para regular el tráfico.

Consideraciones para el levantamiento de información:

- Durante 4 a 8 horas de estudio de un día típico.
- Población ubicada en la zona urbana con más de 10000 habitantes.
- La velocidad de circulación supera las permitidas.
- El volumen vehicular mínima es del 75% de lo detallado en el siguiente cuadro:

TABLA 5.1 Volúmenes vehiculares mínimos

No. DE CARRILES EN CADA ACCESO		VEHICULOS POR HORA EN LA VIA MAYOR VOLUMEN (TOTAL EN AMBAS DIRECCIONES)	VEHICULOS POR HORA ACCESO DE MAYOR VOLUMEN DE LA VIA MENOR (UNA SOLA DIRECCION)
VIA MAYOR	VIA MENOR		
1	1	500	150
2 o más	1	600	150
2 o más	2 o más	600	200
1	2 o más	500	200

Acceso a vías principales

Se debe alcanzar un volumen vehicular determinado, tanto en la vía principal como en las vías secundarias, durante un período de tiempo específico. Este volumen debe superar ciertos umbrales establecidos para garantizar que un semáforo sea necesario para regular el tráfico.

Consideraciones para el levantamiento de información:

- Durante 4 a 8 horas de estudio de un día típico.
- Población ubicada en la zona urbana con más de 10000 habitantes.
- La velocidad de circulación supera las permitidas.
- El volumen vehicular mínima es del 75% de lo detallado en el siguiente cuadro:

TABLA 5.2 Volúmenes vehiculares mínimos

No. DE CARRILES EN CADA ACCESO		VEHICULOS POR HORA EN LA VIA MAYOR VOLUMEN (TOTAL EN AMBAS DIRECCIONES)	VEHICULOS POR HORA ACCESO DE MAYOR VOLUMEN DE LA VIA MENOR (UNA SOLA DIRECCION)
VIA MAYOR	VIA MENOR		
1	1	750	75
2 o más	1	900	75
2 o más	2 o más	750	100
1	2 o más	750	100

Volúmenes peatonales

El número de peatones que cruza la intersección debe superar una cifra mínima durante un periodo determinado. Este criterio está diseñado para proteger a los peatones en cruces concurridos y reducir los riesgos de atropellos.

Consideraciones:

- Se debe prohibir el estacionamiento de vehículos 12 metros antes y 6 metros después de la intersección al menos en la vía
- Aforo mínimo durante 4 horas de estudio
- 600 vehículos por hora entran a la intersección
- Existe un parterre central de 1,20 metros o bien más de 1000 vehículos ingresan a la intersección.
- 150 peatones cruzan la intersección por hora
- Las velocidades de circulación vehicular superan las permitidas.

Cruces peatonales escolares

El número de peatones estudiantes y padres de familia que cruza la intersección debe superar una cifra mínima durante un periodo determinado. Este criterio está diseñado para proteger a los peatones en cruces concurridos y reducir los riesgos de atropellos.

Consideraciones:

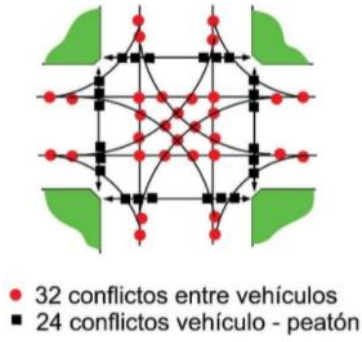
- Aforo de 2 horas en un día típico de la semana.
- Vía mayor un mínimo de 600 vehículos en ambas direcciones.
- Peatones debe ser mayor a 50 personas por hora cruzan la intersección.

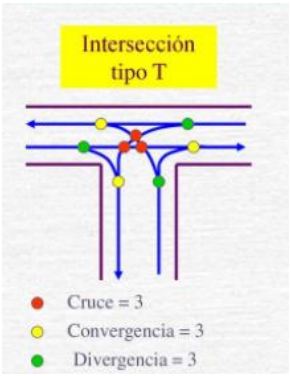
Frecuencia de accidentes y puntos de conflicto

Se evalúa el número de accidentes registrados en la intersección o vía. Si la tasa de accidentes es alta y se determina que un semáforo podría reducir el número de incidentes, se justifica su instalación. Esto incluye tanto accidentes entre vehículos como entre vehículos y peatones.

Consideraciones:

- 5 o más accidentes en un periodo consecutivo de 12 meses.
- Han ocurrido más de 3 o más siniestros durante 3 años y pueden ser eliminados con semaforización.
- Existe un alto riesgo de accidentes de tránsito para peatones por su alto volumen y varios puntos de conflicto
- Debe existir una coordinación entre puntos semafóricos para evitar demores o tiempo perdido por viajar en pelotón.





Definiciones y etapas de programación de semáforos aislados:

La programación de semáforos aislados se refiere al diseño y control del funcionamiento de un semáforo que no está sincronizado con otros semáforos en una red de tráfico. Es decir, son semáforos que operan de manera independiente, sin coordinar sus fases con los de otras intersecciones cercanas. Esta programación tiene como objetivo mejorar la seguridad y la eficiencia del flujo vehicular y peatonal en un solo punto específico.

Definiciones clave:

Semáforo aislado: Es un semáforo que opera de manera independiente sin estar sincronizado con otros semáforos cercanos. Controla el tráfico en una única intersección o cruce.

Fase de semáforo: Es el ciclo que sigue un semáforo para controlar el paso del tráfico en una dirección específica (vehicular o peatonal). Cada fase se compone de los tres colores (rojo, amarillo y verde) que regulan el tránsito.

Ciclo de semáforo: Es el tiempo total que tarda en completarse una secuencia completa de las fases del semáforo, es decir, el tiempo que pasa entre dos luces verdes consecutivas para una misma dirección de tráfico.

Tiempo de verde: Es la cantidad de tiempo que una luz verde está activa permitiendo el paso de vehículos o peatones.

Tiempo de amarillo: Período de transición entre la luz verde y la luz roja, indicando a los conductores que deben detenerse o prepararse para detenerse.

Tiempo de rojo: Es el tiempo en que el semáforo está en rojo, indicando a los conductores que deben detenerse y dar paso a otros vehículos o peatones.

Tiempo intermedio (clearing time): Período de espera en el que todas las luces están en rojo, asegurando que los vehículos que han cruzado la intersección antes de que cambie la luz puedan despejarla completamente.

Etapas de la programación de semáforos aislados:

Análisis del tráfico

Se realiza un estudio detallado del volumen de tráfico vehicular y peatonal en la intersección. Este análisis incluye:

Conteo de vehículos.

Identificación de los picos de tráfico.

Evaluación del flujo de peatones.

Análisis de las características geométricas de la intersección.

Determinación de fases

Con base en el análisis del tráfico, se determinan las fases del semáforo, es decir, cuántas direcciones de tráfico (vehicular y peatonal) se controlarán. Las fases típicas incluyen:

Fase para vehículos en una dirección.

Fase para vehículos en la dirección contraria.

Fase para peatones.

Si la intersección es compleja (por ejemplo, tiene varios carriles de giro), se puede agregar una fase para el giro a la izquierda o a la derecha.

Asignación de tiempos de cada fase

Se asigna la duración de cada fase (verde, amarillo y rojo) de acuerdo con el volumen de tráfico y las características de la intersección. Esta asignación se hace teniendo en cuenta:

Volumen de tráfico: Un mayor flujo vehicular requerirá un mayor tiempo en verde.

Distancia de cruce: El tiempo de verde para peatones se asigna considerando el tiempo que toman en cruzar la vía.

Tiempo de despeje (clearing): Asegura que la intersección quede libre antes de cambiar la fase.

Cálculo del ciclo del semáforo

Se calcula el ciclo completo del semáforo, es decir, el tiempo que tarda en repetirse la secuencia de todas las fases. El ciclo se ajusta para que no sea demasiado largo y que el tráfico fluya de manera continua.

Ajuste del tiempo de amarillo

El tiempo de luz amarilla se ajusta para que sea suficiente para que los vehículos que están próximos al cruce puedan detenerse con seguridad. Generalmente, el tiempo de amarillo varía entre 3 y 6 segundos, dependiendo de la velocidad permitida en la vía.

Pruebas y simulaciones

Antes de implementar el semáforo aislado, se realizan simulaciones para prever el comportamiento del tráfico y ajustar los tiempos si es necesario. Esto permite identificar posibles problemas de flujo o tiempos de espera excesivos.

Implementación

Se instala el semáforo y se programa con los tiempos y fases definidos. La instalación incluye la colocación de las luces, sensores (si son necesarios), y la infraestructura eléctrica.

Monitoreo y ajuste continuo

Una vez que el semáforo está en funcionamiento, se realiza un monitoreo continuo para ajustar los tiempos en función de cambios en el tráfico, como el crecimiento en el volumen de vehículos o la aparición de nuevos patrones de tránsito.

Factores que influyen en la programación de semáforos aislados:

Flujo de tráfico variable: Las horas pico pueden requerir ajustes en los tiempos de los semáforos para evitar congestionamientos.

Condiciones climáticas: En caso de lluvias intensas o niebla, es posible ajustar los tiempos para mayor seguridad.

Eventos especiales o desvíos: Si hay eventos que alteran el tráfico normal, se puede reprogramar temporalmente el semáforo.

Métodos de programación

La programación de semáforos es un proceso clave en la gestión del tráfico urbano y se puede realizar utilizando diversos métodos, dependiendo de las características del tráfico, la intersección, y los objetivos de optimización. Estos métodos buscan mejorar la seguridad, reducir la congestión y optimizar el flujo tanto vehicular como peatonal. A continuación, se describen los principales métodos de programación de semáforos:

Programación fija o de tiempo constante

Descripción: Es el método más simple y tradicional. En este enfoque, los tiempos de las fases del semáforo (verde, amarillo y rojo) se configuran de manera fija y constante, sin tener en cuenta las variaciones en el volumen de tráfico.

Características:

- Los ciclos de los semáforos son predefinidos y no cambian durante el día.
- Se usa en áreas donde el volumen de tráfico es relativamente constante.

Ventajas:

- Fácil de implementar y mantener.
- Económico, ya que no requiere sensores ni tecnologías avanzadas.

Desventajas:

- Ineficiente en zonas con fluctuaciones en el tráfico, ya que puede provocar esperas innecesarias en momentos de baja demanda o congestión en horas pico.

Programación por tiempos variables

Descripción: En este método, el tiempo de las fases del semáforo varía a lo largo del día, de acuerdo con el flujo esperado de tráfico. Los ciclos se programan para diferentes momentos del día, como horas pico o periodos de menor demanda.

Características:

Los tiempos de las fases cambian según horarios predefinidos (p. ej., mañana, tarde y noche).

Se usa en áreas donde el tráfico varía significativamente a lo largo del día.

Ventajas:

- Mejor adaptación a los cambios de tráfico.
- Mejora el flujo vehicular en horas pico y reduce esperas en horas de menor tráfico.

Desventajas:

- Requiere estudios previos para definir los tiempos adecuados.
- No responde en tiempo real a situaciones no previstas (por ejemplo, un accidente que genere congestión).

Semáforos con detección por demanda (basados en sensores)

Descripción: Los semáforos están equipados con sensores o detectores (como lazos inductivos o cámaras) que identifican la presencia de vehículos o peatones en la intersección. Los ciclos del semáforo se ajustan automáticamente en función de la demanda actual.

Características:

Los sensores miden el volumen de tráfico y ajustan los tiempos del semáforo.

Se utiliza principalmente en intersecciones con volúmenes de tráfico irregulares.

Ventajas:

- Mejora la eficiencia al responder a la demanda real de vehículos o peatones.
- Reduce los tiempos de espera innecesarios.

Desventajas:

- Costo elevado de instalación y mantenimiento.
- Los sensores pueden fallar debido a condiciones climáticas adversas o daños en la infraestructura.

Semáforos actuados

Descripción: Este sistema también se basa en la demanda, pero no se programa de manera fija. Los semáforos se ajustan en tiempo real según los datos recibidos de los sensores instalados en el pavimento o cámaras de tráfico.

Características:

Detecta en tiempo real la cantidad de vehículos en cada dirección.

Puede ajustar el ciclo y los tiempos de las fases según la congestión actual.

Ventajas:

- Adaptación constante y eficiente a las condiciones cambiantes del tráfico.
- Mejor control en intersecciones con volúmenes de tráfico fluctuantes.

Desventajas:

- Requiere una inversión significativa en infraestructura y tecnología.
- El mantenimiento puede ser costoso y requiere personal especializado.

Semáforos inteligentes o adaptativos

Descripción: Este es el sistema más avanzado y dinámico. Los semáforos adaptativos utilizan tecnología avanzada para ajustar los ciclos en tiempo real en función de la información recogida por cámaras, sensores, y algoritmos de inteligencia artificial. Se comunican entre sí para optimizar el tráfico en un área completa o red de semáforos.

Características:

Analiza y predice el tráfico en tiempo real.

Se ajusta automáticamente para reducir tiempos de espera y evitar congestión en toda una red de intersecciones.

Utiliza sistemas de comunicación para coordinar múltiples semáforos en una misma zona.

Ventajas:

- Optimización continua del flujo de tráfico en toda la red.
- Capacidad de anticipar y reaccionar a eventos imprevistos, como accidentes o picos inesperados de tráfico.

Desventajas:

- Costo muy elevado de implementación y mantenimiento.
- Requiere infraestructuras avanzadas y una integración robusta de sensores, sistemas de comunicación y algoritmos.

Programación por sincronización de semáforos (green wave)

Descripción: En este método, los semáforos en una serie de intersecciones están sincronizados para que los vehículos puedan avanzar por una ruta sin detenerse en cada semáforo. Este método se conoce como la "onda verde" o "green wave".

Características:

Los semáforos se programan para cambiar a verde de manera secuencial, permitiendo a los vehículos avanzar de manera continua si mantienen una velocidad constante.

Se usa principalmente en corredores principales con alto volumen de tráfico.

Ventajas:

- Reducción del tiempo de viaje.
- Disminución del consumo de combustible y de las emisiones de CO_2.

Desventajas:

- Solo es eficiente en rutas rectas y con flujos de tráfico constantes.
- Requiere un ajuste cuidadoso de los tiempos en múltiples semáforos.

Semáforos para peatones con pulsadores

Descripción: Este método permite que los peatones activen el cambio de semáforo presionando un botón. Los semáforos permanecen en verde para los vehículos hasta que un peatón solicite cruzar.

Características:

El semáforo cambia a rojo para los vehículos solo cuando hay peatones esperando para cruzar.

Ventajas:

- Reduce el tiempo de espera de vehículos cuando no hay peatones.
- Mejora la seguridad peatonal en zonas de bajo flujo peatonal.

Desventajas:

- Puede generar frustración en peatones si el tiempo de respuesta es muy largo.
- Requiere mantenimiento regular de los pulsadores.

Semáforos con programación adaptada a eventos

Descripción: Se usan en zonas donde ocurren eventos especiales (deportivos, culturales) que pueden alterar significativamente el flujo vehicular. Los semáforos se programan de forma temporal para gestionar mejor el tránsito en esos momentos.

Características:

Ajuste temporal de los tiempos y ciclos de los semáforos para adaptarse a un evento particular.

Ventajas:

- Mejora el flujo vehicular en situaciones excepcionales.

Desventajas:

- La programación debe ser actualizada constantemente según los eventos.

Indicadores de rendimiento

Los indicadores de rendimiento en la gestión y programación de semáforos son métricas utilizadas para evaluar la eficiencia, seguridad y efectividad del sistema de semaforización en una intersección o red de tráfico. Estos indicadores permiten a los ingenieros de tráfico y a las autoridades realizar ajustes y optimizaciones para mejorar el flujo vehicular y la seguridad de peatones y conductores.

A continuación, se describen los principales indicadores de rendimiento utilizados en la programación de semáforos:

1. Tiempo de espera promedio (Delay Time)

Definición: Es el tiempo que un vehículo o peatón debe esperar en la intersección antes de recibir una señal de paso (verde o indicación de cruce).

Relevancia: Un tiempo de espera prolongado puede indicar una programación ineficiente o la necesidad de ajustar los ciclos del semáforo.

Objetivo: Minimizar el tiempo de espera tanto para vehículos como para peatones, asegurando un flujo de tráfico continuo.

2. Longitud de cola promedio (Queue Length)

Definición: Es la cantidad promedio de vehículos que se acumulan en una intersección esperando a que el semáforo cambie a verde.

Relevancia: Una cola muy larga puede ser señal de congestión o tiempos de ciclo inadecuados.

Objetivo: Reducir la longitud de las colas para evitar embotellamientos y mejorar la fluidez del tráfico.

3. Ciclo del semáforo (Cycle Length)

Definición: El tiempo total que tarda el semáforo en completar una secuencia de todas sus fases (verde, amarillo, rojo).

Relevancia: Un ciclo demasiado largo puede causar esperas innecesarias, mientras que un ciclo demasiado corto puede no permitir un flujo eficiente de vehículos.

Objetivo: Optimizar la duración del ciclo para maximizar el paso de vehículos y reducir el tiempo de espera.

4. Tasa de flujos vehiculares (Traffic Flow Rate)

Definición: Es la cantidad de vehículos que pasa por una intersección en un periodo de tiempo determinado.

Relevancia: Una tasa de flujo elevada indica que el sistema de semaforización está gestionando el tráfico de manera eficiente.

Objetivo: Aumentar el flujo vehicular sin comprometer la seguridad, optimizando la cantidad de vehículos que atraviesan la intersección.

5. Capacidad de la intersección (Intersection Capacity)

Definición: Es la cantidad máxima de vehículos que una intersección puede manejar sin generar congestión significativa.

Relevancia: Si la capacidad de la intersección es inferior al volumen de tráfico, se producirán embotellamientos y largas colas.

Objetivo: Ajustar los tiempos del semáforo y, si es necesario, rediseñar la intersección para aumentar su capacidad.

6. Tasa de saturación (Saturation Rate)

Definición: Es el nivel en que la demanda vehicular se aproxima a la capacidad máxima de la intersección.

Relevancia: Una alta tasa de saturación indica que la intersección está al borde de su capacidad y podría necesitar ajustes en los tiempos del semáforo o rediseño físico.

Objetivo: Mantener una tasa de saturación manejable para evitar congestiones graves.

7. Frecuencia de accidentes (Accident Rate)

Definición: Es la cantidad de accidentes que ocurren en una intersección en un periodo de tiempo determinado.

Relevancia: Un aumento en la frecuencia de accidentes puede indicar que la programación del semáforo no está adecuada, o que la intersección requiere medidas de seguridad adicionales.

Objetivo: Minimizar los accidentes mejorando la señalización, los tiempos de cruce peatonal, y asegurando que los tiempos de semáforo sean seguros.

8. Porcentaje de vehículos que pasan en verde (Green Band Percentage)

Definición: Es el porcentaje de vehículos que logran pasar una intersección durante la fase verde sin detenerse.

Relevancia: Un bajo porcentaje sugiere que los tiempos de ciclo no están bien ajustados, lo que lleva a frecuentes detenciones y arranques.

Objetivo: Aumentar el porcentaje de vehículos que atraviesan la intersección en la fase verde, optimizando la fluidez del tráfico.

9. Tiempo de despeje de la intersección (Clearance Time)

Definición: Es el tiempo necesario para que los vehículos despejen completamente la intersección después de que la luz haya cambiado de verde a rojo.

Relevancia: Un tiempo de despeje adecuado evita colisiones y asegura que no haya vehículos atrapados en la intersección.

Objetivo: Asegurar que el tiempo de despeje sea suficiente, sin ser excesivo.

10. Velocidad promedio en la intersección (Average Speed)

Definición: Es la velocidad promedio a la que los vehículos atraviesan la intersección.

Relevancia: La velocidad promedio puede ser un buen indicador de la fluidez del tráfico. Velocidades demasiado bajas pueden indicar congestión, mientras que velocidades demasiado altas pueden representar un riesgo de accidentes.

Objetivo: Mantener una velocidad segura y fluida que permita el tránsito eficiente sin comprometer la seguridad.

11. Nivel de servicio (Level of Service, LOS)

Definición: Es una medida cualitativa que evalúa la calidad del flujo del tráfico en una intersección, basándose en la cantidad de retrasos, colas, y la comodidad de los conductores.

Relevancia: El nivel de servicio se clasifica en una escala de A a F, donde A es un flujo muy eficiente y F indica congestión severa.

Objetivo: Mejorar el nivel de servicio de la intersección a un nivel aceptable para las condiciones de tráfico locales.

12. Frecuencia de ciclos completos (Full Cycle Frequency)

Definición: Es la cantidad de ciclos completos de semáforo (de verde a rojo) que ocurren en una intersección durante un periodo determinado.

Relevancia: Si hay demasiados ciclos incompletos o interrumpidos, puede indicar problemas de programación o una demanda de tráfico superior a la esperada.

Objetivo: Asegurar que los ciclos se completen correctamente y en un número adecuado para el volumen de tráfico.

13. Emisiones de CO2 (CO2 Emissions)

Definición: Es la cantidad de dióxido de carbono emitido por los vehículos que esperan o pasan por la intersección.

Relevancia: Las largas esperas en semáforos generan más emisiones, lo que afecta negativamente al medio ambiente.

Objetivo: Reducir las emisiones optimizando los tiempos de espera y mejorando el flujo vehicular.

14. Tasa de incumplimiento de señales (Signal Violation Rate)

Definición: Es la frecuencia con la que los conductores o peatones no respetan las señales de tráfico del semáforo (como saltarse una luz roja).

Relevancia: Un alto índice de incumplimiento puede señalar problemas en la visibilidad del semáforo, tiempos de espera excesivos o comportamientos peligrosos.

Objetivo: Reducir las violaciones mejorando la visibilidad, ajustando los tiempos y reforzando las medidas de seguridad.

Herramientas de programación de semáforos aislados

La programación de semáforos aislados implica el uso de herramientas especializadas que permiten analizar, diseñar y ajustar los tiempos y fases de los semáforos en intersecciones específicas. Estas herramientas facilitan la simulación, el cálculo de

tiempos óptimos y la evaluación del impacto en el tráfico. A continuación, se describen algunas de las principales herramientas de programación de semáforos aislados:

1. SIDRA INTERSECTION

Descripción: Es una herramienta muy utilizada en la planificación y diseño de intersecciones con semáforos aislados. Permite realizar análisis detallados del rendimiento de las intersecciones basándose en volúmenes de tráfico, tiempos de espera, demoras, niveles de servicio, entre otros.

Funciones principales:

- Optimización de tiempos de ciclo y fases.
- Análisis de semáforos con múltiples fases.
- Cálculo del tiempo de retraso, longitud de cola y capacidad.
- Evaluación del nivel de servicio (LOS).

Ventajas: Ofrece resultados detallados y precisos sobre el rendimiento de una intersección semaforizada aislada, permitiendo ajustar los tiempos de semáforo para mejorar la fluidez y seguridad.

2. TRANSYT

Descripción: Aunque es más conocido por su uso en la optimización de redes de semáforos, TRANSYT también se puede emplear para analizar intersecciones con semáforos aislados. Calcula la mejor coordinación entre los semáforos y ajusta los tiempos de ciclo.

Funciones principales:

- Optimización de tiempos de semáforo.
- Simulación de diferentes escenarios de tráfico.
- Análisis de tiempos de demora y flujo vehicular.

Ventajas: Permite ajustar los tiempos de manera eficiente para reducir la congestión y los tiempos de espera en una intersección, o en varios semáforos cercanos.

3. HCS+ (Highway Capacity Software)

Descripción: Este software está basado en los métodos del "Manual de Capacidad de Carreteras" (Highway Capacity Manual, HCM) y es ampliamente utilizado para evaluar

la capacidad y el rendimiento de intersecciones semaforizadas aisladas. Proporciona una estimación del nivel de servicio (LOS) y calcula tiempos de ciclo y demoras.

Funciones principales:

- Cálculo del nivel de servicio (LOS).
- Evaluación del tiempo de demora y la longitud de colas.
- Optimización del ciclo de semáforo.

Ventajas: Fácil de usar y permite obtener resultados rápidos sobre la eficiencia de una intersección aislada, lo que ayuda a mejorar la programación del semáforo.

4. Synchro

Descripción: Synchro es una herramienta popular para la programación de semáforos, tanto en intersecciones aisladas como en redes coordinadas. Se utiliza para la simulación y optimización de semáforos, permitiendo el análisis detallado de los tiempos de ciclo y fases.

Funciones principales:

- Optimización de tiempos de ciclo y fases.
- Simulación visual del flujo de tráfico.
- Análisis de retardos, cola y capacidad.

Ventajas: Synchro proporciona una interfaz amigable y permite realizar ajustes precisos a los tiempos de los semáforos, facilitando la implementación de cambios en la programación.

5. VISSIM

Descripción: VISSIM es un software avanzado de simulación de tráfico que permite modelar de manera detallada el comportamiento del tráfico en intersecciones semaforizadas. Aunque es muy útil para analizar redes de tráfico, también puede utilizarse para simular semáforos aislados.

Funciones principales:

- Simulación de tráfico micro y macroscópico.
- Visualización en 2D y 3D del flujo vehicular y peatonal.
- Optimización de los tiempos de los semáforos según el flujo de tráfico.

Ventajas: Proporciona simulaciones realistas y detalladas, lo que permite observar cómo diferentes configuraciones de semáforo impactan en el flujo vehicular y peatonal.

6. Aimsun

Descripción: Aimsun es una plataforma que permite la simulación y modelado de tráfico en tiempo real, con capacidad para analizar intersecciones semaforizadas aisladas. Facilita la optimización de los tiempos del semáforo y permite evaluar su impacto en el flujo vehicular.

Funciones principales:

- Simulación de tráfico detallada.
- Optimización de semáforos aislados y redes semaforizadas.
- Evaluación de tiempos de ciclo, tiempos de espera y colas.

Ventajas: Su capacidad para realizar simulaciones dinámicas en tiempo real lo convierte en una herramienta poderosa para evaluar y ajustar la programación de semáforos aislados.

7. CORSIM

Descripción: Es una herramienta de simulación de tráfico desarrollada por la Administración Federal de Carreteras de Estados Unidos. Se utiliza para modelar el comportamiento de los vehículos en intersecciones semaforizadas aisladas y en redes de tráfico más amplias.

Funciones principales:

- Simulación de tráfico en intersecciones semaforizadas.
- Análisis del flujo vehicular y tiempos de espera.
- Optimización de tiempos de semáforo.

Ventajas: Permite simulaciones detalladas de tráfico, lo que facilita la identificación de problemas y la optimización de los tiempos de los semáforos.

8. Cap-X

Descripción: Es una herramienta basada en el "Manual de Capacidad de Carreteras" (HCM) que permite evaluar la capacidad y el rendimiento de intersecciones con

semáforos. Facilita la programación de semáforos aislados optimizando su capacidad para manejar flujos vehiculares.

Funciones principales:

- Análisis de capacidad de intersecciones semaforizadas.
- Cálculo del nivel de servicio (LOS).
- Optimización de los tiempos de semáforos.

Ventajas: Útil para realizar evaluaciones rápidas del rendimiento de las intersecciones y ajustar la programación de semáforos en base a la capacidad.

9. Trafficware (SynchroGreen)

Descripción: Trafficware ofrece una solución de semáforos adaptativos llamada SynchroGreen, que ajusta los tiempos de semáforo en tiempo real según la demanda de tráfico. Aunque está diseñado para redes, también puede utilizarse en semáforos aislados.

Funciones principales:

- Ajustes en tiempo real basados en la demanda de tráfico.
- Optimización de tiempos de ciclo y fases.
- Monitoreo y análisis continuo del flujo vehicular.

Ventajas: Permite una optimización continua y automática de los semáforos, lo que es ideal para intersecciones con tráfico variable.

10. SCATS (Sydney Coordinated Adaptive Traffic System)

Descripción: Aunque es un sistema de control de tráfico adaptativo que normalmente se utiliza para redes de semáforos, SCATS también puede ser aplicado a semáforos aislados. Ajusta los tiempos de los semáforos en función del flujo vehicular en tiempo real.

Funciones principales:

- Ajuste en tiempo real de los ciclos de semáforos.
- Análisis del flujo vehicular y optimización de tiempos.
- Sincronización entre semáforos cercanos (si es necesario).

Ventajas: Permite ajustes dinámicos y en tiempo real, maximizando la eficiencia del tráfico en intersecciones individuales o en redes.

Tecnología aplicada para el análisis del tránsito

La tecnología aplicada al análisis del tránsito ha evolucionado considerablemente en las últimas décadas, permitiendo una gestión más eficiente, precisa y en tiempo real de los sistemas de tráfico en áreas urbanas y rurales. Estas tecnologías proporcionan datos valiosos sobre los patrones de circulación, ayudan a prever congestionamientos, y permiten optimizar el flujo vehicular. A continuación, se describen algunas de las tecnologías más utilizadas en el análisis del tránsito:

1. Sistemas de sensores en la vía

Sensores inductivos: Instalados en el pavimento, estos sensores detectan la presencia de vehículos mediante cambios en el campo magnético. Son ampliamente utilizados para medir el volumen de tráfico, las velocidades y la ocupación de los carriles.

Aplicaciones: Recolección de datos en tiempo real, activación de semáforos, análisis de patrones de tráfico.

Ventajas: Fiabilidad y precisión en la detección de vehículos.

Sensores piezoeléctricos: Miden el peso de los vehículos que pasan sobre ellos y son utilizados para detectar la velocidad y el tipo de vehículo (automóvil, camión, etc.).

Aplicaciones: Control de pesaje en movimiento, monitoreo de tráfico pesado.

Ventajas: Capacidad de distinguir entre diferentes tipos de vehículos.

2. Cámaras de video para análisis de tráfico

Descripción: Las cámaras de video se instalan en intersecciones, autopistas y puentes para monitorear el flujo vehicular. Estas cámaras están equipadas con sistemas de análisis de imagen que permiten identificar vehículos, peatones y ciclistas, así como registrar incidentes.

Funciones:

- Detección automática de incidentes (accidentes, vehículos detenidos).
- Monitoreo del flujo vehicular en tiempo real.
- Reconocimiento de matrículas (LPR, License Plate Recognition).

- Recolección de datos para análisis posteriores.

Ventajas: Ofrecen un monitoreo visual en tiempo real y pueden integrarse con sistemas de control de tráfico para ajustar señales y desvíos.

3. Sistemas de información geográfica (SIG/GIS)

Descripción: Los sistemas GIS permiten la visualización y análisis espacial de grandes cantidades de datos de tráfico. Con GIS, es posible mapear patrones de tráfico, identificar zonas problemáticas y planificar mejoras en la infraestructura vial.

Aplicaciones:

- Mapeo del flujo vehicular y peatonal.
- Identificación de áreas de congestión.
- Modelado y simulación de nuevos proyectos viales.

Ventajas: Ofrecen una perspectiva espacial clara y detallada del comportamiento del tráfico, útil para la planificación a largo plazo.

4. Sistemas de transporte inteligente (ITS)

Descripción: Los ITS (Intelligent Transportation Systems) son sistemas integrados que utilizan sensores, cámaras, redes de comunicación y análisis de datos para mejorar la eficiencia y seguridad del tránsito.

Componentes clave:

Control adaptativo de semáforos: Ajustan los tiempos de los semáforos en función del flujo de tráfico en tiempo real (ej.: sistemas como SCATS y SCOOT).

Paneles de mensajería variable (VMS): Ofrecen información actualizada a los conductores sobre el tráfico, accidentes o condiciones climáticas.

Sistemas de información de viaje (TIS): Brindan información a los usuarios sobre las mejores rutas, tiempos estimados de viaje y alternativas de transporte.

Ventajas: Mejora la capacidad de respuesta ante cambios en el tráfico, optimiza el uso de la infraestructura existente y reduce los tiempos de viaje.

5. Tecnologías de comunicación vehicular (V2V y V2I)

Vehículo a Vehículo (V2V): Tecnología que permite que los vehículos se comuniquen entre sí intercambiando información sobre su ubicación, velocidad y dirección. Esta tecnología es crucial para la prevención de accidentes y para la implementación de vehículos autónomos.

Vehículo a Infraestructura (V2I): Permite que los vehículos se comuniquen con la infraestructura vial (como semáforos y señales de tráfico) para mejorar el flujo vehicular y evitar congestiones.

Aplicaciones:

- Prevención de colisiones.
- Optimización de la señalización vial en tiempo real.
- Comunicación sobre condiciones de la vía.

Ventajas: Aumenta la seguridad y mejora la eficiencia del tránsito mediante la coordinación en tiempo real entre vehículos e infraestructura.

6. Tecnología de radar y LIDAR

Descripción: Los sistemas de radar y LIDAR se utilizan para monitorear y analizar el tráfico. El radar mide la velocidad de los vehículos, mientras que LIDAR utiliza láseres para crear mapas tridimensionales del entorno, detectando tanto vehículos como peatones.

Aplicaciones:

- Monitoreo de velocidad en tiempo real.
- Recolección de datos precisos sobre el número y tipo de vehículos.
- Detección de objetos y peatones en las inmediaciones de las vías.

Ventajas: Alta precisión en la detección de objetos y medición de velocidad. Útil para gestionar el tráfico en tiempo real y mejorar la seguridad.

7. Drones para monitoreo del tráfico

Descripción: Los drones equipados con cámaras o sensores pueden sobrevolar carreteras y áreas congestionadas para monitorear el flujo vehicular y proporcionar imágenes y datos en tiempo real.

Aplicaciones:

- Inspección de infraestructuras viales.
- Monitoreo de tráfico en áreas difíciles de alcanzar.
- Evaluación de condiciones en tiempo real durante eventos o emergencias.

Ventajas: Ofrecen flexibilidad para monitorear áreas grandes o congestionadas, especialmente en situaciones de emergencia.

8. Big Data y análisis predictivo

Descripción: El análisis de grandes cantidades de datos permite detectar patrones y tendencias en el comportamiento del tráfico. Los datos provienen de diversas fuentes, como sensores de carretera, cámaras, GPS en vehículos y teléfonos móviles.

Aplicaciones:

- Predicción de congestionamientos y tiempos de viaje.
- Modelado de escenarios futuros para la planificación de infraestructura.
- Identificación de patrones de tráfico inusuales o recurrentes.

Ventajas: Mejora la capacidad para anticipar problemas de tráfico y ajustar los sistemas en tiempo real para evitar o minimizar la congestión.

9. Aplicaciones móviles y GPS

Descripción: Las aplicaciones móviles como Waze, Google Maps, y otras aplicaciones de navegación utilizan datos de GPS para proporcionar información en tiempo real sobre el tráfico y sugerir rutas alternativas.

Aplicaciones:

- Provisión de rutas en tiempo real.
- Información sobre accidentes, cierres de carreteras y congestionamientos.
- Datos sobre velocidad y flujo de vehículos.

Ventajas: Acceso a una gran cantidad de datos generados por los usuarios para un análisis preciso del tráfico.

10. Software de simulación de tráfico

Descripción: Los programas de simulación permiten modelar y predecir cómo el tráfico fluirá bajo diferentes condiciones. Herramientas como VISSIM, Aimsun y Synchro permiten analizar el impacto de cambios en la infraestructura, como la instalación de semáforos o la creación de carriles adicionales.

Aplicaciones:

- Simulación de escenarios de tráfico.
- Evaluación del impacto de nuevas infraestructuras o políticas de tráfico.
- Optimización de semáforos y señales.

Ventajas: Permiten probar diferentes escenarios sin afectar el tráfico real, lo que facilita la toma de decisiones informadas.

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Tabla

Detalle de la Práctica

Practicas	Instrucciones	Duración de la Practica	Mecanismo de Evaluación
Foro de debate	Revisar Actividades Prácticas	0:30 mm	Por rúbricas
Práctica investiga: Taller/Ensayo/Investigación	Revisar Actividades Prácticas	3:30 h	Por rúbricas
Tutorías Prácticas	Revisar Actividades Prácticas	2:00 mm	Por participación en clase
Test evaluativo	Revisar Actividades Prácticas	0:30 mm	Formativa

Nota. Elaboración propia

Consideraciones Generales

1. Lee y revisa la Guía de Estudio.
2. Observa el video de la clase magistral.
3. Participa activamente en el FORO DEBATE.
4. Revisa en el calendario el día y hora en que se realizará las actividades prácticas y la tutoría.
5. Realizar la práctica propuesta por el docente.
6. Revisa las Rúbricas acorde a la actividad prácticas.
7. Toma los principales apuntes que vayas rescatando del texto.
8. Reflexiona sobre los temas tratados en la clase.
9. Sube el documento en formato PDF en la plataforma Moodle.
10. Revisa la calificación de tus actividades prácticas.

FORO DE DEBATE

Tema: ¿Considera que se debe incrementar o disminuir los criterios de justificación para implementar los semáforos en de acuerdo a las normas INEN?".

Instrucciones para Participar:

- Exponga su punto de vista acerca del tema.
- Comenta las respuestas de otros participantes.
- Promueve un ambiente respetuoso y constructivo.

PRÁCTICA INVESTIGATIVA

Taller: Ejercicio práctico para determinar si las intersecciones semafóricas cumplen con los requisitos mínimos para su implementación según las normas INEN.

En equipos de 5 estudiantes, seleccionar una intersección de cualquier ciudad del Ecuador en la cual se debe identificar el nombre de las calles con un mapa de referencia y verificar con imágenes si es que la implementación los equipos semafóricos está justificada acuerdo a lo revisado en la clase respecto a las normas INEN.

Consigna:

- El trabajo de investigación debe presentarse de manera estructurada y coherente para comunicar efectivamente los hallazgos y conclusiones.
- Asegúrese de que el estilo y formato del trabajo sigan las pautas de citación y presentación establecidas por la institución.
- Utilice un lenguaje claro y evite jergas o términos técnicos innecesarios.
- Revise y corrija la redacción y la gramática antes de la presentación final (ver anexo).

PRÁCTICA TEST

Antes de realizar el test, es importante considerar varios aspectos para aprovechar al máximo la experiencia.

Consideraciones para realizar el test

1. Lee y revisa el documento.
2. Observa el video de la clase magistral.
3. Revisa en el calendario el día y hora en que se debe de realizar el Test.
4. Realiza el Test de la unidad considerando lo Siguiente:

- No cambiarte entre paginas durante la realización del Test.
- Revisa que tu conexión a internet sea estable.
- Recuerda que todo el contenido está inmerso dentro del documento base.

5. Revisa tu puntuación, de inmediato al finalizar de la actividad.

V. Bibliografía

Bibliografía básica

García Ramírez, Y. (2022). Diseño Geométrico y Operación de Carreteras de dos carriles. Ediciones de la U.

Cal y Mayor, R. (2019). Ingeniería de Tránsito: Fundamentos y Aplicaciones (9 ed.). Alfaomega.

Bazant Sánchez, J. (2018). Movilidad y Planeación Urbana Estratégica. Trillas.

Kraemer, C. (2003). Ingeniería de Carreteras Volumen I. Mcgraw-Hill.

Kraemer, C. (2004). Ingeniería de Carreteras Volumen II. Mcgraw-Hill.

Bibliografía de consulta

Lexis S.A. (2023). Ley Orgánica de Transporte Terrestre Tránsito y Seguridad Vial. Obteniendo de: https://www.lexis.com.ec/biblioteca/ley-organica-transporte-terrestre-transito-seguridad-vial

Instituto Ecuatoriano de Normalización (2012). Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004:2012 PARTE 5. Señalización Vial. Parte 5. Semaforización (1ra Ed.). Obtenido de: https://www.normalizacion.gob.ec/estado-de-reglamentos-tecnicos-ecuatorianos-2/

MTOP. (2021). Estrategia Nacional de Movilidad Segura 2022-2030. Obtenido de: https://www.obraspublicas.gob.ec/estrategia-nacional-de-movilidad-segura-2022-2030-es-segura/

MTOP, Subsecretaría de Infraestructura del Transporte. (2013). MANUAL NEVI-12. VOLUMEN N°1. Procedimientos para proyectos viales. Obtenido de: https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_1.pdf

Cárdenas Grisales, J. (2013). Diseño Geométrico de Carreteras. (2da Ed.). ECOE EDICIONES. Obtenido de: https://www.academia.edu/41350934/Dise%C3%B1o_Goem%C3%A9trico_de_Carreteras_James_C%C3%A1rdenas_Grisales

Anexo 1: Modelo de Foro

Título del Foro:

[Nombre del Tema o Pregunta]

Desarrollo:

[Breve descripción del tema o pregunta]

Reglas del Foro:

Regla 1: Antes de participar en el debate, realiza una investigación exhaustiva sobre el tema en cuestión. Comprender los hechos, datos y argumentos relacionados con el tema fortalecerá tu posición y mejorarán la calidad de la discusión.

Regla 2: Muestra respeto hacia tus compañeros de debate, incluso si no estás de acuerdo con sus opiniones. Escucha activamente sus argumentos y evita interrupciones. Expresa tus puntos de vista de manera respetuosa y constructiva.

Regla 3: Contribuye de manera equitativa al debate, evitando la monopolización de la conversación. Respeta el tiempo asignado y asegúrate de que otros también tengan la oportunidad de expresar sus opiniones.

Anexo 2: Esquema de Taller/Investigación

Caratula:

(Escribe aquí los datos referentes a la materia, tema, periodo, Institución Educativa y logos)

Título:

(Escribe aquí el título principal de tu investigación)

Temas a investigar:

- **Tema 1:**
- **Tema 2:**
- **Tema 3:**

Conclusión:

Bibliografía

Anexos

Anexo 3: Rúbrica de Foro

INDICADORES	MS 5 PUNTOS	S 3 PUNTOS	PS 2 PUNTOS	PUNTAJE
Comprensión del tema	La respuesta argumentada demuestra conocimiento concreto del tema tratado.	La respuesta argumentada demuestra conocimiento general de la mayoría del tema.	La respuesta argumentada demuestra un conocimiento limitado del tema.	20 %
Cuestionamientos y criterios	Presentó las dudas e inquietudes que se le presentaron durante el desarrollo del tema, o al menos sacó diferentes conclusiones, que las expuso en el debate.	Presenta al menos 2 preguntas o argumentos, aunque demuestra que no ha comprende ni revisado en profundidad el material.	No presenta dudas ni argumentos, aunque conozca del tema, no aporta al debate.	20 %
Redacción y ortografía	No presenta errores ortográficos ni de redacción.	Presenta algunos errores ortográficos y/o de redacción.	Presenta muchos errores de redacción y de ortografía.	20 %
Interacción: relación/ confrontación con intervenciones de otros/as	Comparte activamente con de sus compañeros los temas planteados y resuelve dudas de sus compañeros con argumentos valederos en más de 2 intervenciones.	Comparte con de sus compañeros los temas planteados, argumentando en al menos de 2 intervenciones.	Plantea dudas a sus compañeros con el tema, sin embargo, no participa ni responde con argumentos lógicos. Solo interviene una vez.	20 %
Participación	Participa con más de 2 intervenciones, además de su contestación.	Participa al menos con 5 Intervenciones, además de su contestación.	No interviene en otra participación a más de la suya.	20 %
			TOTAL=	100 %

Puntaje: 5 puntos

Anexo 4: Rúbrica de Taller/Investigación

INDICADORES	MS 10 PUNTOS	S 6 PUNTOS	PS 2 PUNTOS	PUNTAJE
Organización de las ideas	El texto es coherente y tiene sentido toda la lectura.	Presenta ideas aisladas, no enlazadas entre sí.	El texto no tiene coherencia y las ideas no están claras.	30 %
Ortografía	Tiene 4 o menos faltas ortográficas	Tiene entre 5 y 9 faltas ortográficas.	Tiene más de 10 faltas ortográficas.	30 %
Calidad de la información presentada	La información está claramente relacionada con el tema y proporciona varios niveles de relación con sus diferentes entornos.	La información da respuesta a la consigna principal del artículo, mas no aporta niveles de relaciones de la comunicación con el entorno próximo.	La información proporcionada guarda relación con las categorías, aunque su calidad argumentativa es deficiente.	40 %
			TOTAL=	100 %

Puntaje: 10 puntos

Anexo 5: Rubrica de taller práctico

INDICADORES	MS 10 PUNTOS	S 6 PUNTOS	PS 2 PUNTOS	PUNTAJE
Número de ejercicios resueltos	Realiza en su totalidad los ejercicios que se propones.	Realiza entre la mitad y más de los ejercicios propuestos.	Realiza la menor parte o no realiza ningún ejercicio propuesto.	**40%**
Procedimiento y resultados de los ejercicios resueltos	Desarrolla el procedimiento, lo detalla y organiza los datos obtenidos.	Desarrolla el procedimiento, lo detalla poco y organiza algunos, pero otros no.	Detalla poco o no detalla nada del procedimiento.	**40%**
Presentación	Maneja una presentación prolija de la tarea.	La tarea se presenta de una forma aceptable.	La tarea no cuenta con una buena presentación	**20%**
			TOTAL=	100 %

Puntaje: 10 puntos