



# Planificaciones

6802 - Diseño y Oper. de Caminos

Docente responsable: GONZALEZ RAUL FERNANDO

## OBJETIVOS

Los objetivos de la asignatura son:

- 1) Proporcionar a los alumnos los conocimientos necesarios para proyectar el diseño geométrico de un camino rural y realizar una evaluación técnica - económica del mismo.
- 2) Proporcionar los elementos básicos para el diseño de arterias urbanas, intersecciones y planificación vial.

## CONTENIDOS MÍNIMOS

### PROGRAMA SINTÉTICO

CAP. 1.PLANIFICACIÓN VIAL: Planificación vial. Inventario vial. Clasificación de caminos. Rangos de suficiencia. Estudio de necesidades.

CAP. 2.TRÁNSITO:Ingeniería de tránsito. Censos volumétricos. Estudios de velocidad. Censos de origen y destino. Capacidad de caminos. Predicción de tránsito. Señalización vial.

CAP. 3.TRAZADO DE CAMINOS: Velocidad de diseño Trazado en zona rural. Trazado de arterias urbanas.

CAP. 4.CURVAS HORIZONTALES: Distancia de detención. Tipos de curvas. Peralte.Sobreancho. Curvas Circulares. Curvas de enlace. Curva espiral. Parábola cúbica. Curvas compuestas.

CAP. 5.DISEÑO ALTIMÉTRICO: Resistencias al movimiento.Rasante.Enlace de pendientes.

CAP. 6.MOVIMIENTO DE SUELOS: Obra básica. Secciones transversales. Volúmenes de terraplenes y desmontes. Transporte de suelos: diagramas de áreas y de Bruckner.

CAP. 7.DESAGÜES Y DRENAJES: Ciclo hidrológico. Desagüe de aguas superficiales. Derrames máximos. Diseño y dimensionamiento de cuentas y alcantarillas. Desagües en zonas urbanas. Drenaje de aguas subterráneas.

CAP. 8.DISEÑO DE ARTERIAS URBANAS: Elementos de la sección transversal. Intersecciones a nivel. Intersecciones a distinto nivel. Ramas de interconexión.

CAP. 9.EVALUACIÓN TÉCNICA DE PROYECTOS ALTERNATIVOS: Fundamentos del análisis económico. Componentes del costo del transporte. Costo del camino. Costo de operación de los vehículos. Álgebra financiera. Análisis económico.

### PROGRAMA ANALÍTICO

#### CAPÍTULO I- PLANIFICACIÓN VIAL

1.-Planificación vial: definición - objetivos del planeamiento vial - Planeamiento a largo y corto plazo - condiciones a cumplir por el programa de planeamiento: planeamiento integral y coordinado - Proceso de planeamiento.

2.-Inventario vial - Sus fundamentos: necesidad de su ejecución como base de todo programa de planificación - Secciones de control - Elementos a relevar - Normas, organización, comisiones de estudio - Empleo de la computadora: codificación y tabulación de la información.

3.-Clasificación de caminos - Sistemas de clasificación: sistema funcional y sistema administrativo - Clasificación de caminos en la República Argentina - Red Troncal Nacional -, Redes provinciales - Calles y caminos en ejidos municipales - Sistemas arteriales urbanos - Problemas de jurisdicción.

4.-Rangos de suficiencia - Sus fundamentos - Necesidad de su ejecución para determinar prioridades técnicas - Fijación de las características de diseño para las distintas secciones de la red - Método de realización del estudio de rango de suficiencia: Moskowicz y Dirección Nacional de Vialidad.

5.-Estudios de necesidades - Definición - Detección de las necesidades - Interpretación y clasificación de las deficiencias - Análisis del rango de suficiencia - Análisis de alternativas - Determinación de las prioridades - Evaluación técnico - económica preliminar - Detección de las mejoras a ser evaluadas con mayor detalle.

## CAPÍTULO II – TRÁNSITO

- 1.-Introducción - La ingeniería de tránsito: su evolución, definiciones y objetivos - Estudio de las características del tránsito - Aplicaciones de los estudios en la economía vial, el diseño geométrico de caminos y el diseño estructural de pavimentos.
- 2.-Censos volumétricos de tránsito - Técnicas del conteo y equipos - Tipos de puestos de control y períodos de conteo - Determinación del Tránsito Medio Diario Anual - Variaciones periódicas y determinación por métodos estadísticos - Método de Petroff - Cálculo de volúmenes horarios para el diseño geométrico - Hora trigésima - Técnica de recuentos en vías urbanas
- 3.-Estudios de velocidad - Velocidad instantánea y velocidad media - Métodos para la obtención de datos y equipos necesarios - Tiempo de viajes y de demoras.
- 4.-Censos de origen y destino de viajes - Métodos utilizados para la obtención de la información en zona rural y en zona urbana - Análisis y presentación de resultados. - Aplicación de los estudios
- 5.-Capacidad de caminos - Introducción - Capacidad para condiciones de flujo ininterrumpido y flujo interrumpido - Niveles de servicio y volúmenes de servicio - Procedimientos para el cálculo de capacidad y volúmenes de servicio - Capacidad de intersecciones a nivel y a distinto nivel - Secciones de entrecruzamiento.
- 6.-Predicción del tránsito futuro - Métodos de proyección - Asignación del tránsito
- 7.-Dispositivos para el control del tránsito - Señalización fija: vertical y horizontal - Control mediante semáforos.

## CAPÍTULO III - ESTUDIOS TÉCNICOS DE TRAZADO DE CAMINOS

- 1.-Criterio de la velocidad directriz: valores a fijar según la categoría del camino y condiciones topográficas. Cambios en la velocidad directriz
- 2.-Estudio de trazado en zona rural - Alineamiento planimétrico y altimétrico - Condiciones topográficas, geológicas, hidrológicas y climáticas.
- 3.-Etapas del estudio del trazado - Generalidades - Reconocimientos y su complementación con aerofotogrametría - Trazado preliminar y trazado definitivo - Uso de computadoras en la elección de trazados - Constitución y funcionamiento de las comisiones de estudios.
- 4.-Estudios de trazados de arterias en zonas urbanas.

## CAPÍTULO IV - CURVAS HORIZONTALES

- 1.Distancia de detención - Expresión general: estudios de la AASHTO y criterios empleados por la Dirección Nacional de Vialidad - Distancia de visibilidad de sobrepaso: estudios de la AASHTO - Criterio de la Dirección Nacional de Vialidad - Distancia de visibilidad de decisión - Nuevos conceptos
- 2.Tipos de curvas: curvas circulares, de transición y de aceleración deceleración.Peralte: criterios, deslizamiento y vuelco - Transición del peralte: giro alrededor del eje o del borde interno
- 3.Sobreechancho: sobreechancho geométrico - sobreechancho psicológico
- 4.Curvas planimétricas circulares: determinación del radio - Cálculo de los elementos de la curva - Curva de radio unitario; grado de curva - curva de longitud unitaria - Visibilidad - Replanteo: métodos
- 5.-Tipos de curvas de enlace - Estudio de la mecánica de la circulación - Estudio vial de la circulación - Comparación de curvas.
- 6.-Curva espiral: cálculo de sus elementos – Replanteo
- 7.-Parábola cúbica: cálculo de sus elementos - Replanteo - Su aplicación en trazados ferroviarios.
- 8.-Curvas compuestas: curva circular con transiciones espirales; curva doble espiral - Otras curvas

## CAPÍTULO V - RESISTENCIA AL MOVIMIENTO - DISEÑO ALTIMÉTRICO

- 1.-Clasificación: resistencia al movimiento uniforme rectilíneo y en horizontal - Resistencias accidentales.
- 2.-Diseño altimétrico del camino, rasantes - Normas generales técnicas - Criterio paisajista - Comparación de rasantes: concepto de longitud virtual - Parámetros de referencia.
- 3.-Enlace de pendientes: curvas verticales - Cálculo de sus elementos - Curvas convexas y cóncavas: criterios de la AASHTO y de la Dirección Nacional de Vialidad. Replanteo.

## CAPÍTULO VI - MOVIMIENTO DE SUELOS

- 1.-Obra básica: definiciones.
- 2.-Área de las secciones transversales: Medición: analítica y gráfica.
- 3.-Transporte de suelos - Diagrama de áreas - Factor de compactación -diagrama de áreas excedentes - Diagrama de volúmenes excedentes (Bruckner), su construcción por integración gráfica y por cálculo numérico. Uso de las computadoras. - Concepto de Momento de Transporte - Distancia Media de Transporte - Reglas de Corini - Costos unitarios de transporte: su determinación por medio del diagrama de Bruckner y por procedimientos analíticos.

## CAPÍTULO VII - DESAGÜES Y DRENAJES

- 1.-Generalidades - Ciclo hidrológico - Agua superficial, subterránea y capilar - diagrama de intensidad, duración y frecuencia.
- 2.-Desagüe de aguas superficiales - Precipitaciones: características, fórmulas, áreas de distribución - Cuencas: características.
- 3.-Derrames máximos: fórmulas empíricas - Método racional - Tiempo de concentración - Coeficientes de escorrentía - Fórmula de Burkli - Ziegler - Hidrograma unitario.
- 4.-Diseño y dimensionamiento de estructuras de desagües: cunetas y zanjas - Cálculo de velocidades y caudales - Fórmulas de Chezy y de Ganguillet - Kutter - Coeficientes de rugosidad - Control de velocidades erosivas - Conductos - Cálculo de velocidades y caudales -Fórmula de Manning - Alcantarillas: tipos - Fijación de luces ; altura libre y ancho.
- 5.-Conductos: fundaciones, tapadas - Alcantarillas - Estructuras en montañas - Emplazamiento de puentes.
- 6.-Desagües de zonas urbanizadas - Particularidades.
- 7.-Drenaje de aguas subterráneas - Agua libre subterránea - Napa freática a nivel - Tipos de drenes - Proyectos de drenaje.

## CAPÍTULO VIII - DISEÑO DE ARTERIAS URBANAS Y RURALES

- 1.-Elementos de la sección transversal de calles, caminos y autopistas.
- 2.-Intersecciones a nivel – Cruce vivo - Canalizaciones - Rotondas: simples y cruzadas - Empalmes y bifurcaciones - Visibilidad en intersecciones a nivel.
- 3.-Intersecciones a distinto nivel - Intersecciones simples: diamantes - Trébol de dos y cuatro hojas - Doble lazo - Rotonda a distinto nivel - Anillo a dos niveles - Conexiones directas - Bifurcaciones - Empalmes.
- 4.-Ramas de aceleración y deceleración - Velocidades a fijar - Longitud - Características planialtimétricas - Secciones de entrecruzamiento.

## CAPÍTULO IX - EVALUACIÓN TÉCNICA DE PROYECTOS ALTERNATIVOS

- 1.-Fundamentos y propósitos del análisis económico - Estructura de los estudios económicos de obras viales.

2.-Componentes del costo total del transporte para todos los medios y para el automotor en particular

3.-Costo del camino - Costo inicial de: zona de camino, obras básicas, obras de arte, pavimentos - Vida útil según el tipo de obra, tránsito y zona geográfica - Costos de conservación normal y periódica - Concepto del costo anual: el interés como costo, la amortización y el mantenimiento.

4.-Costo total de vehículos automotores - Recorridos medios anuales por tipo de vehículo y por zonas - Costo anual de vehículos automotores según tipo - Costos variables y costos fijos - Variaciones de costos según las características del camino - Valor del tiempo y de la comodidad del usuario - Significado económico de los accidentes.

5.-Elementos de álgebra financiera - Relación entre el valor actual, monto final y anualidades constantes.

6.-Análisis económico de proyectos viales: elección de trazados y del tipo de pavimento Alternativa básica de referencia - Beneficios y costos de una obra vial - Proceso de actualización - Tasa de descuento - Índices de evaluación económica: costo total anual de transporte; relación beneficio - costo; valor neto actualizado; tasa interna de rentabilidad - Consideración de los beneficios indirectos -Factibilidad económica y prioridades de los proyectos.

## BIBLIOGRAFÍA

- WRIGHT, Paul H. & PAQUETTE, Randor J., INGENIERÍA DE CARRETERAS, Ed. Limusa. 1993.
  - TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, HIGHWAY CAPACITY MANUAL, Special Report 209. TRB 2010.
  - AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF HIGHWAY AND STREETS. AASHTO 1994 - 2001, 2010.
  - CARCIENTE, Jacobo, CARRETERAS, ESTUDIOS Y PROYECTOS. Ed Vega. 1980.
  - DNV, NORMAS DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS Tomos 1 y 2 . Adaptación Normas del Ing. F. Rühle. 1980.
  - SIERRA, Francisco, TRAZADO Y DISEÑO DE CAMINOS RURALES, UBA, Escuela de Graduados, Ingeniería de Caminos. 1988.
  - SIERRA, Francisco, DRENAJE DE CAMINOS, UBA, Escuela de Graduados, Ingeniería de Caminos. Traducción AASHTO 1986.
  - SCHOON, J G. "GEOMETRIC DESIGN PROJECTS FOR HIGHWAYS". ASCE PRESS. 2000.
  - DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD -SAE , GUÍA PARA ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD DE OBRAS VIALES (Guía amarilla).1972.
  - JAN DE WEILLE, CUANTIFICACION OF ROAD USER SAVINGS, Banco Mundial.
  - GARCÍA BALDIZZONE, Armando, "CAPACIDAD". Traducción Capítulos Autopistas y Caminos de Dos Carriles. 2000.
  - GARCÍA BALDIZZONE, A., DISTANCIA DE VISIBILIDAD , Apuntes C.E.I.1988
  - GALMARINI, A. A., CURVAS VERTICALES, Apuntes C.E.I. 1974.
  - PESCE, Horacio, DESAGÜES Y DRENAJES, Apuntes SIGMA. 1974
  - PALAZZO, Pascual, VIAS DE COMUNICACIÓN Apuntes C.E.I. TOMOS III y IV y ATLAS TOMO III. Actualización LUXARDO CONSTANTINI. 1961.
  - PIGLIACAMPO, A., MARADEI, N., GONZÁLEZ, R. F. & FELIZIA, L., CURVAS HORIZONTALES, apunte interno de la materia. 2000.
  - INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS, TRANSPORTATION AND TRAFFIC ENGINEERING HANDBOOK Second Edition.
  - INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS, DINAMIC DESIGN FOR SAFETY.
  - ARESPACOCCHAGA, "ESTUDIO Y PROYECTO DE TRAZADO Y OBRAS BÁSICAS PARA CAMINOS ", Apunte Escuela de Caminos FIUBA 1963
  - BARNETT J."CURVAS CON TRANSICIONES", Adaptación sistema métrico TAGLE, BOLOGNESI , SAN MIGUEL. Dirección Nacional de Vialidad. 1972
  - GUIDO RADELAT PRINCIPIOS DE INGENIERÍA DE TRÁNSITO GUIDO RADELAT. INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS ITE, 2003.
  - INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS MANUAL OF TRANSPORTATION ENGINEERING STUDIES -, ITE. 2003.
  - GARBER N.J., HOEL L. A. "INGENIERIA DE TRANSITO Y CARRETERAS". UNIVERSIDAD DE VIRGINIA, ED. THOMPSON. 2005
  - US DEPARTMENT OF TRANSPORTATION FHA "HYDRAULIC DESIGN OF HIGHWAY CULVERTS". 1985. reimpresso 1998.
- Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial. Actualización 2010 DNV (en revisión)

## **RÉGIMEN DE CURSADA**

### **Metodología de enseñanza**

Clases teórico-prácticas. Prácticas sobre plano topográfico en aula. Trabajos prácticos concatenados. Confección de una carpeta de trabajos prácticos. Asistencia obligatoria con hasta un máximo de 5 (cinco) inasistencias. Interrogatorios con calificación a cada integrante del grupo por cada ejecución del TP. Una evaluación parcial y coloquio integrador.

### **Modalidad de Evaluación Parcial**

Las evaluaciones parciales son escritas y el coloquio integrador, escrito y oral. La calificación final considera tanto el promedio de las notas de los interrogatorios, la evaluación parcial, como el concepto del desempeño durante el curso y el resultado del coloquio integrador.

Se han programado divisiones temáticas para las evaluaciones parciales.

## CALENDARIO DE CLASES

| Semana                 | Temas de teoría   | Resolución de problemas   | Laboratorio | Otro tipo | Fecha entrega Informe TP | Bibliografía básica |
|------------------------|---|---|-------------|-----------|--------------------------|---------------------|
| <1><br>09/03 al 14/03  | Presentación e Introducción<br>Trazado de Caminos                           | Trazado de Caminos (TP1)  |             |           | 26-3                     |                     |
| <2><br>16/03 al 21/03  | Trazado de Caminos<br>Curvas Horizontales                                   |   |             |           |                          |                     |
| <3><br>23/03 al 28/03  | Curvas Horizontales   | Curvas Horizontales (TP2)                                       |             |           | 7-4                      |                     |
| <4><br>30/03 al 04/04  | Curvas Horizontales<br>Diseño Altimétrico                                   |   |             |           |                          |                     |
| <5><br>06/04 al 11/04  | Diseño Altimétrico<br>Tránsito y Capacidad                                  | Diseño Altimétrico (TP3)  |             |           | 21-4                     |                     |
| <6><br>13/04 al 18/04  | Tránsito y Capacidad  |   |             |           |                          |                     |
| <7><br>20/04 al 25/04  | Tránsito y Capacidad  | Tránsito y Capacidad (TP4)                                      |             |           | 12-5                     |                     |
| <8><br>27/04 al 02/05  | Movimiento de Suelos<br>Desagües y Drenajes                                 |   |             |           |                          |                     |
| <9><br>04/05 al 09/05  | Desagües y Drenajes<br>Consulta temas                                       | Movimiento de Suelos (TP5)                                      |             |           | 21-5                     |                     |
| <10><br>11/05 al 16/05 | Diseño Urbano e<br>intersecciones   | Desagües y Drenajes (TP6)                                       |             |           | 2-6                      |                     |
| <11><br>18/05 al 23/05 | Diseño Urbano e<br>intersecciones<br>Entrecruzamientos<br>Clase de consulta |   |             |           |                          |                     |
| <12><br>25/05 al 30/05 | Entrecruzamientos   | Diseño Urbano,<br>Intersecciones. y<br>Entrecruzamientos. (TP7) |             |           | 9-6                      |                     |
| <13><br>01/06 al 06/06 | Planificación Vial<br>Costos de Operación                                   |   |             |           |                          |                     |
| <14><br>08/06 al 13/06 | Asignación de Tránsito<br>Evaluación de Proyectos HDM                       |   |             |           |                          |                     |
| <15><br>15/06 al 20/06 | Evaluación parcial<br>HDM   | Evaluación de Proyectos HDM (TP8)                               |             |           | 23-6                     |                     |
| <16><br>22/06 al 27/06 | Evaluación de Proyectos HDM   |   |             |           |                          |                     |

## CALENDARIO DE EVALUACIONES

### Evaluación Parcial

| Oportunidad | Semana | Fecha | Hora  | Aula |
|-------------|--------|-------|-------|------|
| 1º          | 14     | 11/06 | 19:00 | 203  |
| 2º          | 16     | 30/06 | 19:00 | 203  |
| 3º          |        | 08/07 | 19:00 | 203  |
| 4º          |        |       |       |      |