



Diseño geométrico de carreteras

Autor: James Cárdenas Grisales

© Derechos de autor registrados:

[Empresa Editora Macro EIRL](#)

© Derechos de edición, arte gráfico y diagramación reservados:

[Empresa Editora Macro EIRL](#)

Edición original publicada por Ecoe Ediciones Ltda., Bogotá (Colombia)

ISBN: 978-958-648-859-4

[Derechos reservados © Ecoe Ediciones Ltda., Bogotá \(Colombia\)](#)

Edición a cargo de:

© [Empresa Editora Macro EIRL](#)

Av. Paseo de la República N.° 5613, Miraflores, Lima, Perú

☎ Teléfono: (511) 748 0560

✉ E-mail: proyectoeditorial@editorialmacro.com

🌐 Página web: www.editorialmacro.com

Primera edición: abril de 2015

Tiraje: 1000 ejemplares

Impresión

Talleres gráficos de la Empresa Editora Macro EIRL

Jr. San Agustín N.° 612-624, Surquillo, Lima, Perú

ISBN N.° 978-612-304-276-9

Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N.° 2015-05647

[Prohibida la reproducción parcial o total, por cualquier medio o método, de este libro sin previa autorización de la Empresa Editora Macro EIRL.](#)

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: LAS CARRETERAS

1.1 GENERALIDADES	31
1.2 CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS^[5,10]	33
1.2.1 Según su función	33
1.2.2 Según el tipo de terreno	33
1.2.3 Según su competencia	36
1.2.4 Según sus características	37
1.3 CONCEPTO TRIDIMENSIONAL DE UNA VÍA	37

CAPÍTULO 2: RUTAS Y LÍNEAS DE PENDIENTE

2.1 FASES DEL PROYECTO DE UNA CARRETERA^[10]	45
2.1.1 Fase 1. Prefactibilidad	45
2.1.2 Fase 2. Factibilidad	46
2.1.3 Fase 3. Diseños definitivos	46
2.2 SELECCIÓN DE RUTAS	47
2.3 EVALUACIÓN DEL TRAZADO DE RUTAS	49
2.4 LÍNEA DE PENDIENTE O DE CEROS	50
2.4.1 Concepto	50
2.4.2 Trazado de una línea de pendiente	51
2.5 PROBLEMAS PROPUESTOS	61

CAPÍTULO 3: DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL: PLANTA

3.1 CONCEPTOS.....	65
---------------------------	-----------

3.2 CURVAS CIRCULARES SIMPLES.....	66
3.2.1 Elementos geométricos que caracterizan una curva circular simple	66
3.2.2 Expresiones que relacionan los elementos geométricos	67
3.2.3 Expresión de la curvatura de una curva circular simple	69
3.2.4 Deflexión de una curva circular simple	75
3.2.5 Relación entre las coordenadas planas y las coordenadas polares	81
3.2.6 Otros métodos para el cálculo y localización de curvas circulares simples	161
3.3 CURVAS CIRCULARES COMPUESTAS	164
3.3.1 Curvas circulares compuestas de dos radios	164
3.3.2 Curvas circulares compuestas de tres radios	175
3.4 ESTABILIDAD EN LA MARCHA, VELOCIDAD, CURVATURA, PERALTE Y TRANSICIÓN	188
3.4.1 Velocidad de diseño ^[5,10]	188
3.4.2 Velocidad específica ^[5,10]	190
3.4.3 Desplazamiento de un vehículo sobre una curva circular	200
3.4.4 Velocidad, curvatura, peralte y fricción lateral ^[5,10]	204
3.4.5 Transición del peralte	211
3.5 CURVAS ESPIRALES DE TRANSICIÓN	240
3.5.1 Generalidades	240
3.5.2 La espiral de Euler o Clotoide como curva de transición	242
3.5.3 Ecuaciones de la Clotoide o espiral de transición	245
3.5.4 Elementos de enlace de una curva circular simple con espirales de transición Clotoides iguales	251
3.5.5 Longitud mínima de la espiral de transición	258
3.5.6 Longitud máxima de la espiral de transición	262
3.5.7 Longitud mínima de la curva circular central ^[10]	263
3.6 ENTRETANGENCIAS HORIZONTALES^[10]	276
3.6.1 Entretangencia mínima	276
3.6.2 Entretangencia máxima	277
3.7 PROBLEMAS PROPUESTOS	277

CAPÍTULO 4: DISEÑO GEOMÉTRICO VERTICAL: RASANTE

4.1 CONCEPTO^[5, 10]	313
4.2 ELEMENTOS GEOMÉTRICOS QUE INTEGRAN EL ALINEAMIENTO VERTICAL	314
4.2.1 Tangentes verticales.....	314
4.2.2 Curvas verticales	318
4.3 GEOMETRÍA DE LAS CURVAS VERTICALES PARABÓLICAS	319
4.3.1 Curvas verticales simétricas	319
4.3.2 Curvas verticales asimétricas	328
4.3.3 Coeficiente angular de una curva vertical	332
4.4 VISIBILIDAD EN CARRETERAS.....	363
4.4.1 Principios ^[5]	363
4.4.2 Distancia de visibilidad de parada	364
4.4.3 Distancia de visibilidad de adelantamiento ^[1,10]	373
4.4.4 Distancia de visibilidad de encuentro ^[7]	377
4.4.5 Evaluación de la visibilidad de un proyecto en planos ^[1,11]	377
4.5 CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS LONGITUDES DE CURVAS VERTICALES	381
4.5.1 Longitud mínima de las curvas verticales con visibilidad de parada	381
4.5.2 Longitud mínima de las curvas verticales con visibilidad de adelantamiento.....	389
4.5.3 Longitud mínima de las curvas verticales con comodidad en la marcha	390
4.5.4 Longitud mínima de las curvas verticales con apariencia	391
4.5.5 Longitud máxima de las curvas verticales con control por drenaje	391
4.5.6 Longitud minimum de las curvas verticales	392
4.6 PROBLEMAS PROPUESTOS	398

CAPÍTULO 5: DISEÑO GEOMÉTRICO TRANSVERSAL: SECCIONES, ÁREAS Y VOLÚMENES

5.1 CONCEPTO	409
---------------------------	------------

5.2 ELEMENTOS GEOMÉTRICOS QUE INTEGRAN LA SECCIÓN TRANSVERSAL	409
5.3 SOBRE-ANCHO EN LAS CURVAS	414
5.3.1 Vehículos rígidos	414
5.3.2 Vehículos articulados	416
5.3.3 Transición del sobre-ancho	419
5.4 SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS, POSICIÓN DE CHAFLANES Y ESTACAS DE CEROS.....	422
5.4.1 Secciones transversales típicas	422
5.4.2 Chaflanes o estacas de talud y estacas de ceros.....	422
5.4.3 Posición de los chaflanes.....	425
5.5 ANCHOS DE BANCA Y ÁREAS DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES	427
5.5.1 Anchos de banca	427
5.5.2 Áreas de las secciones transversales	433
5.6 VOLÚMENES DE TIERRA: CUBICACIÓN	448
5.7 MOVIMIENTO DE VOLÚMENES DE TIERRA Y DIAGRAMA DE MASAS ..	464
5.7.1 Transporte de material excavado ^[6,7,11]	464
5.7.2 Representación del diagrama de masas	465
5.7.3 Factor de compensación en el movimiento de tierras	469
5.7.4 Uso del diagrama de masas	470
5.8 PROBLEMAS PROPUESTOS	479

Las carreteras

1.1 Generalidades

Una *carretera* es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno denominada derecho de vía, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad.

En el *proyecto integral* de una *carretera*, el *diseño geométrico* es la parte más importante ya que a través de él se establece su configuración geométrica tridimensional, con el fin de que la vía sea funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente.

Una vía será *funcional* de acuerdo a su tipo, características geométricas y volúmenes de tránsito, de tal manera que ofrezca una adecuada movilidad a través de una velocidad de operación suficiente.

La geometría de la vía tendrá como premisa básica la de ser segura, a través de un diseño simple, uniforme y consistente.

La vía será *cómoda* en la medida en que se disminuyan las aceleraciones de los vehículos y sus variaciones, lo cual se logrará ajustando las curvaturas de la geometría y sus transiciones a las velocidades de operación por las que optan los conductores a lo largo de los tramos rectos.

La vía será *estética* al adaptarla al paisaje, permitiendo generar visuales agradables a las perspectivas cambiantes, produciendo en el conductor un recorrido fácil.

La vía será *económica*, cuando cumpliendo con los demás objetivos, ofrece el menor costo posible tanto en su construcción como en su mantenimiento.

Finalmente, la vía deberá ser *compatible* con el *medio ambiente*, adaptándola en lo posible a la topografía natural, a los usos del suelo y al valor de la tierra, y procurando mitigar o minimizar los impactos ambientales.

Los factores o requisitos del diseño a tener en cuenta se agrupan en *externos* o previamente existentes, e *internos* o propios de la vía y su diseño.

Los *factores externos* están relacionados, entre otros aspectos, con la topografía del terreno natural, la conformación geológica y geotécnica del mismo, el volumen y características del tránsito actual y futuro, los valores ambientales, la climatología e hidrología de la zona, los desarrollos urbanísticos existentes y previstos, los parámetros socioeconómicos del área y la estructura de las propiedades.

Los *factores internos* del diseño contemplan las velocidades a tener en cuenta para el mismo y los efectos operacionales de la geometría, especialmente los vinculados con la seguridad exigida y los relacionados con la estética y armonía de la solución.