UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

BASES TEORICAS PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE INTERCAMBIO VIAL A DESNIVEL DE INTERSECCIONES VIALES EN EL DISTRITO DE LA ESPERANZA – TRUJILLO

2018

TRABAJO DE INVESTIGACION PARA OPTAR EL GRADO DE BACHILLER

AUTOR:

RAUL CASTRO GONZALES

TRUJILLO - PERU

2018

HOJA DE FIRMAS.

Mg. Ing. Enrique Durand Bazán

Mg. Ing. Josualdo Villar Quiroz

DEDICATORIA

A mi hijo Raúl Estéfano, por ser una constante motivación en la búsqueda de perfeccionar los valores que permitan al ser humano, ser una fuente de lucha y dedicación al prójimo**.**

A mis padres y hermanos, por su constante apoyo y estimulo, a efectos de alcanzar los éxitos y metas trazadas**.**

AGRADECIMIENTO

A mis padres, por compartir amistad y conocimiento, siendo estos los mayores aportes en el impulso para alcanzar mis objetivos.

A la Universidad Privada de Trujillo, por haberme brindado la oportunidad para superarme, y haber tenido la confianza en mí como oportunidad que lleve el valor del conocimiento y sabiduría a las personas.

Al Ing. Josualdo Villar Quiroz, por su constante dedicación, sus conocimientos y su amistad que permitió el desarrollo de la presente investigación.

I. INDICE

I. INTRODUCCION…….. 7

1.1. Delimitación del problema que motiva el estado del arte…. 8

1.1.1. Campo temático…… 8

1.1.2. Espacio……. 8

1.1.3. Tiempo …… 8

1.2. Formulación del problema……. 9

1.3. Justificación del tema……..... 9

1.3.1. Realidad Problemática…….. 9

1.3.2. Aspectos diferenciados de justificación……..……... 10

1.4. Objetivos……. 12

1.4.1. Objetivo General…….. 12

1.4.2. Objetivo específicos……. 12

1.5. Procedimientos metodológicos seguidos…… 13

1.5.1. Técnicas de recolección de datos……..…..……. 13

1.5.2. Instrumentos de recolección……. 13

1.5.2. Fuentes de información……. 13

II. RESULTADOS RESPECTO A LOS ANTECEDENTES ESTADO DEL ARTE O ESTADO DE LA CUESTION…….. 14

2.1. Antecedentes……... 14

2.2. Bases teóricas……. 19

III. CONCLUSIÓN…… 75

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS…….…..... 76

V. ANEXOS……. 79

II. RESUMEN

La presente monografía busca obtener información técnica sobre aspectos de diseño geométrico vial, y en especial énfasis sobre geometría de pasos a desnivel, para la aplicación de una propuesta de Diseño Geométrico a Desnivel e dos vías que unen la capital de la Provincia de Trujillo, con capitales de Distritos como La Esperanza y El Milagro, de la denominada Avenida José Gabriel Condorcanqui y la Avenida Túpac Amaru en el Distrito de la Esperanza Provincia de Trujillo Región La Libertad en el año 2018.

La obtención en el proceso de búsqueda de información a través del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 y Norma GH-020 Componentes de Diseño Urbano del Reglamento Nacional de Edificaciones, permite la recolección de datos, utilizando matriz de datos, y aplicando fuentes de información primaria, que resulta de suma importancia en la búsqueda de mejoras de diseño geométrico vial, teniendo como objetivo mostrar la relación entre el actual desempeño geométrico de la intersección vial, y las soluciones de rediseño vial geométrico entre las vías, así como la fuente de información secundaria, nos permitirá cumplir con los estándares internacionales como la American Association of State Highway and Transportation Officials Diseño Geométrico de Caminos y Calles AASHTO, 2011, que permitirán resolver a futuro los problemas de transitabilidad.

PALABRAS CLAVES

- Geometría
- Vías
- Carretera
- Intersección
- Desnivel

III. ABSTRAC

This monograph seeks to obtain technical information on aspects of geometric road design, and especially emphasis on geometry of overpasses, for the application of a proposal of Geometric Design to Design and two roads that connect the capital of the Province of Trujillo, with Capital of Districts such as La Esperanza and El Millar, in the area José Gabriel Condorcanqui Avenue and Tupac Amaru Avenue in the District of Hope Province of Trujillo La Libertad Region in 2018.

The obtaining in the information search process through the Manual of Geometric Design of Roads DG-2018 and Standard GH-020 Components of Urban Design of the National Regulation of Buildings, allows the data collection, the matrix of data, and the application of primary information sources, which is of great importance in the search for improvements in geometric road design, with the aim of showing the relationship between the current geometrical performance of the road intersection, and the geometric road redesign solutions between roads, as well as the source of secondary information, we comply with international standards such as the American Association of Highway and Transportation Officials of the State Geometric Design of Roads and Streets AASHTO, 2011, which will be responsible for solving traffic problems

KEYWORDS

- Geometry
- Roads
- Highway
- Intersection
- Unevenness

I. INTRODUCCION

Las vías en la ciudad de Trujillo, nacen de una manera lenta motivada entre otras por la creación de distritos y el aumento de la migración en el los pueblos, genero la necesidad de interconexión así como el crecimiento económico impacto en la búsqueda de necesidades y soluciones técnicas de ocupación del espacio físico del suelo, siendo este proceso una catalizador del medio de transporte y desarrollándose como un sistema fundamental del desarrollo de los pueblos, es así donde la Avenida José Gabriel Condorcanqui y la Avenida Túpac Amaru y su interconexión tipo X, son el resultado de la unión vial necesaria entre el acelerado desarrollo de los distritos del Norte de la ciudad como La Esperanza y El Milagro, y los distritos de Trujillo, Florencia de Mora y Víctor Larco.

La ciudad de Trujillo posee un solo medio de acceso para trasporte de la población interdistrital entre la Capital de la Provincia de Trujillo y las Capitales de distrito de la Esperanza y El Milagro, e ingreso de otras ciudades, existiendo una única intersección entre la Av. Túpac Amaru y Av. José Gabriel Condorcanqui Esperanza Tipo X, cuyo diseño geométrico de vía es inadecuada, presentando curvas con radios inadecuados, e interconexiones no reglamentarias, por lo que resulta ser un medio que no está preparada para resolver las necesidades de crecimiento poblacional y vehicular.

La presente búsqueda de información para rediseño de geometría vial, prepone resolver el actual inadecuado diseño vial Tipo X entre dos vías principales, sustentándose en la funcionabilidad geométrica normativa, como medio de solución a las necesidades de mejoramiento del sistema vial, y como una respuesta a las necesidades poblacionales, impactando en el desarrollo sostenido de crecimiento poblacional que impacta directamente en el flujo de intercambio de Comercio, educación, salud y servicios entre los pueblos.

1.1. Delimitación del problema que motiva el estado del arte

El análisis de las Bases Teóricas del Diseño Geométrico de un Intercambio Vial a desnivel, constituye un documento que analiza, organiza y recopila las técnicas y procedimientos en atención a la escaza e inadecuado diseño actual de la infraestructura vial, sin propuestas y planeamientos de concepción y desarrollos viales, acorde a determinados parámetros. Contiene la información necesaria para diferentes procedimientos, en la elaboración del diseño geométrico de los proyectos, a fin de analizar la categoría y nivel de servicio que permitirá sostener el adecuado diseño vial que satisfaga las necesidades poblacionales, en concordancia con la demás normativas vigente sobre la gestión de la infraestructura vial (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG, 2018, p. 8).

Asimismo, la información recopilada sobre múltiples variables de diseño geométrico, nos permitirá establecer que esta cumple con estándares internacionales como la American Association of State Highway and Transportation Officials Diseño Geométrico de Caminos y Calles AASHTO, 2011.

1.1.1. Campo Temático

Transporte e Infraestructura Vial.

1.1.2. Espacio

Avenida José Gabriel Condorcanqui con Avenida Túpac Amaru

Distrito : La Esperanza

Provincia : Trujillo

Región : La Libertad

1.1.3. Tiempo

Julio de 2018.

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cuál son las Bases Teóricas que permitirán el adecuado Diseño Geométrico de Carreteras, en la intersección de la Avenida José Gabriel Condorcanqui y la Avenida Túpac Amaru, Distrito de la Esperanza Trujillo, 2018?.

1.3. Justificación del Tema

1.3.1. Realidad Problemática

Cualquiera sea el país de que se trate, el transporte automotor por carretera, en sus varios modos y varias modalidades, es el medio de transporte dominante para la movilización de personas y bienes

La ciudad de Trujillo posee un solo medio de acceso para trasporte de la población interdistrital entre la Capital de la Provincia de Trujillo y las Capitales de distrito de la Esperanza y El Milagro, y el ingreso de otras ciudades, existiendo una única intersección entre la Av. Túpac Amaru y Av. José Gabriel Condorcanqui Esperanza, cuya geometría de diseño vial es inadecuada, que resulta ser un medio que no está preparada para afrontar las necesidades de crecimiento poblacional, para lo cual las vías deben adecuarse a las necesidades poblacional, y su diseño a la Geometría de Diseño de Carreteras DG-2018 y a la Norma GH-020 Componentes de Diseño Urbano del Reglamento Nacional de Edificaciones, y cumpliendo con las normas internacionales como la American Association of State Highway and Transportation Officials Diseño Geométrico de Caminos y Calles AASHTO - 2011.

La propuesta de desarrollo de intercambio vial y/o pasos a desnivel, surgen con el fin de facilitar el tránsito, pero este presenta nuevos retos, una de ellas en la geometría de los pasos a desnivel que resulta difíciles de resolver por cuanto le desarrollo de los pueblos y su integración, no han tenido un lectura clara de las necesidades funcionales a futuro del transporte, limitando en muchos casos este tipo de obras, sin medir el costo y el beneficio poblacional.

1.3.2. Aspectos diferenciados de justificación

- La **búsqueda de información general, permitirá establecer indicadores** sobre la inadecuada geometría actual de la intersección de la Avenida Condorcanqui y la Avenida Túpac Amaru.

- Asimismo, las bases teóricas, buscan **aperturar nuevas soluciones a la geometría** actual de la intersección de la Avenida Condorcanqui y la Avenida Túpac Amaru, donde la información clasificada, permitirá obtener todos los recursos contribuyendo en la generación de estrategias de diseño a emplearse, en el desarrollo y diseño vial.

    - **Los antecedentes de clasificación de una vía,** influyen en las perspectivas del Diseño Geométrico de las vías, y la denominada Av. José Gabriel Condorcanqui, era denominada antiguamente Carretera Panamericana Norte, con una sección vial amplia de 4 carriles (2 de ida y vuelta) así como vía lateral auxiliares, constituyeron el único acceso a la ciudad, y con el desarrollo poblacional,

esta vía quedo dentro de la zona urbana, y en la construcción de la vía se aplicó diseños geométricos para carreteras, y con el nacimiento de la vía de evitamiento, se retiró la denominación de carretera panamericana norte.

- **Las normas internacionales, como la AASHTO 2011**, hace una clasificación de vías por zonas, es decir las vías en zonas rurales y vías en zonas urbanas, dicha distinción, no se aplica en el rediseño de vías como la Carretera Central en Lima, la cual al encontrase completamente encerrada en área urbana y con topografía plana o undulada debió darse tratamiento de Vía Urbana, pero por su permanente denominación de carretera, se aplica indicadores de carreteras a una vía integralmente en área urbana, por lo que resultara aplicable el Manual de Diseño Geométrico de Carretas DG-2018 en una zona totalmente urbana, así como aplicable el AASHHTO 2011 para zonas urbanas.

- **Las características físicas topográficas y uso del suelo,** corresponderán a criterios de una vía denominada Carretera Panamericana, su topografía ondulada con pendientes de 6%, sección vial de 40 ml aprox, y en su uso permite el traslado de + de 6000 vh/dia, entre la Capital de Provincia y Capitales de Distrito como La Esperanza y El Milagro.

- **Los indicadores geométricos de diseño del AASHTO 2011,** serán considerados como valores referenciales de consulta cuyos valores son casi similares al Manual de

Diseño Geométrico DG-2018, donde las condiciones topográficas, flujo, historial de vía y antecedentes de diseños de carreteras en zona urbana, permitirá evaluar que la norma peruana de carreta es aplicable a las particularidades del presente caso.

- Los alcances de referencias técnicas, permitirán realizar un análisis que incidan en **aspectos concluyentes en la recopilación de información,** cómo la optimización, relación y secuencias de la información obtenida.

- Desde la perspectiva de otorgar **soluciones basadas en la obtención de información valorativa, se pretende demostrar que la búsqueda de información vial, corresponde al sustento que generan soluciones técnicas y normativas** para un diseño de intercambio vial a desnivel.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Identificar las bases teóricas para un Diseño Geométrico de Intercambio Vial a Desnivel en el Distrito de la Esperanza-Trujillo, 2018.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar la información en las bases teóricas sobre paso a desnivel, que direccione el conocimiento, para logar un acervo documental sobre geometría de intersecciones viales que afectan la producción, costos de transporte, servicios y tasa de accidentes de tránsito.

- Clasificar y seleccionar la información sobre los nuevos indicadores de rediseño vial en el Perú, que afectan al traslado de la población.

- Establecer la categorización vial, que permita generar perfiles de diseño, basados en el manejo de la información de bases teóricas de alcances locales e internacionales.

1.5. PROCEDIMIENTOS METODOLIGOS SEGUIDOS

1.5.1. Técnica de recolección

➢ Revisión documental y análisis al contenido, así como la clasificación y selección de información de Bases Teóricas, con la consiguiente toma de lectura de las condiciones, procesos y consecuencias observables, que servirán de aporte importante en una toma de decisión.

1.5.2. Instrumentos de recolección

Representa el modo y forma que utiliza el investigador para recolectar la información adecuada para su tema, utilizando una Matriz de Datos.

- Ver Anexo 01º, Anexo Nº 02.

1.5.3. Fuentes de Información

Corresponde a los instrumentos diferenciados para la toma de conocimientos, búsqueda y acceso a información necesaria.

- **FUENTE DE DATOS PRIMARIA:**
  - **Norma GH-020 Componentes de Diseño Urbano del Reglamento Nacional de Edificaciones**
    - Decreto Supremo Nº 011-2006 – VIVIENDA
  - **Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018**
    - Resolución Directoral Nº 03-2018-MTC/14 de fecha 30 de enero del 2018.
- **FUENTE DE DATOS SECUNDARIA:**
  - **Diseño Geométrico de Caminos y Calles - AASHTO 2011** - American Association of State Highway and Transportation Officials,
  - **Higway Capacity Manual – HCM 2000**
    Transportation Research Board

II. RESULTADOS RESPECTO A LOS ANTECEDENTES ESTADO DEL ARTE O ESTADO DE LA CUESTION

2.1. ANTECEDENTES

El origen de los pasos a desnivel, es tan antiguo como la historia misma, pues ha resultado ser una solución de la propia naturaleza en la búsqueda de vías de comunicación de los ríos o canales de agua que cruzan montañas, cuevas subterráneas erosionando el suelo, formando cause y trasladando agua, por efectos de traslado de masas móviles de un lugar a otro, resultando iniciativas constantes en la búsqueda de soluciones diversas.

1. (García, Herrera, 2017) **Propuesta de Diseño Geométrico Vial de una Intersección en la Avenida Ciudad de Cali con Calle 72, Bogotá - Colombia 2017**, siguiendo como propuesta el introducir dos nuevos diseños, desarrollados por el autor "Intersección de fases sincronizadas" e "Intercambio de diamantes divergentes"; según el autor estos diseños aprovechan las ventajas de las fase divididas (puentes divididos) por medio de sincronización de señal mejorando teóricamente los movimientos de gran volumen de tráfico en lugares de difícil acceso en la intersección, para desarrollar la propuesta de la intersección en la Av. Ciudad de Cali con calle 72 se realiza un desarrollo de 4 etapas en donde se desglosan los pasos principales que se siguen para realizar el proyecto, teniendo objetivos como el planteamiento de los parámetros de diseño geométrico de la intersección tipo diamante divergente, basado en las normativas del IDU para vías urbanas en Bogotá y el manual de diseño geométrico de carreteras del INVIAS, tendiendo como resultado del análisis para el diseño vertical, que se muestran las pendientes de las cuales ninguna es menor al 0.30% para mantener condiciones de drenaje, de las rampas de accesos y el diseño de la rasante para los dos alineamientos de la Av. Ciudad de Cali;1 y para los de la Calle 72, se muestran y las longitudes de curvas mínima es 35 metros, concluyendo que la implementación del diamante divergente disminuye los puntos de conflicto de la intersección actual a 14, aumenta la cantidad de movimientos permitidos y da una total continuidad a la Avenida Ciudad de Cali.

   El cruce diamante divergente, son muy recientemente usados en el mundo esta propuesta nos dará una visión más amplia sobre las soluciones innovadoras que se presentan los pasos a desnivel y la aplicación de intersección de frases sincronizadas, esta última consiste en adecuar carriles exclusivos paralelos al cuerpo de los

carriles del sentido opuesto, y que sirve para almacenar los vehículos que darán vuelta a la izquierda, antes de la intersección (Intersección de Flujo Continuo en la Ciudad de Puebla, Sarquis y Parada, p.4).

2. (Parrales, 2017) **Análisis del Diseño Geométrico y Alternativas de Solución en la Vía Cantagallo - El Jurón, Parroquia Puerto Cayo, cantón Jipijapa – 2017 Ecuador Provincia de Manabí**, planificado en base a las normas establecidas nacionales e internacionales y se estableció que esta distancia (4+676,04 kilómetros) de estudio de la vía no cumple con las normativas y especificaciones vigentes en el Ecuador. Tuvo como objetivo analizar el diseño geométrico y alternativas de solución en la vía Cantagallo – El Jurón, Parroquia Puerto Cayo, cantón Jipijapa, desde la abscisa 0+000.00 hasta la abscisa 4+676,04, donde se determinó en esta investigación los componentes geométricos negativos de la vía construida y formular mejoras, concluyendo que resulta es necesario que en este tramo de vía (0+00.00 – 4+676,04), se realice variantes o modificaciones de acuerdo a las normas de diseño geométrico de carretera y proporcionar solución al problema existente y el trazado geométrico actual que tiene la vía Cantagallo - El Jirón no cumple con la normativa MTOP del Ecuador, se debe tomar las decisiones para definir un rediseño de la vía.

   Esta investigación, realizo un análisis geométrico, determinando que los componentes de la vida existentes, concluyendo que son negativos. Dicha opinión nos dará luces de como el proyectista rediseña una vía, cuando en la curva no está permitido acelerar, mayormente usado por el poco espacio de la vía, aportando mayores factores de análisis de geometría de carreteras.

3. (Millar y Sebastián, 2017) **Propuesta de Diseño Geométrico Vial, para Dar Solución a la Movilidad de la Intersección de la Avenida Boyacá con la Avenida Rodrigo Lara Bonilla en La Ciudad de Bogotá D.C**., desarrollado en base al método contenido en el manual de diseño geométrico de carreteras, 2008 del Instituto Nacional de Vías. La advertida tesis busca mejorar el diseño geométrico actual de la intersección de la Avenida Boyacá con Avenida Rodrigo Lara Bonilla en la ciudad de Bogotá D.C., obteniendo como resultado que las calzadas vehiculares que existen actualmente están aisladas por un separador muy ancho, por tal motivo se redujo el separador para hacer una nueva calzada vehicular que dará salida y entrada al paso a desnivel, y concluyendo que debido a las condiciones geométricas de la vía y al poco espacio de ejecución cambia la velocidad de diseño inicial debido a que las condiciones geométricas del terreno no permitían cumplir otros parámetros importantes como lo son distancia de parada, distancia de visibilidad de reacción y distancia de frenado.

   En este caso confluyen dos situaciones parecidas a nuestra realidad, la primera es el poco espacio donde se pretende otorgar la propuesta, y la otra corresponde buscar soluciones a los componentes geométricos en función de la naturaleza del proyecto, que inciden en la velocidad de una vía.

4. (Layza, 2016) **Diseño de un Bypass entre los tramos Puente Atocongo y Avenida Mateo Pumacahua -entrada de Villa El Salvador**, para lo cual aplicó la metodología contenida en Manual de Diseño que rigen actualmente para obras de este tipo y como el Manual de Diseño de Puentes brindando por el MTC, con la presencia objetiva de realizar los estudios técnicos necesario para el

diseño de un bypass entre los tramos puente Atocongo y Av. Mateo Pumacahua (Entrada de Villa El Salvador).

Es un diseño cuyo planteamiento general, resulta coincidir con el diseño de una Bypass, rigiéndose por el Manual, por lo que esta será un referente de análisis y análisis de datos, aportando valores, y visualizando su geometría y su sección transversal de vía.

5. (Anaya y Huamani, 2006**) Diseño Geométrico de un Intercambio Vial en el Cruce de la Panamericana Norte con la Av. Tomas Valle – Lima**, basado en la aplicación de las normas Dirección General de Caminos – 2001. Busco objetivos sobre el diseño geométrico de un intercambio basado en las normas DGC-2001, así mismo como aporte en la complementación de este importante elemento del anillo vial de Lima metropolitana que permitirá una mejor funcionalidad y fluidez del tránsito. El intercambio vial a proyectarse en esta zona por el alto índice de accidentes y de congestionamiento que no permiten el ahorro económico y de tiempo y cada vez empeora la calidad de vida humana nos obliga a desarrollar proyectos de esta naturaleza que conlleva con todo a mejorar el desarrollo humano y la infraestructura urbana.

   Lima es una ciudad de grandes necesidades de carreteras, este proyecto fue realizado con las normas del año 2001, el cual nos permitirá hacer una diferencia clara de la evolución de las norma del Manuel de Diseño Geométrico DG-2018 en función de las demandas actuales de diseño de vías.

6. (Fuentes y Sueros, 2013) **Diseño Geométrico y Diseño Estructural del Intercambio Vial en la intersección de la Av. Alfonso Ugarte y la Av. Miguel de Forja en el Cercado de Arequipa**, su desarrollo

se basó en la aplicación de Metodología desarrollada por el TRB en el HCM-2000, que es el documento base de ingeniería de tránsito utilizado en el Perú, buscando como objetico el determinar la Patología de la estructura existente en la intersección de las avenida existente en la intersección de las avenida, donde se observa claramente en los resultados, que el proyecto beneficiará de manera notable la movilidad en la intersección actual, concluyendo que la propuesta de la elaboración de la propuesta diseño se lograra los niveles de seguridad, comodidad y de estética, necesarios para que la intersección, tenga los niveles de serviciabilidad, adecuados para los volúmenes de transito actuales, garantizando su funcionabilidad mientras cumple su vida útil.

Es importante porque tomo métodos de análisis y eficiencias de intersecciones sanforizadas con el TRB usado para semaforizaciones en Lima en el HCM-2000 del HCM 2000 y Synchro, siendo necesario ver si el resultado es positivo, para los efectos de tiempos en las demoras y también en las colas.

2.2. BASES TEORICAS

2.1.1 MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS DG-2018.

- ✓ **Vehículos de Diseño**

  El Diseño Geométrico de Carreteras se efectúa en concordancia con los tipos de vehículos, dimensiones, pesos y demás características, contenidas en el Reglamento Nacional de Vehículos, vigente.

Las características físicas y la proporción de vehículos de distintos tamaños que circulan por las carreteras, son elementos clave en su diseño geométrico. Por ello, se hace necesario examinar los tipos de vehículos, establecer grupos y seleccionar el tamaño representativo dentro de cada grupo. Estos vehículos seleccionados, con peso representativo, dimensiones y características de operación, utilizados para establecer los criterios de los proyectos de las carreteras, son conocidos como vehículos de diseño.

Las características de los vehículos tipo indicados, definen los distintos aspectos del dimensionamiento geométrico y estructural de una carretera.

Tabla Nº 1.

Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras
Según Reglamento Nacional de Vehículos (D.S. N° 058-2003-MTC o el que se encuentre vigente)

Tipo de vehiculo	Alto total	Ancho Total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio mín. rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1.30	2.10	0.15	1.80	5.80	0.90	3.40	1.50	7.30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4.10	2.60	0.00	2.60	13.20	2.30	8.25	2.65	12.80
Ómnibus de tres ejes (B3•1)	4.10	2.60	0.00	2.60	14.00	2.40	7.55	4.05	13.70
Ómnibus de cuatro ejes (B4•1)	4.10	2.60	0.00	2.60	15.00	3.20	7.75	4.05	13.70
Ómnibus articulado (BA•1)	4.10	2.60	0.00	2.60	18.30	2.60	6.70 / 1.90 /4.00	3.10	12.80
Semirremolque simple (T2S1)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	6.00 /12.50	0.80	13.70
Remolque simple (C2R1)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	10.30 / 0.80 / 2.15 / 7.75	0.80	12.80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.40 / 6.80 /1.40 / 6.80	1.40	13.70
Semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.45 / 5.70 /1.40 / 2.15 / 5.70	1.40	13.70
Semirremolque simple (T3S3)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	5.40 / 11.90	2.00	1

✓ Giro Mínimo de Vehículos

Vehículo ligero

Tabla Nº 2.

Vehículo ligero (VL) Radios máximos/mínimos y ángulos

Ángulo trayectoria	Rmáx exterior vehículo (E)	Rmín interior vehículo (I)	Rmín Interior Rueda (J)	Ángulo máximo dirección
30º	7.76 m	5.14 m	5.28 m	17.8º
60º	7.84 m	4.73 m	4.88 m	24.2º
90º	7.87 m	4.59 m	4.74 m	26.4º
120º	7.88 m	4.54 m	4.69 m	27.3º
150º	7.88 m	4.52 m	4.67 m	27.6º
180º	7.88 m	4.51 m	4.66 m	27.7º

Similar a "Minimum Turning Path for Passenger Car (P) Design Vehicle", en la norma AASHTO.

Ómnibus de Dos ejes – B2

Tabla Nº 3

Radios máximos/mínimos y ángulos

Ángulo trayectoria	R máx Exterior vehículo (E)	R mín Interior Rueda (J)	Ángulo Máximo dirección
30º	13.76 m	10.17 m	20.2º
60º	14.09 m	8.68 m	30.0º
90º	14.24 m	7.96 m	34.9º
120º	14.31 m	7.59 m	37.4º
150º	14.35 m	7.40 m	38.7º
180º	14.37 m	7.30 m	39.3º

Similar a "Minimum Turning Path for City Transit Bus (CITY-BUS) Design Vehicle" en la norma AASHTO.

Ómnibus de Tres Ejes – B3-1

Tabla Nº 4

Radios máximos/mínimos y ángulos

Ángulo trayectoria	R máx. Exterior Vehículo (E)	R mín. interior Rueda (J)	Ángulo máximo dirección
30º	14.66 m	10.80 m	19.1º
60º	14.95 m	9.67 m	27.2º
90º	15.07 m	9.20 m	30.7º
120º	15.12 m	9.00 m	32.2º
150º	15.14 m	8.91 m	32.9º
180º	15.15 m	8.87 m	33.2º

Similar a "Minimum Turning Path for Intercity Bus (BUS-14 [BUS-45]) Design Vehicle" en la norma AASHTO.

Ómnibus de Cuatro Ejes – B4-1

Tabla Nº 5

Radios máximos/mínimos y ángulos

Ángulo trayectoria	R máx. Exterior vehículo (E)	R mín. Interior rueda (J)	Ángulo máximo dirección
30º	15.06 m	10.83 m	19.3º
60º	15.45 m	9.63 m	27.7º
90º	15.61 m	9.12 m	31.4º
120º	15.68 m	8.89 m	33.0º
150º	15.70 m	8.79 m	33.8º
180º	15.72 m	8.74 m	34.1º

Ómnibus Articulado BA-1

Tabla Nº 6

Radios máximos/mínimos y ángulos

Ángulo trayectoria	R máx. exterior vehículo (E)	R mín. interior vehículo (I)	Ángulo Máximo dirección	Ángulo Máximo articulación
30º	13.66 m	9.06 m	19.0º	11.6º
60º	14.08 m	8.41 m	26.4º	21.3º
90º	14.25 m	8.05 m	29.4º	27.5º
120º	14.30 m	7.86 m	30.6	30.9º
150º	14.32 m	7.76 m	31.2º	32.7º
180º	14.33 m	7.72 m	31.4º	33.6º

Similar a "Minimum Turning Path for Articulated Bus (A-BUS) Design Vehicle" en la norma AASHTO.

Semiremolque Simple (T2 S1)

Tabla Nº 7

Semirremolque simple (T2S1)
Radios máximos/mínimos y ángulos

Ángulo trayectoria	R máx. Exterior Vehículo (E)	R mín. interior Vehículo (I)	Ángulo máximo dirección	Ángulo máximo articulación
30º	14.08 m	8.73 m	17.6º	15.1º
60º	14.20 m	6.89 m	23.2º	29.23º
90º	14.24 m	5.41 m	25.0º	41.1º
120º	14.26 m	4.19 m	25.7º	50.8º
150º	14.26 m	3.14 m	25.9º	58.5º
180º	14.27 m	2.22 m	25.9º	65.4º

Remolque Simple (C2 S1)

Tabla Nº 8

Radios máximos/mínimos y ángulos

Ángulo trayectoria	R máx. exterior Vehículo (E)	R mín. interior Vehículo (I)	Ángulo máximo dirección	Ángulo máximo articulación camión	Ángulo máximo articulación remolque
30º	13.25 m	7.94 m	22.1º	5.6º	9.3º
60º	13.49 m	6.21 m	34.2º	10.6º	18.7º
90º	13.61 m	4.81 m	41.3º	14.6º	27.8º
120º	13.68 m	3.66 m	45.6º	17.8º	36.5º
150º	13.71 m	2.67 m	48.3º	20.3º	44.6º
180º	13.74 m	1.79 m	50.1º	22.2º	52.3º

Similar a "Minimum Turning Path for Double-Trailer Combination (WB-20D [WB-67D]) Design Vehicle" en la norma AASHTO.

Remolque Doble (T3S 252)

Tabla Nº 9

Radios máximos/mínimos y ángulos

Ángulo trayectoria	Rmáx exterior vehículo (E)	Rmín interior vehículo (I)	Ángulo máximo dirección	Ángulo máximo articulación camión	Ángulo máximo articulación remolque
30º	14.06 m	9.25 m	16.7º	12.1º	10.5º
60º	14.17 m	7.95 m	21.3º	22.1º	20.6º
90º	14.20 m	7.02 m	22.7º	28.7º	29.5º
120º	14.21 m	6.35 m	23.0º	32.6º	36.9º
150º	14.21 m	5.87 m	23.2º	34.7º	42.7º
180º	14.22 m	5.53 m	23.2º	35.8º	47.0º

- ✓ **Características del tránsito**

Las características y el diseño de una carretera deben basarse, explícitamente, en la consideración de los volúmenes de tránsito y de las condiciones necesarias para circular por ella, con seguridad vial ya que esto le será útil durante el desarrollo de carreteras y planes de transporte, en el análisis del comportamiento económico, en el establecimiento de criterios de definición geométrica, en la selección e implantación de medidas de control de tránsito y en la evaluación del desempeño de las instalaciones de transportes.

- ✓ **Índice medio diario anual (IMDA)**

  La carretera se diseña para un volumen de tránsito, que se determina como demanda diaria promedio a servir hasta el final del período de diseño, calculado como el número de vehículos promedio, que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual.

  La IMDA (Intensidad Media Diaria Anual), se utiliza para el planeamiento: proyección de vías, acondicionamiento de pavimento, determinación de tendencias en el uso de las vías, determinación de características geométricas de carácter general, señalización e iluminación, estudios ambientales, impacto acústico, etc.

- ✓ **Volumen horario de diseño (VHD)**

  En caminos de alto tránsito, es el volumen horario de diseño (VHD), y no el IMDA, lo que determina las características que deben otorgarse al proyecto, para evitar problemas de congestión y determinar condiciones de servicio aceptables. Por lo tanto, una decisión clave para el diseño, consiste en determinar cuál de estos volúmenes de tránsito por hora, debe ser utilizado como base para el diseño.

  $$\text{VHDaño}_{i} = 0.12 \sim 0.18\ \text{IMDAaño}_{i}$$

  Coeficientes del orden de 0.12 corresponden por lo general a carreteras de tránsito mixto con variaciones estacionales moderadas.

  Coeficientes del orden de 0.18 se asocian a carreteras con variaciones estacionales marcadas, causadas normalmente por componentes de tipo turístico.

- ✓ **Crecimiento del tránsito**

$$P_f = P_0(1 + T_c)^n$$

Dónde:

P_f : tránsito final.

P_0 : tránsito inicial (año base).

T_c : tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo.

n : año a estimarse.

(*) La proyección debe también dividirse en dos partes. Una proyección para vehículos de pasajeros que crecerá aproximadamente al ritmo de la tasa de crecimiento de la población y una proyección de vehículos de carga que crecerá aproximadamente con la tasa de crecimiento de la economía. Ambos índices de crecimiento correspondientes a la región que normalmente cuenta con datos estadísticos de estas tendencias.

- ✓ **Velocidad de diseño**

Tabla Nº 10

Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de tercera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

Tabla Nº 11

Ecuaciones de Fitzpatrick para la estimación de velocidades de operación

	Condiciones de alineamiento	Ecuación
1	Curva horizontal sobre pendiente (-9% < i < -4%)	$V_{85} = 102.10 - \frac{3077.13}{R}$
2	Curva horizontal sobre pendiente (-4% < i < 0%)	$V_{85} = 105.98 - \frac{3709.90}{R}$
3	Curva horizontal sobre pendiente (0% < i < 4%)	$V_{85} = 104.82 - \frac{3574.51}{R}$
4	Curva horizontal sobre pendiente (4% < i < 9%)	$V_{85} = 96.61 - \frac{2752.19}{R}$
5	Curva horizontal combinada con curvas cóncavas (sag)	$V_{85} = 105.32 - \frac{3438.19}{R}$
6	Curva horizontal combinada con curvas convexas sin limitación de visibilidad	(Nota 2)
7	Curva horizontal combinada con curvas convexas con limitación de visibilidad (K≤ 43 m / %)	$V_{85} = 103.24 - \frac{3576.31}{R}$; (nota 2)
8	Curva vertical cóncava sobre recta horizontal	V_{85} se asume como la velocidad deseada
9	Curva vertical convexa con distancia de visibilidad no limitada (K> 43 m / %) sobre recta horizontal	V_{85} se asume como la velocidad deseada
10	Curva vertical convexa con distancia de visibilidad limitada (K≤ 43 m / %) sobre recta horizontal	$V_{85} = 105.08 - \frac{149.69}{K}$

- ✓ **Valores del sobreancho**

El sobre ancho variará en función del tipo de vehículo, del radio de la curva y de la velocidad de diseño y se calculará con la siguiente figura y fórmula.

Figura Nº 1

Sobreancho en las curvas

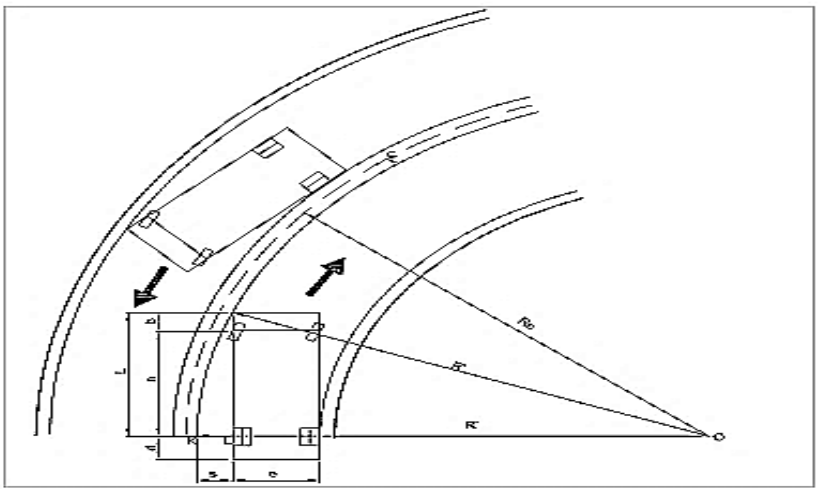


Tabla Nº 12

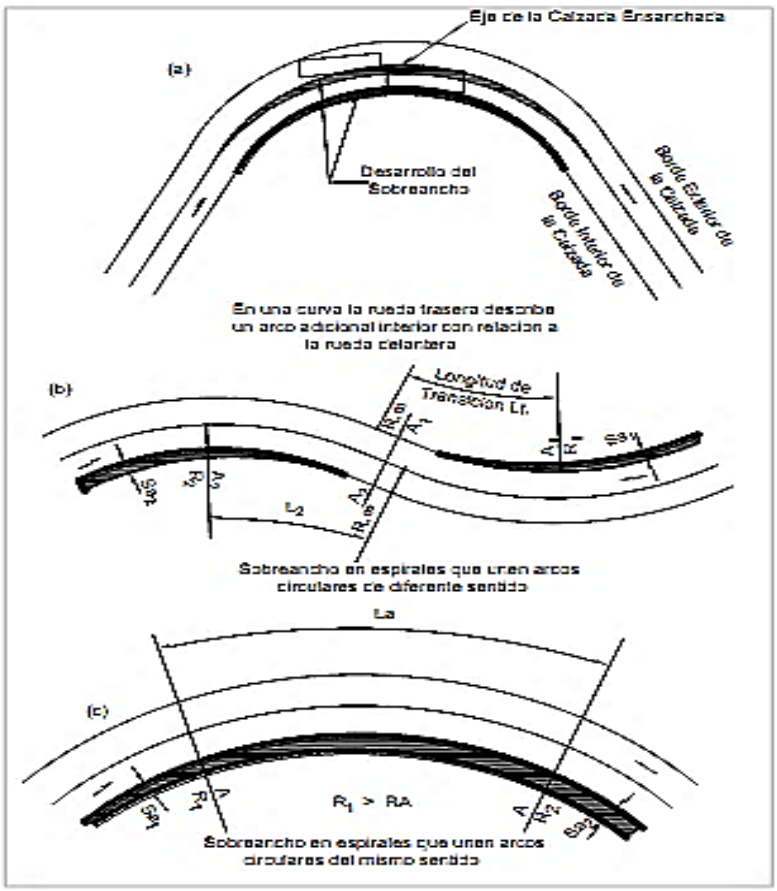
Factores de reducción del sobreancho para anchos de calzada en tangente de 7.20m

Radio (R) (m)	Factor de reducción	Radio (R) (m)	Factor de reducción
25	0.86	90	0.60
28	0.84	100	0.59
30	0.83	120	0.54
35	0.81	130	0.52
37	0.8	150	0.47
40	0.79	200	0.38
45	0.77	250	0.27
50	0.75	300	0.18
55	0.72	350	0.12
60	0.70	400	0.07
70	0.69	450	0.08
80	0.63	500	0.05

Nota: El valor mínimo del sobreancho a aplicar es de 0.40 m

Figura Nº 2

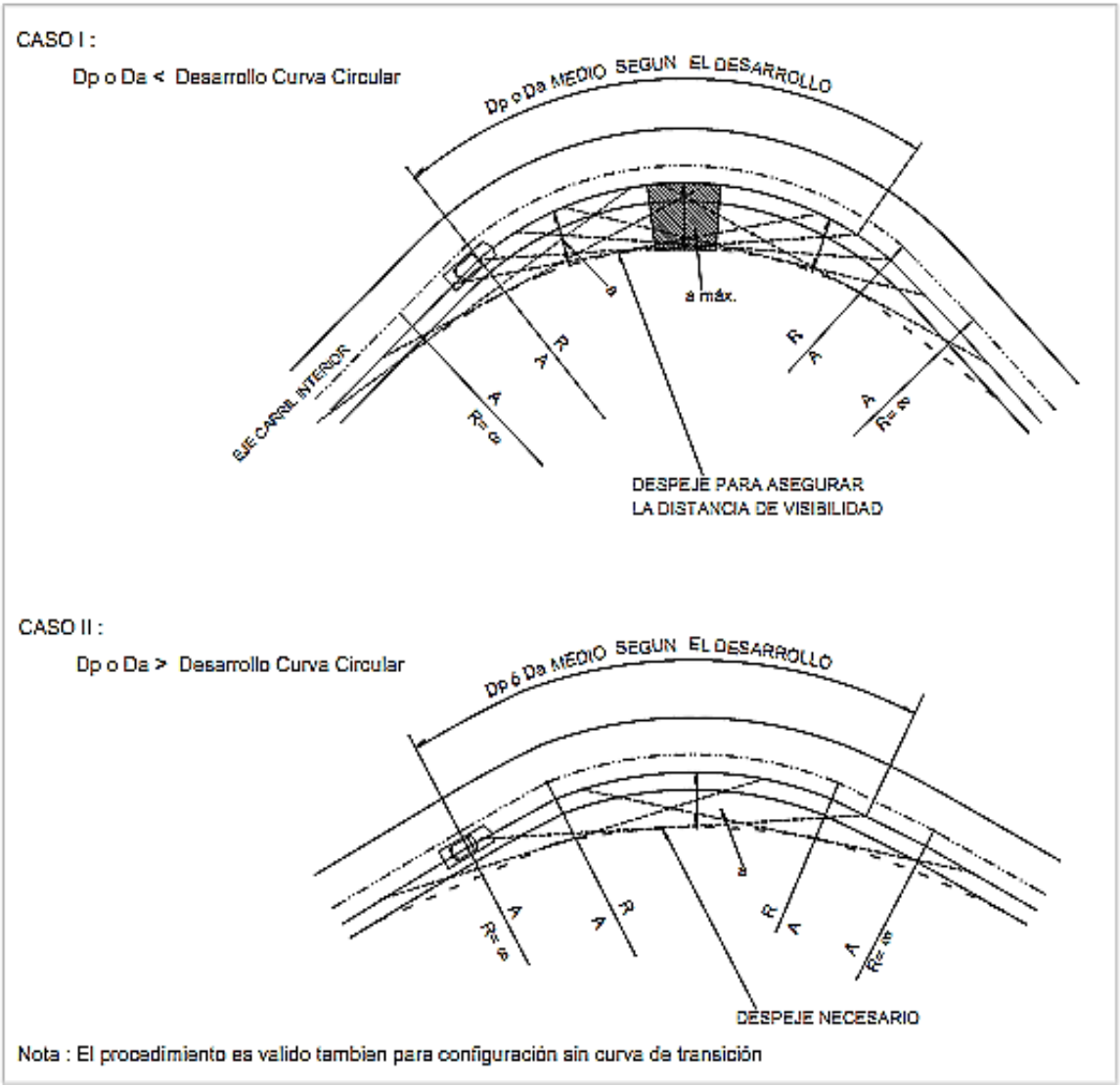
✓ **Distribución de sobreancho en sectores de transición circular**



- ✓ **Verificación de la distancia de visibilidad**

Figura Nº 3

Determinación gráfica de distancias de visibilidad en curvas en planta casos I y II



En el caso I, la zona sombreada indica el ancho máximo de despeje requerido (a_{max}) para lograr la distancia de visibilidad necesaria. Dicho valor puede ser calculado analíticamente mediante la fórmula siguiente:

$$a_{máx} = \frac{Dv^2}{8R}$$

- ✓ **Distancias mínimas a los obstáculos fijos,**

  En tramos en tangente, medidos desde el borde exterior de la berma, hasta el borde del objeto.

Tabla Nº 13

Distancias mínimas a obstáculos fijos

Descripción	Distancia (m)
Obstáculos aislados (pilares, postes, etc.)	1.50 (0.60)
Obstáculos continuos (muros, paredes. Barreras, etc.)	0.60 (0.30)
Pared, muro o parapeto, sin flujo de peatones	0.80 (0.60)
Pared, muro o parapeto, con flujo de peatones	1.50

El mínimo ancho que deberá quedar libre de obstrucciones a la visibilidad será el calculado por la siguiente fórmula:

$$a_{mín} = R\left(1 - Cos\frac{28.65\ D_p}{R}\right)$$ v

Dónde:

$a_{mín}$: Ancho mínimo libre.
R : Radio de la curva horizontal.
D_p : Distancia de parada

- ✓ **Frecuencia de las zonas adecuadas para adelantar**

  Teniendo en cuenta que la visibilidad de adelantamiento requerida es superior a la de parada, la orografía no permite mantener un trazado con distancias de adelantamiento adecuadas.

Tabla Nº 14

Porcentaje del tramo con visibilidad adecuada para adelantar

Tipo de terreno	% Mínimo	% Deseable
Plano	45	≥65
Ondulado	30	≥50
Accidentado o escarpado	20	≥30

- ✓ **Diseño geométrico en perfil**

El diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical, está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a los cuales dichas rectas son tangentes; en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquellas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas.

El alineamiento vertical deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible.

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas verticales que pueden ser cóncavas o convexas, y el de la velocidad de diseño y a su vez, controla la distancia de visibilidad.

El perfil longitudinal está controlado principalmente por la Topografía, Alineamiento, horizontal, Distancias de visibilidad, Velocidad de proyecto, Seguridad, Costos de Construcción, Categoría de la vía, Valores Estéticos y Drenaje.

Tabla Nº 15

Pendientes máximas (%)

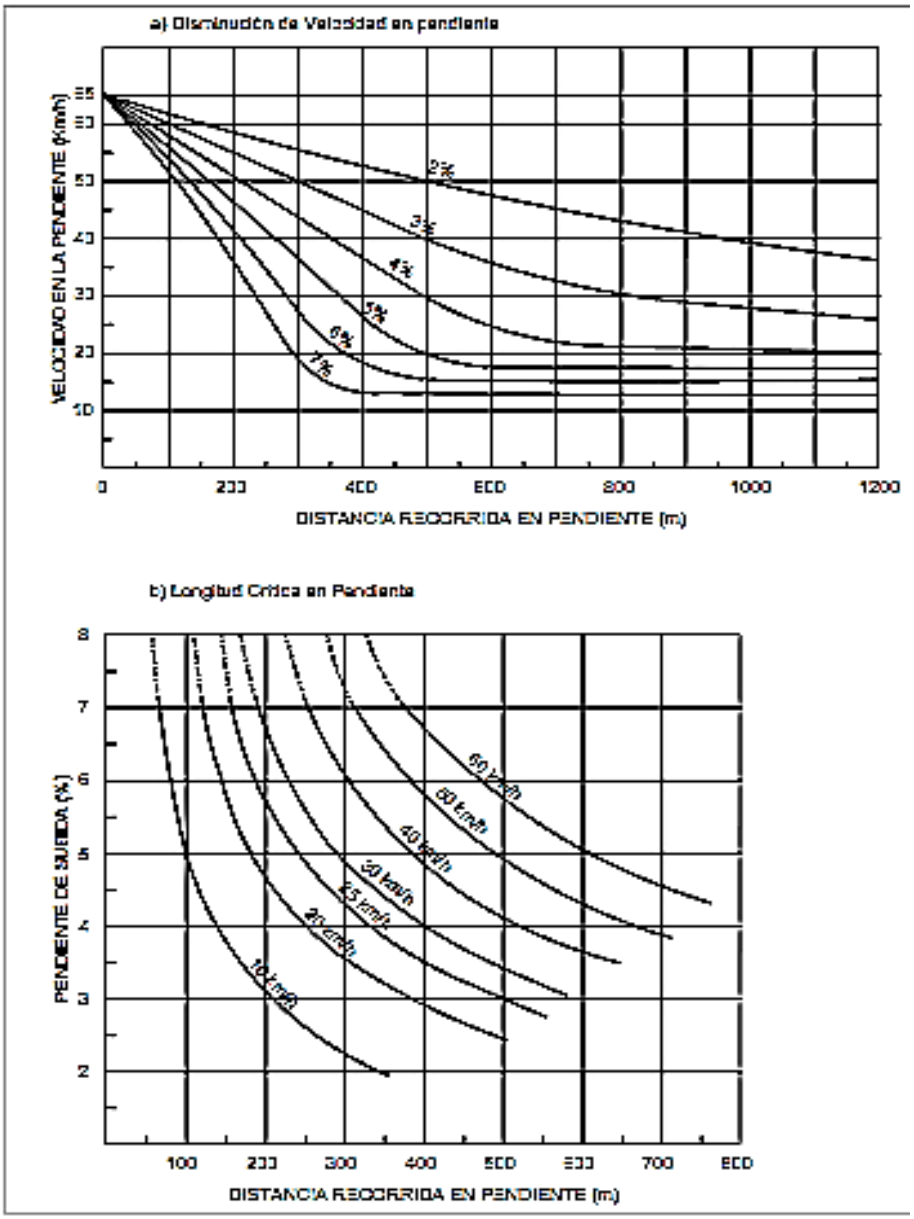
Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
Vehículos/día	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			10.00	10.00
40 km/h																9.00	8.00	9.00	10.00	
50 km/h											7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00		
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00		
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00							
110 km/h	4.00	4.00			4.00															
120 km/h	4.00	4.00			4.00															
130 km/h	3.50																			

- ✓ **Pendientes máximas excepcionales**

  Excepcionalmente, el valor de la pendiente máxima podrá incrementarse hasta en 1%, para todos los casos. Deberá justificarse técnica y económicamente la necesidad de dicho incremento.

- ✓ **Disminución de velocidad (a) y magnitud crítica (b), en pendientes**

Figura Nº 4


a) Disminución de Velocidad en pendiente
VELOCIDAD EN LA PENDIENTE (Km/h)
DISTANCIA RECORRIDA EN PENDIENTE (m)
3%
4%
5%
6%
7%
b) Longitud Crítica en Pendiente
PENDIENTE DE SUBIDA (%)
DISTANCIA RECORRIDA EN PENDIENTE (m)
60 km/h
50 km/h
40 km/h
30 km/h
25 km/h
20 km/h
10 km/h

✓ Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas

Figura Nº 5

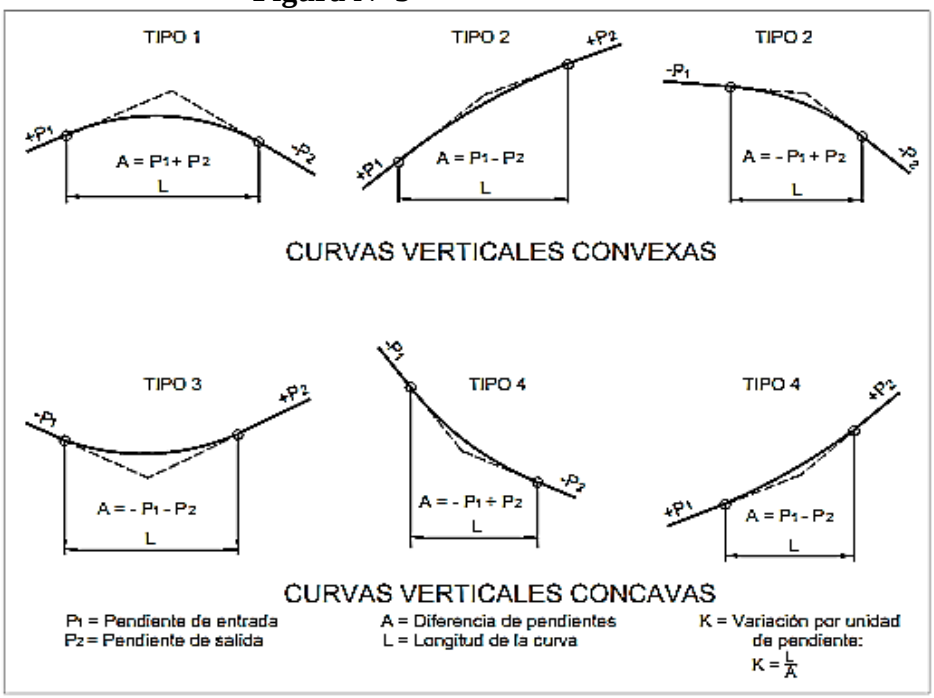
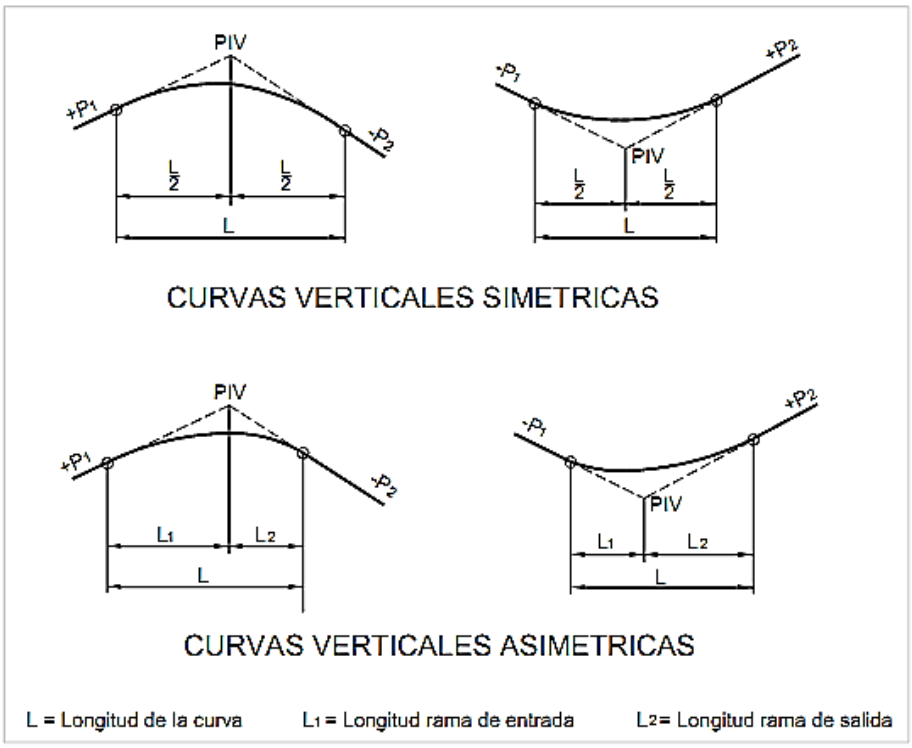


Figura Nº 6



✓ **Derechos de Vía**

Tabla Nº 16

Anchos mínimos de Derecho de Vía

Clasificación	Anchos mínimos (m)
Autopistas Primera Clase	40
Autopistas Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25
Carretera Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

✓ **Intersecciones a desnivel**

- Es una solución de diseño geométrico, para posibilitar el cruzamiento de dos o más carreteras o con vías férreas en niveles diferentes, con la finalidad de que los vehículos puedan realizar todos los movimientos posibles de cambios de trayectoria de una carretera a otra, con el mínimo de puntos de conflicto posible.

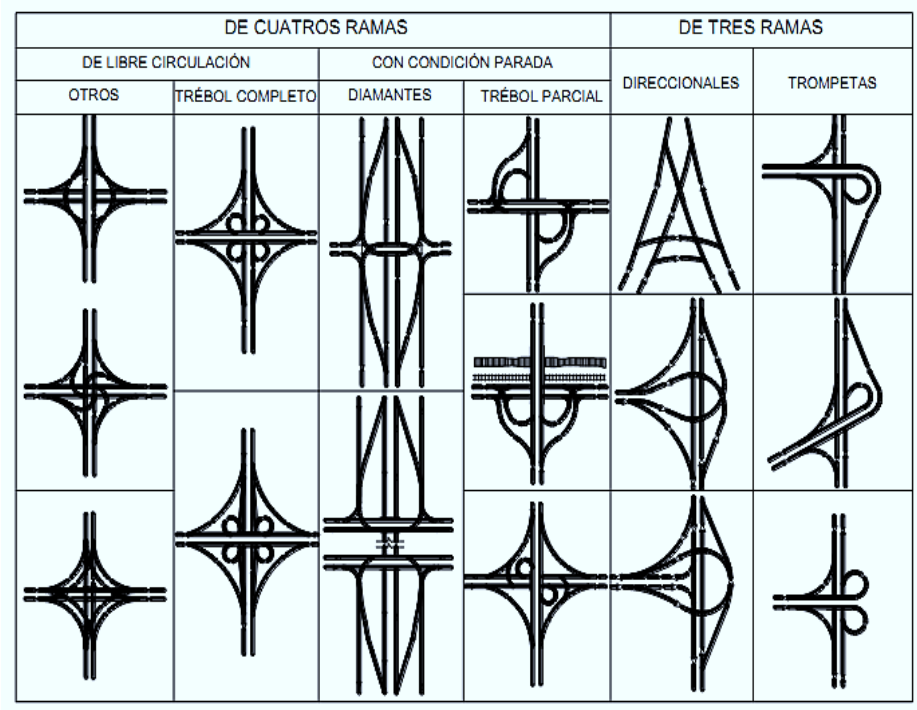
- Un paso a desnivel se construye, con el objeto de aumentar la capacidad o el nivel de servicio de intersecciones importantes, con altos volúmenes de tránsito y condiciones de seguridad vial insuficientes, o para mantener las características funcionales de un itinerario sin intersecciones a nivel.

- Las intersecciones, deben contener las mejores condiciones posibles de seguridad, visibilidad, funcionalidad y capacidad.

- En las autopistas de Primera Clase, es condición indispensable que toda intersección sea a desnivel, en cambio en las autopistas de Segunda Clase y carreteras de Primera Clase, es posible la combinación de intersecciones a nivel y desnivel.

✓ **Clasificación y tipo de intersecciones a desnivel**

Figura Nº 7

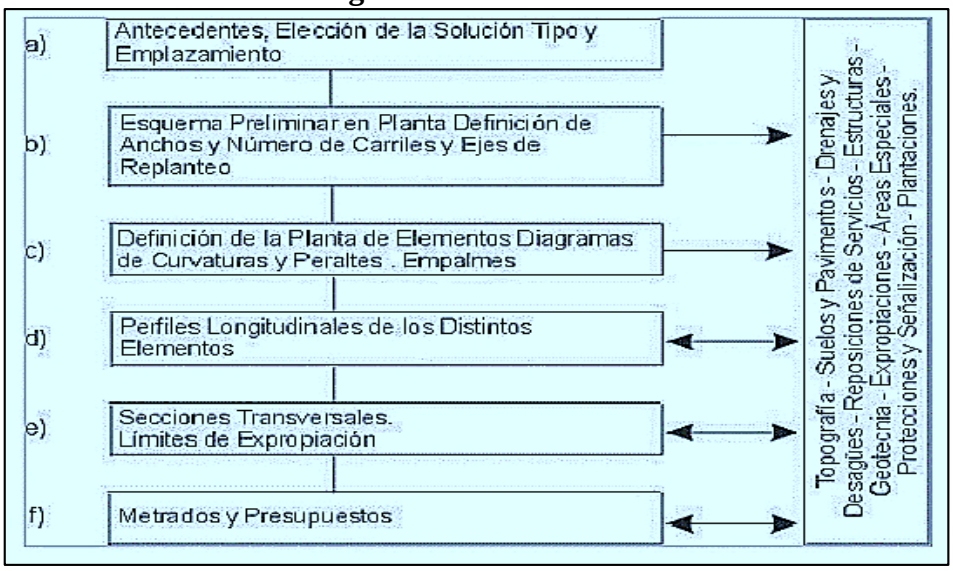


✓ **Esquema General de diseño geométrico**

Se presenta una secuencia general de las actividades que comprenden el diseño geométrico de un intercambio vial a desnivel

Secuencia general de actividades de diseño geométrico de un intercambio vial a desnivel.

Figura Nº 8



✓ **Capacidad de las vías y flujos emergente**

Tabla Nº 17

Capacidad de las vías en intersecciones a desnivel

Tipo de Via	Ancho del Carril (metros)	Capacidad por carril (vehiculo/hora)
Via Principal	3,60	1.500
Via Secundaria	3,30	1.350
Via de Enlace		1.200
Carril de Deceleración		1.200, Colocar señal informativa antes de llegar a la intersección (200 m).

✓ **Diseño en planta**

Sección de entrecruzamiento

La sección de entrecruzamiento corresponde a aquella dónde se entrecruzan los distintos flujos vehiculares que siguen un mismo sentido de circulación, la cual consta del número mínimo de carriles que se requiere en la sección de entrecruzamiento, y la longitud mínima de la indicada sección de entrecruzamiento.

El número mínimo de carriles de entrecruzamiento, se determina de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$N = \frac{(W1 + K\,W2 + F1 + F2)}{C}$$

Dónde:

N : Número de carriles de entrecruzamiento.
W1 : Volumen vehicular mayor que se entrecruza.
K : Factor de entrecruzamiento (1 a 3)
W2 : Volumen vehicular menor que se entrecruza.
F1, F2 : Flujos exteriores que no se entrecruzan.
C : Capacidad normal del carril de la vía principal.

✓ **Niveles de Servicio**

Tabla Nº 18

Volúmenes vehiculares de servicio según calidad de flujo

Calidad de Flujo	C: (Volumen por carril)
I	2.000
II	1.900
III	1.800
IV	1.700
V	1.600

Tabla Nº 19

Relación entre el nivel de servicio y la calidad de flujo en tramos de entrecruzamiento

Nivel de servicio	Calidad de flujo en tramos de entrecruzamiento			
	Autopistas		Carreteras de dos carriles	Vías urbanas
	En la propia carretera	Carreteras conexión, colectoras, distribuidoras y de enlace		
A	I-III	II-III	II	III-IV
B	II	III	II-III	III-IV
C	II-III	III-IV	III	IV
D	III-IV	IV	IV	
E	IV-V	V	V	IV
F		Insatisfactorio		V

2.1.2. NORMA GH-020 COMPONENTES DE DISEÑO DE VIAS DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

Las características de las secciones de vías que conforman del sistema vial primario de la ciudad serán establecidas por el Plan de Desarrollo Urbano estarán constituidas por vías expresas, vías arteriales y vías colectoras.

Tabla Nº 20

	TIPO DE HABILITACION					
	VIVIENDA			COMER-CIAL	INDUS-TRIAL	USOS ESPE-CIALES
VIAS LOCALES PRINCIPALES						
ACERAS O VEREDAS	1.80	2.40	3.00	3.00	2.40	3.00
ESTACIONAMIENTO	2.40	2.40	3.00	3.00 - 6.00	3.00	3.00-6.00
CALZADAS O PISTAS (modulo)	3.60 sin separador central	3.00 ó 3.30 con separador central		3.60	3.60	3.30-3.60
VIAS LOCALES SECUNDARIAS						
ACERAS O VEREDAS	1.20			2.40	1.80	1.80-2.40
ESTACIONAMIENTO	1.80			5.40	3.00	2.20-5.40
CALZADAS O PISTAS (modulo)	2.70			3.00	3.60	3.00

Notas: Las medidas indicadas están indicadas en metros

Tabla Nº 21

Las veredas en pendiente tendrán descansos de 1.20 m. de longitud, de acuerdo a lo siguiente:

Pendientes hasta 2%	tramos de longitud mayor a 50 m.
Pendientes hasta 4%	cada 50 m. como máximo
Pendientes hasta 6%	cada 30 m. como máximo
Pendientes hasta 8%	cada 15 m. como máximo
Pendientes hasta 10%	cada 10 m. como máximo
Pendientes hasta 12%	cada 5 m. como máximo

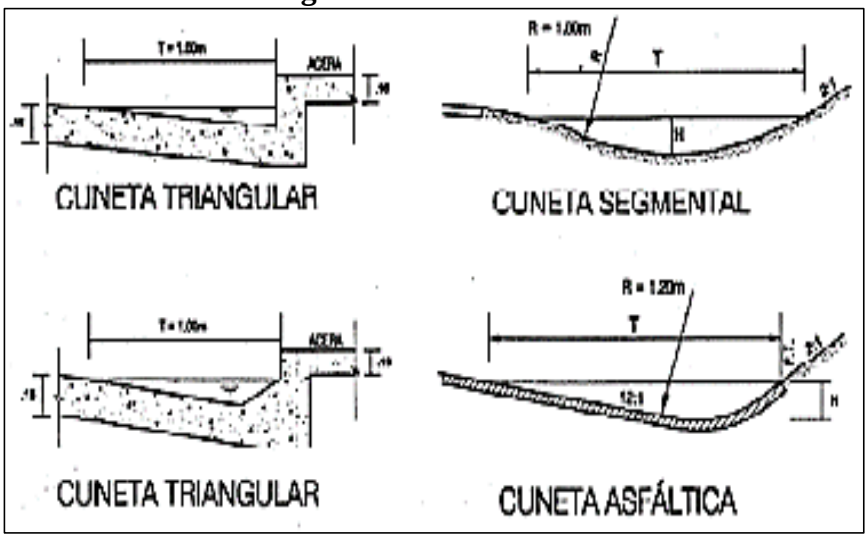
2.1.3. NORMA OS-060 DRENAJE PLUVIAL URBANO DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

El objetivo de la presente norma, es establecer los criterios generales de diseño que permitan la elaboración de proyectos de Drenaje Pluvial Urbano que comprenden la recolección, transporte y evacuación a un cuerpo receptor de las aguas pluviales que se precipitan sobre un área urbana

Tabla Nº 22

Cunetas de las Calles	Coeficiente de Rugosidad *N*
a. Cuneta de Concreto con acabado paleteado	0,012
b. Pavimento Asfáltico	
1) Textura Lisa	0,013
2) Textura Rugosa	0,016
c. Cuneta de concreto con Pavimento Asfáltico	
1) Liso	0,013
2) Rugoso	0,015
d. Pavimento de Concreto	
1) Acabado con llano de Madera	0,014
2) Acabado escobillado	0,016
e. Ladrillo	0,016
f. Para cunetas con pendiente pequeña, donde el sedimento puede acumularse, se incrementarán los valores arriba indicados de n, en:	0,002

Figura Nº 9



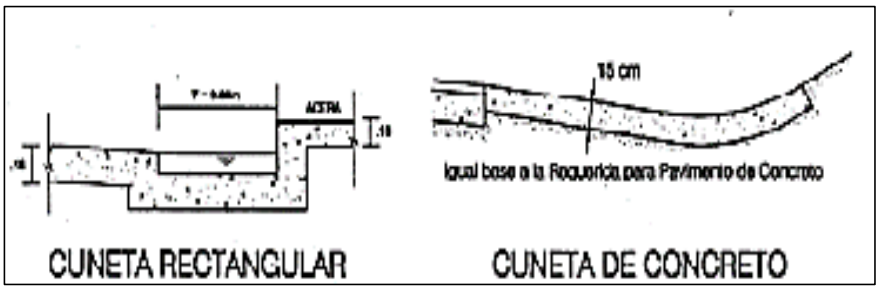
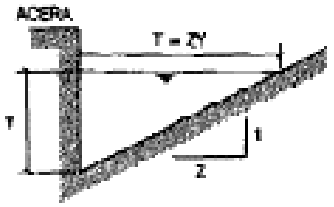


Figura Nº 10

ECUACIÓN DE MANNING EN LA DETERMINACIÓN DE CAUDALES EN CUNETAS TRIANGULARES



$$Q = 315 \frac{Z}{n} S^{\frac{1}{2}} Y^{\frac{8}{3}} \left[\frac{Z}{1 + \left(1 + Z^2\right)^{\frac{1}{2}}} \right]^{\frac{5}{3}}$$

SECCIÓN : TRIÁNGULO RECTÁNGULO

SECCIÓN : COMPUESTA

Q = Caudal en litros/seg
n = Coeficiente de rugosidad de Manning
S = Pendiente Longitudinal del Canal
Z = Valor reciproco de la Pendiente Transversal (1:Z)
Y = Tirante de agua en metros
T = Ancho Superficial en metros
P = Perímetro mojado en metros

Figura Nº 11

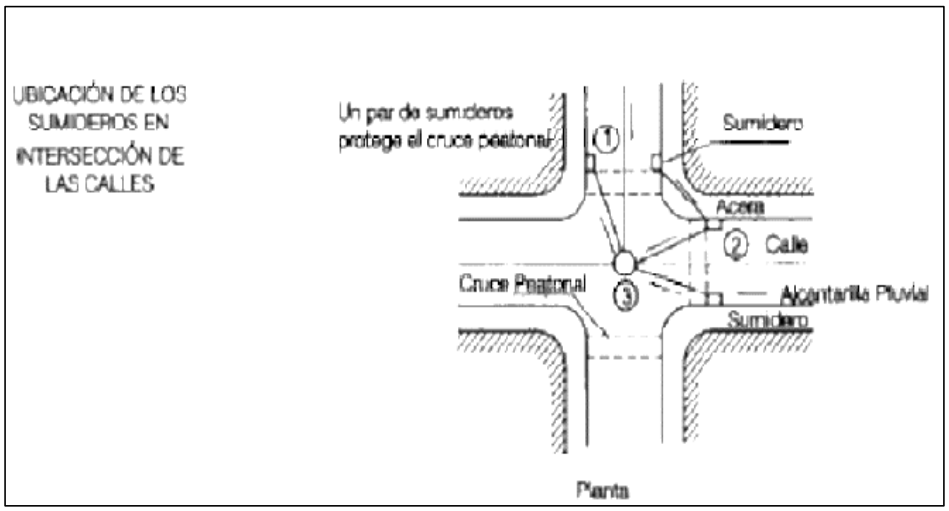


Tabla Nº 24

Coeficientes de escorrentía promedio para áreas urbanas
Para 5 y 10 años de Periodo de Retorno

Características de la superficie	Coeficiente de Escorrentia
Calles	
Pavimento Asfáltico	0,70 a 0,95
Pavimento de concreto	0,80 a 0,95
Pavimento de Adoquines	0,70 a 0,85
Veredas	0,70 a 0,85
Techos y Azoteas	0,75 a 0,95
Césped, suelo arenoso	
Plano (0 - 2%) Pendiente	0,05 a 0,10
Promedio (2 - 7%) Pendiente	0,10 a 0,15
Pronunciado (>7%) Pendiente	0,15 a 0,20
Césped, suelo arcilloso	
Plano (0 - 2%) Pendiente	0,13 a 0,17
Promedio (2 - 7%) Pendiente	0,18 a 0,22
Pronunciado (>7%) Pendiente	0,25 a 0,35
Praderas	0.20

2.1.4. DISEÑO GEOMÉTRICO DE CAMINOS Y CALLES – AASHTO 2011.

American Association Of State Highway And Transportation Officials

- ✓ **Definiciones de zonas urbanas y rurales**

Las zonas urbanas y rurales tienen características fundamentalmente diferentes con respecto a densidad y tipo de uso de la tierra, densidad de redes de calle caminos, naturaleza de patrones de viaje, y la manera en que estos elementos se relacionan. En consecuencia, los sistemas funcionales urbanos y rurales se clasifican por separado.

Las zonas urbanas son los lugares en los límites fijados por los responsables estatales y locales (población ≥ 5.000). Las zonas urbanas se subdividen en zonas urbanizadas (población ≥ 50.000) y pequeñas zonas urbanas (población de 5.000 a 50.000). Para diseñar debe usarse la previsión de población del año de diseño.

Las zonas rurales son las zonas fuera de los límites de las zonas urbanas (ASSHTO, Capitulo 1, pag. 6)

- ✓ **CAPACIDAD DEL CAMINO**

El término “capacidad” se utiliza para expresar la tasa máxima por hora en la que personas o vehículos, se puede esperar razonablemente que atravesar un punto (es decir, una sección uniforme de un carril o calzada a) durante un período de tiempo dado bajo calzada pre-dominante y las condiciones de tránsito.

Figura Nº 12

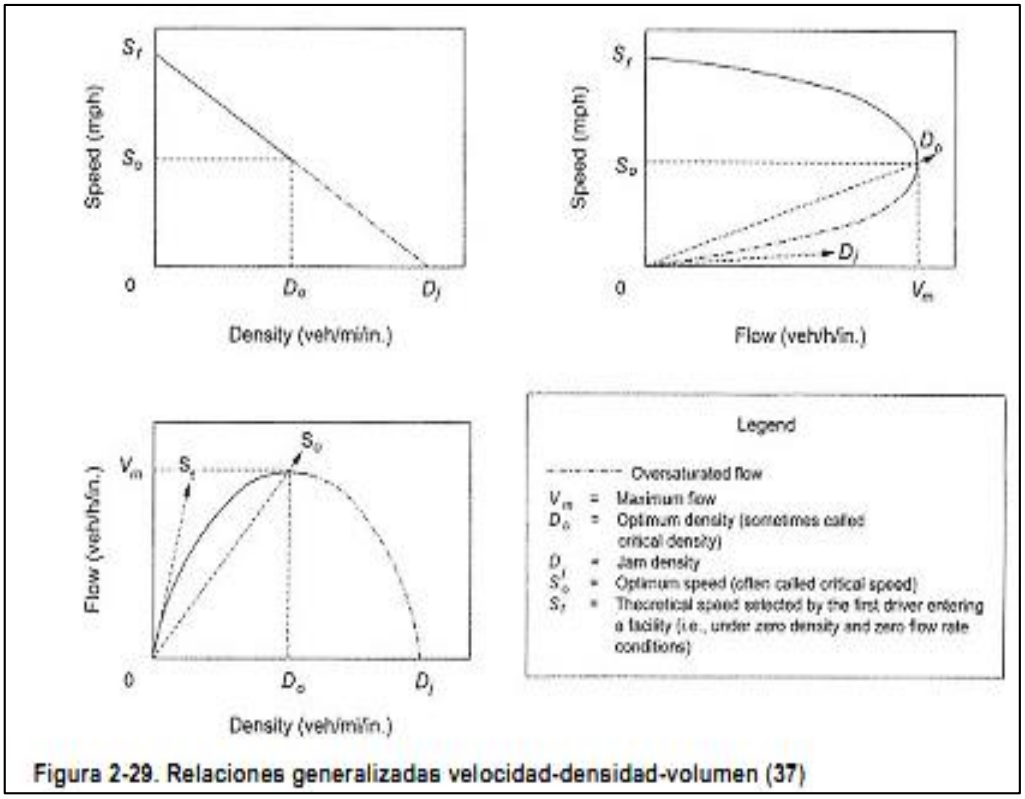


Figura 2-29. Relaciones generalizadas velocidad-densidad-volumen (37)

Tabla 2-4. Definiciones generales de los Niveles de Servicio

Level of Service	General Operating Conditions
A	Free flow
B	Reasonably free flow
C	Stable flow
D	Approaching unstable flow
E	Unstable flow
F	Forced or breakdown flow

Nota: Las definiciones específicas de los niveles de servicio de la A a la F variar por tipo de establecimiento y se presentan en el MCC (37).

- ✓ **GUÍA PARA LA SELECCIÓN DE LOS NIVELES DE DISEÑO DE USO.**

Tabla Nº 26

Clase funcional	NIVEL DE SERVICIO APROPIADO PARA LA COMBINACION ESPECIFICA DE ÁREA Y TIPO DE TERRENO			
	Nivel rural	Ondulado rural	Montañoso rural	Urbano y Suburbano
Autopista	B	B	C	C -D
Arterial	B	B	C	C -D
Colector	C	C	D	D
Local	D	D	D	D

AASHTO 2011

Secciones de entrecruzamiento

Las secciones de entrecruzamiento donde se producen en un solo sentido los flujos de tránsito cruzar la fusión y divergentes maniobras. Los principales tipos de secciones de entrecruzamiento se ilustran en la figura 2-30. Secciones de entrecruzamiento son diseñadas, comprobado y ajustado de modo que el nivel de servicio es coherente con el camino restante. El nivel de diseño de servicio de una sección de entrecruzamiento es dependiente de su longitud, número de carriles, grado aceptable de la congestión, y los volúmenes relativos de los movimientos individuales. Movimientos de gran volumen de entrecruzamiento suele dar lugar a una fricción considerable y la reducción de la velocidad de todo el tránsito. Además, no hay un límite definido a la cantidad de tránsito que puede ser manejado en una determinada sección entrecruzamiento sin congestión indebida. Este volumen límite es una función de la distribución del tránsito entre los movimientos de entrecruzamiento, la longitud de la sección de entrecruzamiento, y el número de carriles.

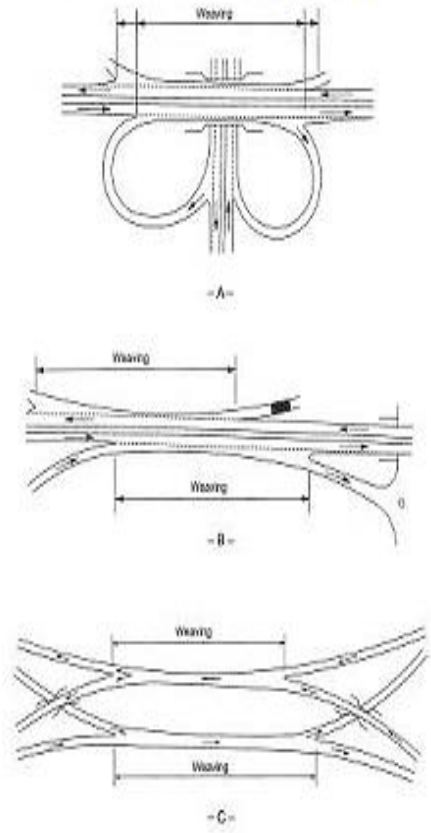


Figura 2-30. Secciones de entrecruzamiento

- ✓ **Elementos de Diseño (3-1)**
  - Distancia visual
  - Peralte
  - Calzada ampliacion
  - Pendiente
  - Alineamiento horizontales
  - Alineamiento verticules

- ✓ **Distancia de Frenado**

$$d_B = 0.039 \frac{V^2}{a}$$

where:

d_B = braking distance, m

V = design speed, km/h

a = deceleration rate, m/s^2

✓ Distancia Visual de Detención en caminos planos

Tabla Nº 27

Design Speed (km/h)	Brake Reaction Distance (m)	Braking Distance on Level (m)	Stopping Sight Distance	
			Calculat-ed (m)	Design (m)
20	13.9	4.6	18.5	20
30	20.9	10.3	31.2	35
40	27.8	18.4	46.2	50
50	34.8	28.7	63.5	65
60	41.7	41.3	83.0	85
70	48.7	56.2	104.9	105
80	55.6	73.4	129.0	130
90	62.6	92.9	155.5	160
100	69.5	114.7	184.2	185
110	76.5	138.8	215.3	220
120	83.4	165.2	248.6	250
130	90.4	193.8	284.2	285

Nota: La distancia de reacción al frenado se basa en un tiempo de reacción de 2.5 s; para determinar la distancia de frenado se usó un modelo cinemático, con una tasa de desaceleración de 3.4 m/s^2 para todas las velocidades inciales de frenado, equivalente a una fricción longitudinal 0.25 independiente de la velocidad inicial de frenado en el modelo dinámico anterior AASHTO.

Valores de diseño

La distancia visual de detención es la suma de las distancias recorridas durante el tiempo de reacción al freno y la distancia de frenado hasta la detención. Las distancias calculadas para las distintas velocidades en las condiciones supuestas en los caminos planos se muestran en la Tabla 3-1 y se desarrollan a partir de la ecuación:

(3.2)

$$SSD = 0.278Vt + 0.039\frac{V^2}{a}$$

3-5

where:

SSD = stopping sight distance, m
V = design speed, km/h
t = brake reaction time, 2.5 s
a = deceleration rate, m/s^2

Efecto de la pendiente

Cuando un camino se encuentra en una pendiente, la ecuación 3-1 para la distancia de frenado se modifica como sigue:

(3.3)

$$d_g = \frac{V^2}{254\left[\left(\frac{a}{9.81}\right) \pm G\right]}$$

where:

d_g = braking distance on grade, m
V = design speed, km/h
a = deceleration, m/s^2
G = grade, rise/run, m/m

✓ 3.3.2 Consideraciones generales

De la investigación y experiencia acumulada se establecieron los valores límite de:

- **Peralte** (emáx) y
- **Demanda de fricción lateral** (fmáx) para diseñar la curva.

El uso de estos valores límite establecidos en la fórmula básica permite determinar la curva de radio mínimo de curva para diferentes velocidades directrices. **El uso de curvas con radios más grandes que este mínimo permite que el peralte, la fricción lateral, o ambas cosas, tengan valores inferiores a sus límites respectivos**. La cantidad en la que cada factor está por debajo de su límite respectivo se elige para dar una contribución equitativa de cada factor hacia el mantenimien-to de la aceleración lateral resultante. Son varios los métodos utilizados para obtener esta equidad para situaciones diferentes de diseño.

- ✓ **Velocidad Media en marcha**

Tabla Nº 28

Design Speed (km/h)	Average Running Speed (km/h)
20	20
30	30
40	40
50	47
60	55
70	63
80	70
90	77
100	85
110	91
120	98
130	102

- ✓ **Radio mínimo usando los valores *e y f (Sección 3 pg. 9)***

Tabla Nº 29

Design Speed (km/h)	Maxi-mum e (%)	Maxi-mum f	Total (e/100 + f)	Calcu-lated Radius (m)	Rounded Radius (m)
15	4.0	0.40	0.44	4.0	4
20	4.0	0.36	0.39	8.1	8
30	4.0	0.28	0.32	22.1	22
40	4.0	0.23	0.27	46.7	47
50	4.0	0.19	0.23	85.6	86
60	4.0	0.17	0.21	135.0	135
70	4.0	0.15	0.19	203.1	203
80	4.0	0.14	0.18	280.0	280
90	4.0	0.13	0.17	375.2	375
100	4.0	0.12	0.16	492.1	492
15	6.0	0.40	0.46	3.9	4
20	6.0	0.35	0.41	7.7	8
30	6.0	0.28	0.34	20.8	21
40	6.0	0.23	0.29	43.4	43
50	6.0	0.19	0.25	78.7	79
60	6.0	0.17	0.23	123.2	123
70	6.0	0.15	0.21	183.7	184
80	6.0	0.14	0.20	252.6	252
90	6.0	0.13	0.19	335.7	336
100	6.0	0.12	0.18	437.4	437
110	6.0	0.11	0.17	560.4	560
120	6.0	0.09	0.15	755.9	756
130	6.0	0.08	0.14	950.5	951

Design Speed (km/h)	Maxi-mum e (%)	Maxi-mum f	Total (e/100 + f)	Calcu-lated Radius (m)	Rounded Radius (m)
15	8.0	0.40	0.48	3.7	4
20	8.0	0.35	0.43	7.3	7
30	8.0	0.28	0.36	19.7	20
40	8.0	0.23	0.31	40.6	41
50	8.0	0.19	0.27	72.8	73
60	8.0	0.17	0.25	113.4	113
70	8.0	0.15	0.23	167.8	168
80	8.0	0.14	0.22	229.1	229
90	8.0	0.13	0.21	303.7	304
100	8.0	0.12	0.20	393.7	394
110	8.0	0.11	0.19	501.5	501
120	8.0	0.09	0.17	667.0	667
130	8.0	0.08	0.16	831.7	832
15	10.0	0.40	0.50	3.5	4
20	10.0	0.35	0.45	7.0	7
30	10.0	0.28	0.38	18.6	19
40	10.0	0.23	0.33	38.2	38
50	10.0	0.19	0.29	67.9	68
60	10.0	0.17	0.27	105.0	105
70	10.0	0.15	0.25	154.3	154
80	10.0	0.14	0.24	210.0	210
90	10.0	0.13	0.23	277.3	277
100	10.0	0.12	0.22	357.9	358
110	10.0	0.11	0.21	453.7	454
120	10.0	0.09	0.19	596.8	597
130	10.0	0.08	0.18	739.3	739
15	12.0	0.40	0.52	3.4	3
20	12.0	0.35	0.47	6.7	7
30	12.0	0.28	0.40	17.7	18
40	12.0	0.23	0.35	36.0	36
50	12.0	0.19	0.31	63.5	64
60	12.0	0.17	0.29	97.7	98
70	12.0	0.15	0.27	142.9	143
80	12.0	0.14	0.26	193.8	194
90	12.0	0.13	0.25	255.1	255
100	12.0	0.12	0.24	328.1	328
110	12.0	0.11	0.23	414.7	414
120	12.0	0.09	0.21	539.9	540
130	12.0	0.08	0.20	665.4	665

Nota: En reconocimiento de consideraciones de seguridad, el uso de emáx = 4% se debe limitar a condiciones urbanas.

(AASHTO 2011 Sección 3, pg. 9)

- ✓ **Radios mínimos para peraltes de diseño, velocidades directrices emax= 4%**

Tabla Nº 30

e (%)	V_d = 20 km/h R (m)	V_d = 30 km/h R (m)	V_d = 40 km/h R (m)	V_d = 50 km/h R (m)	V_d = 60 km/h R (m)	V_d = 70 km/h R (m)
NC	163	371	679	951	1310	1740
RC	102	237	441	632	877	1180
2.2	75	187	363	534	749	1020
2.4	51	132	273	435	626	865
2.6	38	99	209	345	508	720
2.8	30	79	167	283	422	605
3.0	24	64	137	236	356	516
3.2	20	54	114	199	303	443
3.4	17	45	95	170	260	382
3.6	14	38	81	144	222	329
3.8	12	31	67	121	187	278
4.0	8	22	47	86	135	203

Nota: El uso de emáx = 4% debe limitarse a condiciones urbanas.

- ✓ **Radios mínimos para peraltes de diseño, velocidades directrices emax= 6%**

Tabla Nº 31

e (%)	V_d = 20 km/h R (m)	V_d = 30 km/h R (m)	V_d = 40 km/h R (m)	V_d = 50 km/h R (m)	V_d = 60 km/h R (m)	V_d = 70 km/h R (m)
NC	194	421	738	1050	1440	1910
RC	138	299	525	750	1030	1380
2.2	122	265	465	668	919	1230
2.4	109	236	415	599	825	1110
2.6	97	212	372	540	746	1000
2.8	87	190	334	488	676	910
3.0	78	170	300	443	615	831
3.2	70	152	269	402	561	761
3.4	61	133	239	364	511	697
3.6	51	113	206	329	465	640
3.8	42	96	177	294	422	586
4.0	36	82	155	261	380	535
4.2	31	72	136	234	343	488
4.4	27	63	121	210	311	446
4.6	24	56	108	190	283	408
4.8	21	50	97	172	258	374
5.0	19	45	88	156	235	343
5.2	17	40	79	142	214	315
5.4	15	36	71	128	195	287
5.6	13	32	63	115	176	260
5.8	11	28	56	102	156	232
6.0	8	21	43	79	123	184

✓ Uso de curvas compuestas

Cuando la velocidad directriz de la calzada de es de 70 km/h o menos puede utilizarse curvas compuestas para formar el alieamiento completo de la plataforma de giro. Cuando la velocidad supera los 70 km/h, a menudo es poco práctico el uso exclusivo de cruvas compuestas, ya que tienden a necesitar gran cantidad de zona de camino. Por lo tanto, las plataformas de giro de alta velocidad siguen las guias de diseño de ramas de distribuidores de la Secció 10.9.6 e incluyen una mezcla de rectas y curvas. Mediante este aproximación, el diseño puede ser más sencible a la comodidad y seguridad del conductor.

✓ Longitudes de arcos circulares para diferentes radios de curva compuesta

Tabla Nº 32

Radius (m)	Minimum Length of Circular Arc (m)	
	Acceptable	Desirable
30	12	20
50	15	20
60	20	30
75	25	35
100	30	45
125	35	55
150 or more	45	60

✓ Pendientes máximas relativas

Tabla Nº 33

Design Speed (km/h)	Maximum Relative Gradient (%)	Equivalent Maximum Relative Slope
20	0.80	1:125
30	0.75	1:133
40	0.70	1:143
50	0.65	1:154
60	0.60	1:167
70	0.55	1:182
80	0.50	1:200
90	0.47	1:213
100	0.44	1:227
110	0.41	1:244
120	0.38	1:263
130	0.35	1:286

- ✓ **Desarrollo de peralte Lr (m) para las curvas horizontales**

Tabla Nº 34

	V_d= 20 km/h		V_d= 30 km/h		V_d= 40 km/h		V_d= 50 km/h		V_d= 60 km/h	
Number of Lanes Rotated. Note that 1 lane rotated is typ										
e (%)	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	L_r (m)	L_r (m)	L_r (m)	L_r (m)	L_r (m)	L_r (m)	L_r (m)	L_r (m)	L_r (m)	L_r (m)
1.5	7	10	7	11	8	12	8	13	9	14
2.0	9	14	10	14	10	15	11	17	12	18
2.2	10	15	11	16	11	17	12	18	13	20
2.4	11	16	12	17	12	19	13	20	14	22
2.6	12	18	12	19	13	20	14	22	16	23
2.8	13	19	13	20	14	22	16	23	17	25
3.0	14	20	14	22	15	23	17	25	18	27
3.2	14	22	15	23	16	25	18	27	19	29
3.4	15	23	16	24	17	26	19	28	20	31
3.6	16	24	17	26	19	28	20	30	22	32
3.8	17	26	18	27	20	29	21	32	23	34
4.0	18	27	19	29	21	31	22	33	24	36
4.2	19	28	20	30	22	32	23	35	25	38
4.4	20	30	21	32	23	34	24	37	26	41
4.6	21	31	22	33	24	35	25	38	28	41
4.8	22	32	23	35	25	37	27	40	29	43
5.0	23	34	24	36	26	39	28	42	30	45
5.2	23	35	25	37	27	40	29	43	31	47
5.4	24	36	26	39	28	42	30	45	32	49
5.6	25	38	27	40	29	43	31	47	34	50
5.8	26	39	28	42	30	45	32	48	35	52
6.0	27	41	29	43	31	46	33	50	36	54
6.2	28	42	30	45	32	48	34	52	37	56
6.4	29	43	31	46	33	49	35	53	38	58
6.6	30	45	32	48	34	51	37	55	40	59
6.8	31	46	33	49	35	52	38	56	41	61
7.0	31	47	34	50	36	54	39	58	42	63

(AASHTO 2011 Sección 3, pg. 50)

- ✓ **Ubicaciones de desarrollo de peralte para minimizar el movimiento lateral del vehículo**

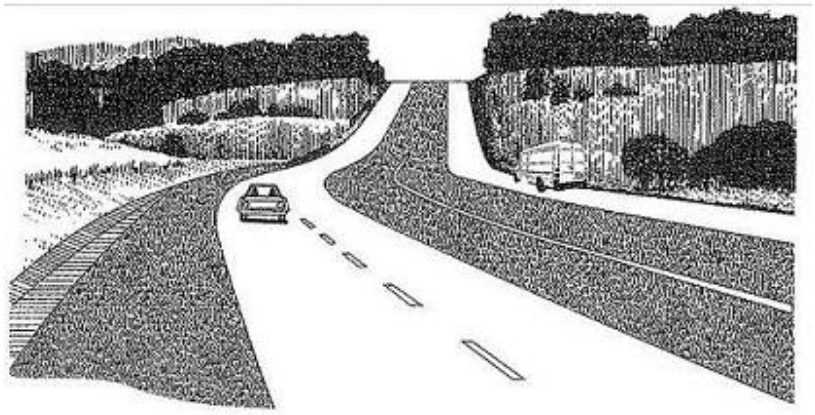
Tabla Nº 35

Design Speed (km/h)	Portion of Runoff Located prior to the Curve			
	Number of Lanes Rotated			
	1.0	1.5	2.0–2.5	3.0–3.5
20–70	0.80	0.85	0.90	0.90
80–130	0.70	0.75	0.80	0.85

- ✓ **Longitud de espiral**

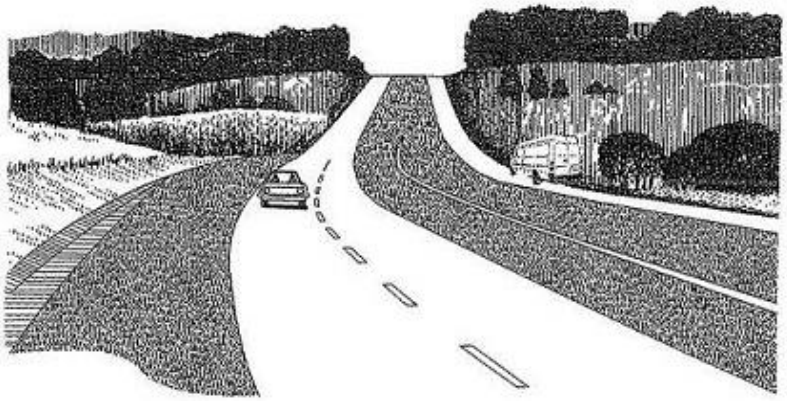
Longitud de espiral - Generalmente, para diseñar las curvas de transición se usa la espiral de Euler o clotoide. El radio varia desde el infinito en el punto de inflexión hasta el radio del arco circular. Por definición, el radio de curvatura en cualquier punto de una espiral de Euler varia inversamente con la distancia medida a lo largo de la espiral. En el caso de una transición en espiral que conecta dos curvas circulares que tiene radios diferentes (**ovoide** en curvas del mismo sentido; ***inflexión*** en curvas de sentido contrario), existe un radio inicial en lugar de un valor infinito.

Grafica Nº 14



A - Curvas Sin Transición Espiral

Grafica Nº 15



B - Curvas Con Transición Espiral

Figura 3-15. Espirales de transición ***(63)***

- ✓ **Radio máximo para el uso de una transición curva espiral**

Tabla Nº 36

Design speed (km/h)	Maximum radius (m)
20	24
30	54
40	95
50	148
60	213
70	293
80	379
90	480
100	592
110	716
120	852
130	1000

Nota: El efecto de las transiciones curva espiral en la aceleración lateral es probable que sea insignificante para radios más grandes.

- ✓ **Radio máximo para el uso de una transición curva espiral**

Tabla Nº 37

Design Speed (km/h)	Spiral Length (m)
20	11
30	17
40	22
50	28
60	33
70	39
80	44
90	50
100	56
110	61
120	67
130	72

- ✓ **Longitud de plataforma de giro**

Los espirales tambien pueden ser deseables entre dos arcos circulares de radios muy diferentes. En este caso, la longutud de la espiral (ocoide) puede obtenerse de la Tabla 3-24 usando un radio igual a la diferencia entre los redios de los dos arcos. Por ejemplo, dos curvas que se van a conectarse con espiral tienen radios de 250 y 80 m. esta diferencia de 170 m esta muy cerca de la curva de radio minimo de 160 m en la Tabla 3-24, cuya longitud minima sugerida es de unos 60 m

- ✓ **Longitudes mínimas de espiral para curvas de intersección**

Tabla Nº 38

Design Speed (km/h)	Minimum Radius (m)	Assumed C (m/s^3)	Calculated Length of Spiral (m)	Design Minimum Length of Spiral (m)
30	25	1.2	19	20
40	50	1.1	25	25
50	80	1.0	33	35
60	125	0.9	41	45
70	160	0.8	57	60

(AASHTO 2011 Sección 3, pg. 69)

Las curvas compuestas en las intersecciones para que el radio de una curva se más del doble que la otra deben tener una espiral intermedia (ovoide) o una curva circular de radio intermedio, insertado entre las dos. Si, en tales casos, la longitud calculada de espiral es menor que 30 m, se sugiere usar al menos 30 m.

- ✓ **Valores calculados y de diseño para ensanchamiento calzada en curvas de caminos (dos carriles, uno o dos sentidos)**

Tabla Nº 39

Radius of Curve (m)	Roadway width = 7.2 m						Roadway width = 6.6 m						Roadway width = 6.0 m					
	Design Speed (km/h)						Design Speed (km/h)						Design Speed (km/h)					
	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100	50	60	70	80	90	100
3000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
2500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7
2000	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7
1500	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8
1000	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9
900	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
800	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0
700	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0
600	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1
500	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2
400	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3	1.3	1.4
300	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6
250	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1		1.2	1.3	1.3	1.4	1.4		1.5	1.6	1.6	1.7	1.7	
200	1.1	1.2	1.3	1.3			1.4	1.5	1.6	1.6			1.7	1.8	1.9	1.9		
150	1.5	1.6	1.7	1.8			1.8	1.9	2.0	2.1			2.1	2.2	2.3	2.4		
140	1.6	1.7					1.9	2.0					2.2	2.3				
130	1.8	1.8					2.1	2.1					2.4	2.4				
120	1.9	2.0					2.2	2.3					2.5	2.6				
110	2.1	2.2					2.4	2.5					2.7	2.8				
100	2.3	2.4					2.6	2.7					2.9	3.0				
90	2.5						2.8						3.1					
80	2.8						3.1						3.4					
70	3.2						3.5						3.8					

Notas:
Los valores mostrados son para vehículo de diseño WB-19. y representan ensanchamientos o sobreanchos en metros. Para otros vehículos de diseño, utilice los ajustes de la Tabla 3-27.

**** (WB-19 – Trailer de 21 ml)**
Cuadro aplicable a dos carriles de un solo sentido (para camino o calle)
Para vehículos más pequeños de usa el reajuste de la Tabla 3.27

- ✓ **Ajustes de Valores de ensanchamiento calzada en curvas de caminos (dos carriles, uno o dos sentidos)**

Tabla Nº 40

Radius of Curve (m)	Design Vehicle							
	SU-9	SU-12	WB-12	WB-20	WB-20D	WB-28D	WB-30T	WB-33D
3000	–0.4	–0.3	–0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25000	–0.4	–0.4	–0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
2000	–0.4	–0.4	–0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1500	–0.4	–0.4	–0.4	0.0	–0.1	0.0	0.0	0.1
1000	–0.5	–0.4	–0.4	0.0	–0.1	0.0	0.0	0.1
900	–0.5	–0.4	–0.4	0.0	–0.1	0.0	0.0	0.1
800	–0.5	–0.5	–0.4	0.0	–0.1	0.0	0.0	0.2
700	–0.5	–0.5	–0.5	0.1	–0.1	0.1	0.0	0.2
600	–0.6	–0.5	–0.5	0.1	–0.1	0.1	–0.1	0.2
500	–0.6	–0.6	–0.5	0.1	–0.2	0.1	–0.1	0.3
400	–0.7	–0.6	–0.6	0.1	–0.2	0.1	–0.1	0.3
300	–0.8	–0.7	–0.7	0.1	–0.3	0.1	–0.1	0.4
250	–0.9	–0.8	–0.8	0.1	–0.3	0.2	–0.1	0.5
200	–1.1	–1.0	–0.9	0.2	–0.4	0.2	–0.2	0.6
150	–1.3	–1.2	–1.1	0.2	–0.6	0.3	–0.2	0.8
140	–1.4	–1.2	–1.2	0.3	–0.6	0.3	–0.2	0.9
130	–1.5	–1.3	–1.2	0.3	–0.6	0.3	–0.2	1.0
120	–1.6	–1.4	–1.3	0.3	–0.7	0.3	–0.3	1.1
110	–1.7	–1.5	–1.4	0.3	–0.8	0.4	–0.3	1.2
100	–1.8	–1.6	–1.5	0.4	–0.8	0.4	–0.3	1.3
90	–2.0	–1.8	–1.6	0.4	–0.9	0.4	–0.4	1.4
80	–2.2	–1.9	–1.8	0.5	–1.0	0.5	–0.4	1.6
70	–2.5	–2.2	–2.0	0.5	–1.2	0.6	–0.5	1.9

Notas:
Los ajustes se aplican añadiendo o restando los valores de la Tabla 3-26.
Los ajustes dependen sólo del radio y vehículo de diseño, y son independientes del ancho de la plata- forma y velocidad directriz
Para calzadas de 3 carriles, multiplique los valores tabulados por 1.5.
Para calzadas de 4 carriles, multiplique los valores tabulados por 2.

✓ Velocidad directriz

Velocidades directrices de arterias urbanas por lo general oscilan entre 50 y 100 km/h. Las velocidades más bajas se aplican en los distritos comerciales centrales y en las zonas más desarrolladas, mientras que las velocidades más altas son mas aplicables a las areas sub-urbanas y periféricas en desarrollo. La velocidad directriz se trata en la sección 2.3.6

(ASSHTO 2011, tomo 2 capitulo 7 pf. 29)

✓ Velocidad de transito de diseño

El diseño de las arterias urbanas se debe basar en el tránsito y otros datos útiles desarrollados para el año de diseño, normalmente 20 años en el futuro. El volumen horario de diseño (DHV) es la medida más fiable del volúmen de tránsito que representa la demanda de tránsito vehicular para su uso en el diseño de las arterias urbanas. A veces, análisis de la capacidad, que se usa para determinar si un diseño particular puede dar un nivel deseado de servicio para condiciones representadas por el volumen de tránsito de diseño. También se usa como una herramienta de diseño. Consulte las secciones 2.3 y 2.4 para obtener mas información sobre volúmenes de tránsito de diseño y análisis de la capacidad.

(AASSHTO 2011tomo 2 capitulo 7 pf. 29)

✓ Caminos arteriales urbanos

Arterias urbanas llevan grandes cantidades de tránsito dentro y por zonas urbanas. Su diseño varia de autopistas con acceso totalmente controlado a las calles de dos carriles. El tipo de seleccionado arterial está angostamente relacionada con el nivel-de-servicio deseado para todos los usuarios y para el contexto urbano en el que se encuentra. Un objetivo principal de un arterial urbano debe ser la movilidad de todos los usuarios equilibrada con cierto nivel-de-servicio para el desarrollo local. Cuando completa la restricción de aceso local no es práctico, los diseños que incorporan la administración de acceso son deseables. Tales diseños pueden incluir caminos que dan carriles separados a su vez, caminos consolidados, medianas, bahías de estacionamiento, o en las calles de un solo sentido.
(AASHTO, tomo 2 capitulo 7 pf. 28)

✓ Pendientes máximos de vías urbanas

Arteria Urbana no autopista

Tabla Nº 41

	Maximum Grade (%) for Specified Design Speed (km/h)					
Type of Terrain	50	60	70	80	90	100
Level	8	7	6	6	5	5
Rolling	9	8	7	7	6	6
Mountainous	11	10	9	9	8	8

(AASHTO 2011 Capitulo 7, pg. 4)

✓ Elementos de la sección transversal

Ancho de Carril

Anchos de carril pueden variar desde 3 hasta 3.6 m, Ancho de los carriles de 3 m pueden usarse en zonas más restringidas, donde los volúmenes de camiones y ómnibus son relativamente bajos y las velocidades son inferiores a 60 km/h. Ancho de los carriles de 3.3 m se usan extensamente para diseños de calles arteriales urbanas. Los 3.6 m anchos de carril son deseables, cuando sea posible, en la alta velocidad de flujo libre, arterias, principales.

✓ Autopistas

La autopistas son vias arteriales con control total de acceso. Estan diseñadas para dar un alto nivel de seguridad y eficiencia en el movimiento de grandes volúmenes de tránsito a altas velocidades. El control de acceso se refiere a la regulación de los derechos de acceso público hacia y desde las propiedades adyacentes al camino. Con el control total de acceso se da preferencia al transito directo, dando conexiones de acceso solo a caminos públicos seleccionados mediante la prohibición de cruces a nivel y accesos directos privados.

Las principales ventajas de control de acceso incluyen la preservación de la capacidad de los caminos, las velocidades más altas, y las frecuencias bajas de choque. Accesos-a-propiedad totalmente cotrolado tienen a desnivel en todos los ferrocarriles y, o bien a desnivel o distribuidores en los cruces públicos seleccionados. Otros cruces están bien interconectados o terminados.

(AASHTO 2011 Capitulo 8, pg. 1)

✓ Peralte

Los valores maximos de paralte entre el 6 y 125 son aplicables a las autopistas; sin embargo donde las condiciones de nieve y hielo seas preocupantes, dede considerarse un maximo de 6 a 8%. Los peraltes maximos que se usan en las autipistas depreimidas, a nivel del suelo o levados en terraplenes no se aplicación general a las autpistas elevadas en viaductos. Las tasas de peralte de 6 a 8% son general el maximo que se debe usar en viaductotos. El valor mas bajo se puede usar conde haya probabilidad de congelamiento y descongelamiento, dado que generalmente los tableros se congelan con mayor rapidez que otras secciones de camino. Donde las autopistas esten intermitentemente en viaductos elevados, por coherencia de diseño los valores mas bajos de peralte se deben usar en toda su longitud

(AASHTO 2011 Capitulo 8)

✓ Pendiente

Pendientes máximos de autopistas se presentan en la Tabla 8-1 para las combinaciones de velocidad de proyecto y tipo de terreno. Pendientes en las autopistas urbanas deben ser comparables a las de las autopistas rurales de la misma velocidad directriz. Pendientes más pronunciadas pueden ser toleradas en las zonas urbanas, pero la distancia más cerca de las instalaciones de distribuidor y la necesidad de cambios frecuentes de velocidad hace que sea convenientes usar pendientes planas siempre que fuere posible.

En mejoramientos sostenidos, la necesidad de carriles de escalada debe ser investigada, Sección 3.4.3.

✓ Pendiente máximas de autopistas rurales y urbanas

Tabla Nº 42

Type of Terrain	Design Speeds (km/h)					
	80	90	100	110	120	130
	Grades (%)[a]					
Level	4	4	3	3	3	3
Rolling	5	5	4	4	4	4
Mountainous	6	6	6	5	—	—

a Pendientes 1% más pronunciadas que el valor mostrado se pueden dar en las zonas urbanas con dificultades zona-de-camino o donde se necesitan en terreno montañoso.

(AASHTO 2011 Capitulo 8, pg. 4)

Las pendientes de las autopistas urbanas deben ser comparables a las autopistas rurales de la misma velocidad directriz. Pendientes más pronunciadas pueden ser más tolerables en las zonas urbanas.

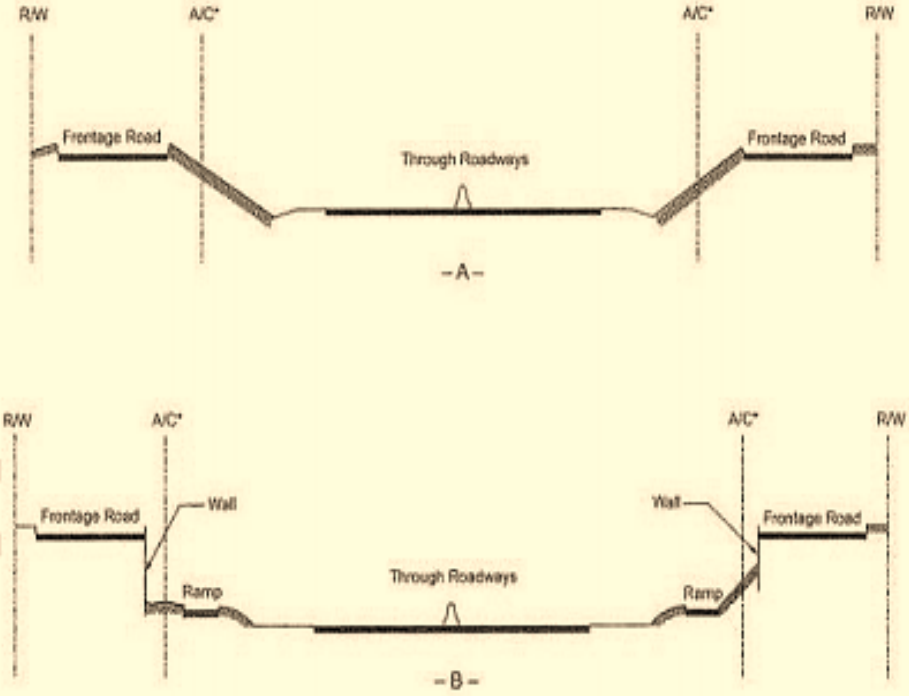
- ✓ **Autopistas Urbanas**

  Características generales de diseño

Grafica Nº 16

Sección transversal amurada

Las paredes pueden estar situadas en varios puntos de la sección transversal, tales como adyacente a la banquina autopista, adyacente a la rama de banquina, en la parte superior de las pendientes, o en varias combinaciones de estos lugares. Pueden ser necesarias algunas variaciones en los arreglos de la pared de la izquierda y la derecha



* Acceso a Línea de Control - La colocación puede variar

Figura 8-4. Secciones representativas restringidos para autopistas deprimidas

(AASHTO 2011 Capitulo 8)

- ✓ **Autopistas Urbanas**

  Características generales de diseño

Grafica Nº 17

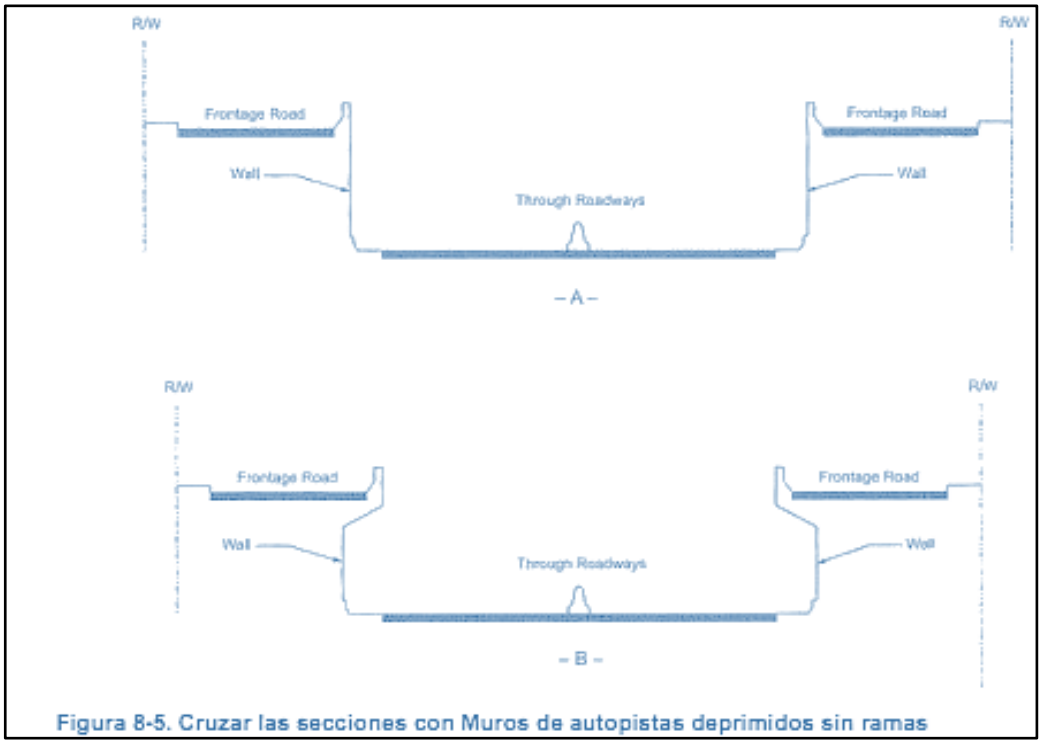


Figura 8-5. Cruzar las secciones con Muros de autopistas deprimidos sin ramas

(AASHTO 2011 Capitulo 8)

- ✓ **Autopistas Elevadas**

  Características generales

Una autopista elevada se puede construir ya sea en un viaducto o un terraplén. Elevación continua de la autopista puede ser apropiado en terreno llano donde esté restringido zona-de-camino, nivel freático alto, amplios servicios subterráneos, cerca patrón de calles que deben conservarse, u otras circunstancias hacen que la construcción de una autopista deprimida indeseable y quizá poco rentable.

Varios tipos de estructuras se usan para viaductos que llevan autopistas elevadas. Diseño del viaducto se ve influenciada por las demandas de tránsito, de paso a la derecha. la topografía, las condiciones de cimentación, y el carácter del desarrollo urbano. las necesidades de distribuidor, la disponibilidad de materiales y consideraciones económicas. Debido a estas múltiples consideraciones, viaductos son quizás el más difícil de todos los tipos de autopista para encajar perfectamente en el ambiente.

✓ Intersecciones

Una instersección se define como el área general donde dos o más caminos se unen o cruzan, incluyendo la calzada y las instalaciones de borde del camino para los movimientos de tránsito. Cada camino que irradia de una intersección y que forma parte de ella es un *ramal* de la intersección. La intersección mas común de dos caminos que se cruzan tiene cuatro ramales. Se recomienda que una intersección no tenga más de cuatro ramales.

Los tres tipos generales de cruces de caminos son intersecciones a-nivel, cruces o pasos a desnivel sin ramas, y distribuidores. Este capítulo trata principalmente el diseño de las *intersecciones a-nivel*, los dos últimos tipos de intersecciones se tratan en el Capitulo 10. Ciertos elementos de diseño de intersecciones, sobre todo los relativos al alojaminto de los movimientos de giro, son comunes y aplicables a las intersecciones y algunas partes de ciertos distribuidores

✓ Niveles de las definiciones de servicio para las intersecciones señalizadas

Tabla Nº 43

Nivel-de-servicio	Condiciones de intersección
A	Retardo muy corto y la mayoría de los vehículos no se detienen como consecuencia de la progresión favorable, la llegada de la mayoría de los vehículos durante la fase verde, y la duración del ciclo corto
B	Corto demora y muchos vehículos no paran o paran por un corto tiempo, como resultado de las longitudes de ciclo corto y buena progresión
C	Retraso moderado, muchos vehículos tienen que parar, y los fallos de ciclo individuales y ocasionales como consecuencia de la duración de los ciclos más largos y la progresión justos
D	Retrasos más largos; muchos vehículos tienen que parar, y un número apreciable de los fallos individuales del ciclo como resultado de alguna combinación de longitudes de ciclo largos, de gran volumen a las relaciones de capacidad, y la progresión desfavorable
E	Las largas demoras y fracasos individuales del ciclo frecuentes resultan de una o ambas de las siguientes: longitud de ciclo largo o de alto volumen a las relaciones de capacidad, lo que, a su vez, dan lugar a mala evolución
F	Los retrasos considerados como inaceptables para la mayoría de los conductores se producen cuando la tasa de llegada del vehículo es mayor que la capacidad de la intersección por periodos de tiempo prolongados

(AASHTO 2011 Capitulo 9)

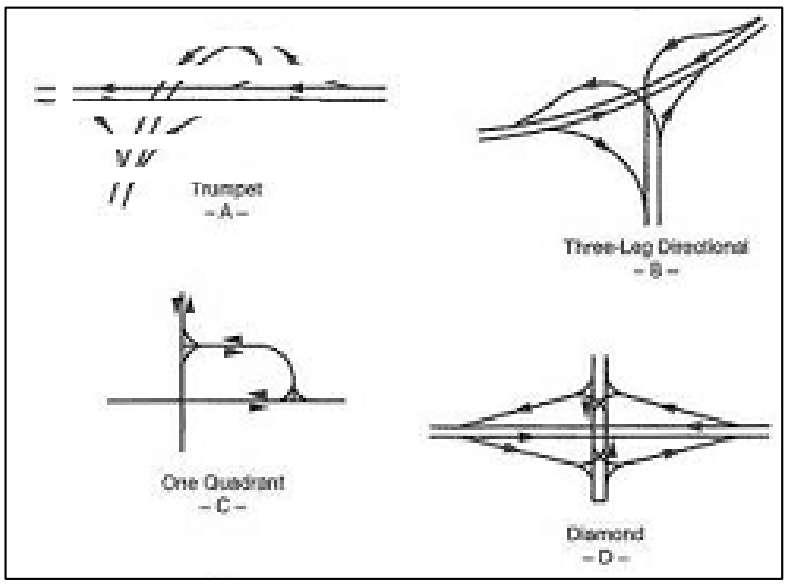
✓ Elementos de diseño de intersecciones

Las secciones anteriores dieron una visión general de las caracteristicas generales de las intersecciones, los objetivos para el diseño de intersecciones, las consideraciones de diseño para los grupos de usuarios, y un metodo para determinar el tamaño y las características físicas de una intersección para acomodar el volumen previstos de tránsito de usarla. El resto de este capítulo describe los tipos de inetersecciones y da una guía para cada uno de los elementos físicos del diseño de intersecciones:

- Alineamiento y rasante
- Distancia visual de interrsección,
- Calzadas de giro y canalización,
- Carriles auxiliares,
- Aberturas de mediana,
- Giros-izquierda indirectos y en U,
- Rotondas,
- Otros elementos de diseño de intersecciones y
- Pasps a-nivel de ferrocarril y camino.

✓ Separaciones de nivel y distribuidores

Configuración de distribuidores
Tabla Nº 18



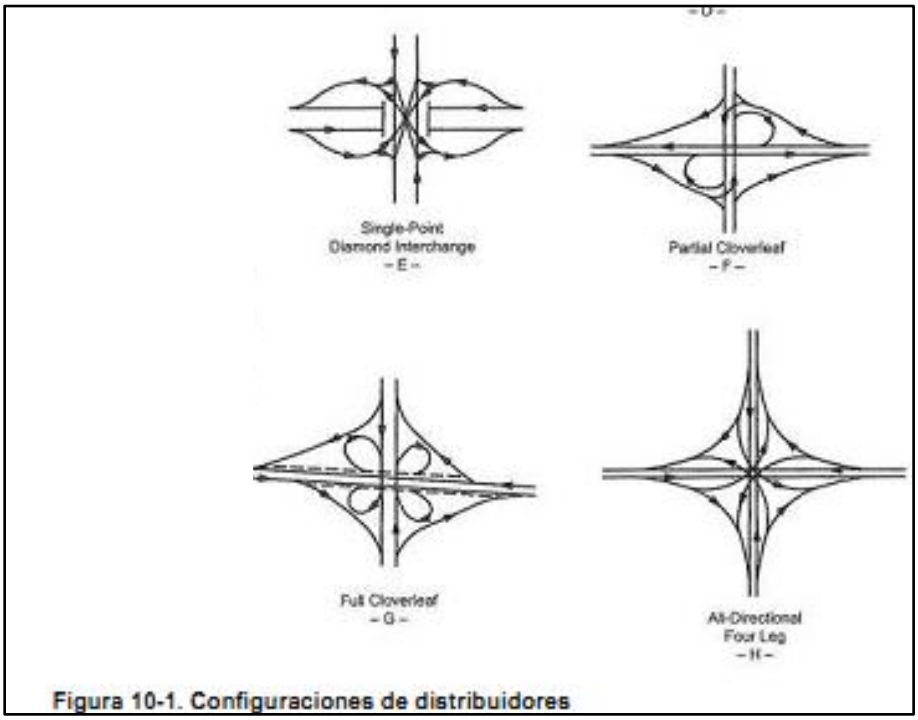


Figura 10-1. Configuraciones de distribuidores

- ✓ **Justificación de distribuidores y separación de nivel**

1. Designación del diseño
2. Reducción de los cuellos de botella o puntos de congestión
3. Reducción de la frecuencia y gravedad de choques
4. Topografía del lugar
5. º de usuarios
6. Volumen de transito

- ✓ **Adaptabilidad de las separaciones de nivel y distribuidores**

Son tres tipos:

- Intersecciones a nivel
- Pasos a desnivel camino sin ramas
- Distribuidores

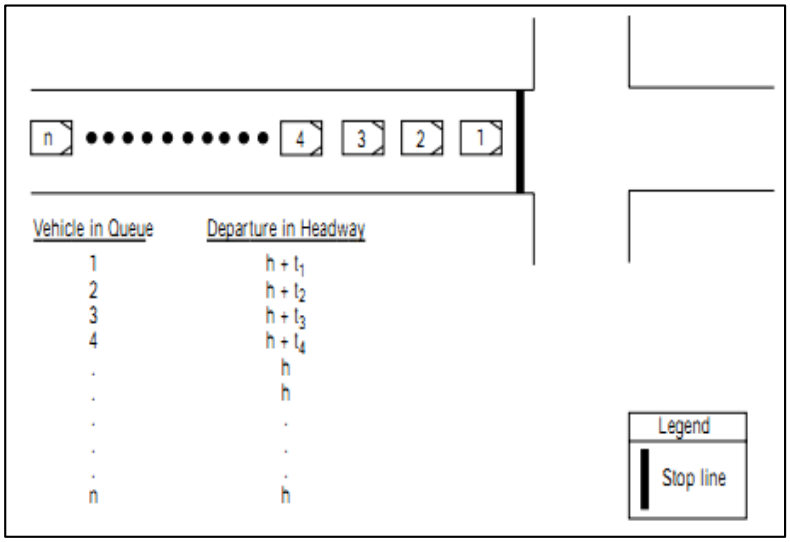
2.1.1 HIGHWAY CAPACITY MANUAL – HCM 2000

Transportation Research Board

ESTUDIO DE TRÁFICO

- ✓ **INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA**

Tabla Nº 20



Headways en una intersección semaforizada (TRB, 2000, p. 7-7)

- ✓ **TASA DE FLUJO DE SATURACION Y TIEMPO PERDIDO**

Al headway minimo que se genera a partir del cuarto vehiculo se le suele llamar *headway de saturación (h)* y al volúmen correspondiente se le denomina *tasa de flujo de saturación (*Radelat, 2000, p. 145). *La tasa de flujo de saturación representa el número de vehiculos por hora y por carril que pueden pasar por una intersección semaforizada si la indicación de verde estuviera disponible todo el tiempo, los vehiculos no se detuvieran y no existieran* headways demasiado largos (TRB, 200, cap. 7). Por definición, se calcula mediante Ecuación 3.

$$S = \frac{3600}{h} \quad (Ec.\ 3)$$

Donde:

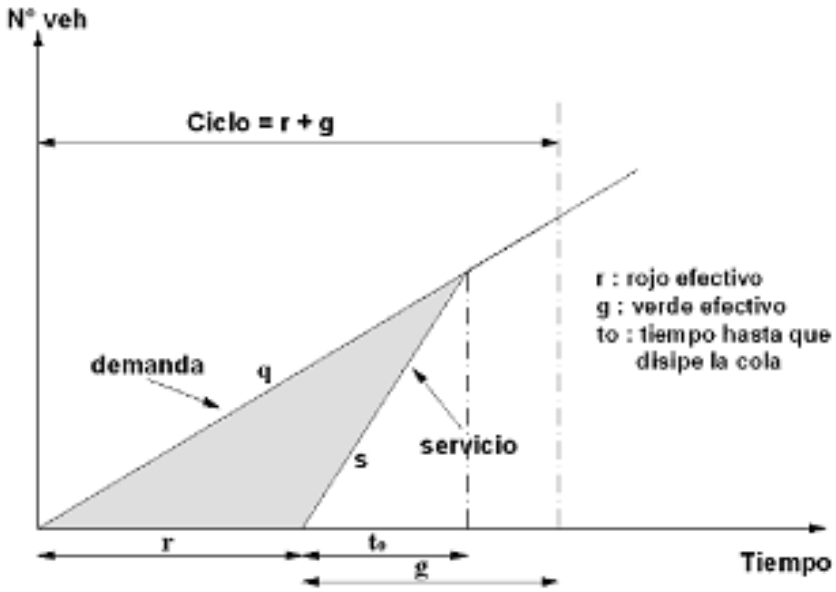
s: tasa de flujo de saturación[5] (veh/h).

h: headway de saturación (s).

(Osores Torres, Evaluación de nivel de Servicio por Análisis de Tráfico en la intersección Semaforizadas, 2015, pg. 19)

✓ TEORIA DE COLAS

Grafica Nº 20



✓ ANALISIS OPERACIONAL

El analisis operacional del HCM consiste en estiamr las medidas de eficiencia que son generadas en principio para elementos individuales y luego agregadas (ponderadas) para el sistema como un todo. La Figura 7 esquematiza el procedimiento.

Grafica Nº 21

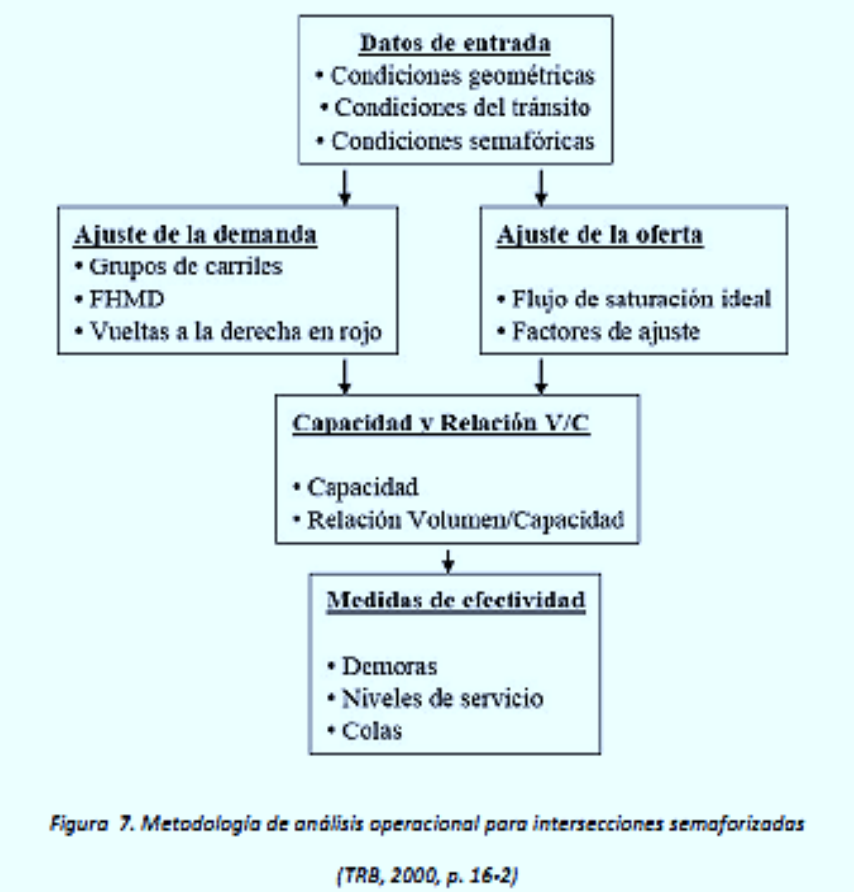


Figura 7. Metodología de análisis operacional para intersecciones semaforizadas

(TRB, 2000, p. 16-2)

Osores Torres, Evaluación de nivel de servicio por análisis de tráfico en la Intersección Semaforizadas Mariscal Castillas, 2015, pg. 31)
(Capitulo 16 – Parámetros de Trafico Cuadro 1)

- ✓ **RELACION ENTRE EL TIEMPO DE LLEGADA Y LA RELACION DE PELOTON**

Tabla Nº 44

Tipo de Llegada	Rango de Pelotón (Rp)	Valor por Defecto (Rp)	Calidad de la Progresión
1	≤ 0.50	0.33	Muy pobre
2	> 0.50-.85	3	Desfavorable
3	> 0.85-.15	0.66	Llegadas aleatorias
4	> 0.85-.15	7	Favorable

(AASHTO 2011 Capitulo 16, cuadro11)

R_p: relación de pelotón.

P: proporción de todos los vehículos que llegan durante la fase verde ($P \leq 1$).

C: longitud del ciclo (s).

g_i: tiempo de verde efectivo del movimiento o grupo de carriles (s).

✓ TASA DE FLUJO

$$V_p = \frac{V}{FHP}$$

Donde:

Vp: tasa de flujo durante los 15 minutos pico (veh/h).

V: volumen horario (veh/h).

FHP: factor de hora pico.

El volumen de pico se asume cada 15 minutos, y el resultado se selecciona para el análisis

✓ DETERMINACIÓN DE LA TASA DE FLUJO DE SATURACION

$$S = S_0 * N * f_W * f_{HV} * f_g * f_p * f_{bb} * f_a * f_{LU} * f_{LT} * f_{RT} * f_{Lpb} * f_{Rpb}$$

s: tasa de flujo de saturación del grupo de carriles (veh/h-verde).

s_o: tasa de flujo de saturación ideal por carril (veh/h/carril).

N: número de carriles del grupo de carriles.

f_W: factor de ajuste por ancho de carriles.

f_{HV}: factor de ajuste por vehículos pesados.

f_g: factor de ajuste por pendiente del acceso.

f_p: factor de ajuste por estacionamientos adyacentes al grupo de carriles.

f_{bb}: factor de ajuste por bloqueo de buses que paran cerca de la intersección.

f_a: factor de ajuste por tipo de área.

f_{LU}: factor de ajuste por utilización de carriles.

f_{LT}: factor de ajuste por giros a la izquierda.

f_{RT}: factor de ajuste por giros a la derecha.

f_{Lpb}: factor de ajuste por peatones y bicicletas para giros a la izquierda.

f_{Rpb}: factor de ajuste por peatones y bicicletas para giros a la derecha.

- ✓ **NIVELES DE SERVICIO: INTERSECCIONES NO SEMAFORIZADAS**

Tabla Nº 45

Demora (s/veh)	LOS Ratio Volumen/Capacidad	
	≤ 1.0	≥ 1.0
≤ 10	A	F
> 10-15	B	F
> 15-25	C	F
> 25-35	D	F
> 35-50	E	F
> 50	F	F

Fuente. Transportation Research Board

La siguiente Tabla 1, describe las operaciones de control en segundos/vehículo indicando la relación de volumen/capacidad

- ✓ **NIVELES DE SERVICIO: INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS**

Tabla Nº 46

Tabla 2. Niveles de Servicio: Intersecciones Semaforizadas

Demora (s/veh)	LOS Ratio Volumen/Capacidad	
	≤ 1.0	≥ 1.0
≤ 10	A	F
> 10-20	B	F
> 20-35	C	F
> 35-55	D	F
> 55-80	E	F
> 80	F	F

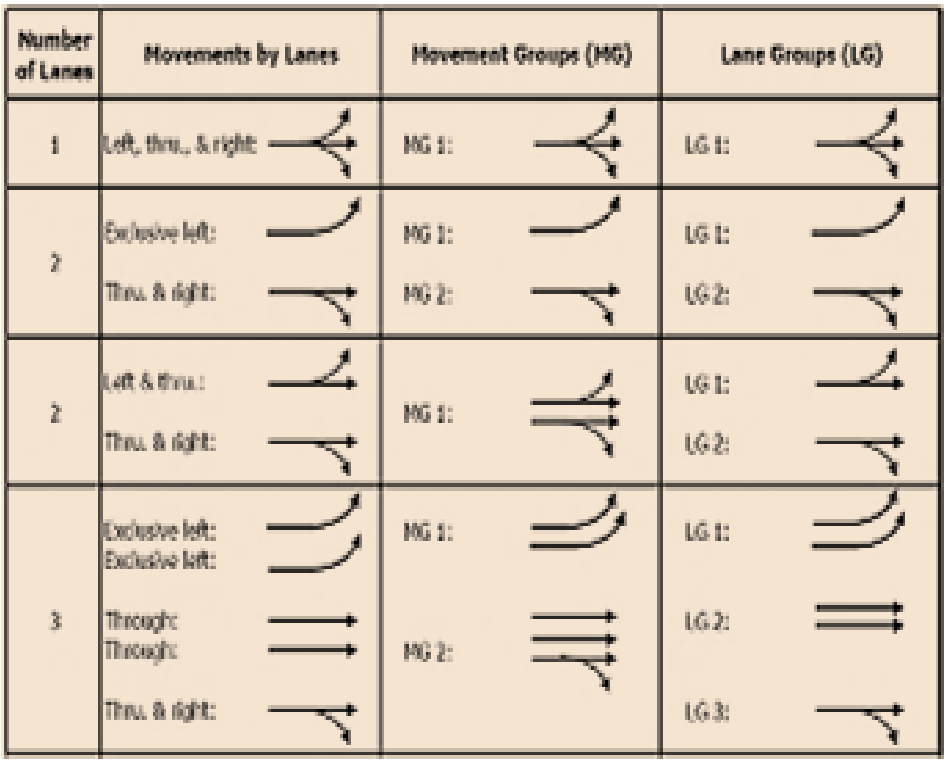
Fuente. Transportation Research Board

- ✓ **LA DEMANDA**

Es la principal medida de la cantidad de tráfico que utiliza una instalación determinada. Esta se refiere a los vehículos que llegan a un punto determinado, mientras que el volumen se refiere a la cantidad que atraviesan dicho punto. Si no hay ninguna cola, la demanda es equivalente al volumen de tráfico en un punto dado en la calzada (Linares Osores, PG 23, 2017)

- ✓ **GRUPO DE CARRILES Y GRUPOS DE MOVIMIENTOS TIPICOS**

Grafica Nº 22



Fuente. Transportation Research Board 2010

- ✓ **FACTOR DE AJUSTE POR ANCHO DE CARRIL**

Tabla Nº 47

Promedio de Ancho de Carril (m)	Factor de Ajuste de Ancho de Carril (fw)
< 3.0	0.96
≥ 3.0 - 3.92	1.00
> 3.92	1.04

Fuente. HCM 2010

✓ FACTOR DE AJUSTE POR VEHÍCULOS PESADOS EN ANCHO DE CARRIL

Representa el espacio adicional ocupado por estos vehículos, en comparación con los vehículos livianos. Los valores de este factor se calculan a partir de la ecuación de 18.[18]

$$f_{HV} = \frac{100}{100+P_{HV}(E_T-1)} \qquad \text{(Ecuación 2)}$$

Dónde:

- $P_{HV} = Porcentaje\ de\ vehículos\ pesados\ (\%)$
- $E_T = Número\ de\ vehículos\ ligeros\ por\ cada\ vehículo\ pesado (2,0)$

(Linares, Osores, PG. 31, 2017)

✓ FACTOR DE AJUSTE POR INCLINACIÓN DEL ACCESO

Una pendiente con subida disminuye las características de aceleración de un vehículos, de esta forma la capacidad del flujo de saturación se ve disminuida Pasa lo contrario al tener una pendiente en bajada, las velocidades aumentan favoreciendo un flujo vehicular continuo, aumentando el flujo de saturación. Este factor varía entre 0.97 y 1.05 respectiva a las pendientes de una rango entre -6% y +10%.[17]

$$f_g = 1 - \frac{P_g}{200} \qquad \text{(Ecuación 3)}$$

Dónde:

- $P_g = Grado\ de\ la\ vía\ para\ el\ grupo\ de\ movimiento\ (\%).$

✓ FACTOR DE AJUSTE POR EFECTOS DE AUTOBUSES LOCALES

Los paraderos interrumpen el flujo vehicular al detenerse para recoger o dejar pasajeros, ocasionando mayor número de maniobras para os vehículos particulares o la reducción de velocidad. El factor varía entre 1.00 y 0.83 dependiendo del número de buses que se detengan en una hora (0 a 40), respectivamente. [19]

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4\,N_b}{3600}}{N} \geq 0.050$$

Dónde:

- $N_b = Número\ de\ buses\ por\ hora\ \left(\frac{buses}{h}\right)$

(Linares, Osores, PG. 32, 2017)

✓ CALCULO DE LONGITUD DE COLA

$$Q = \frac{v}{3600}(R-6)\left[1 + \frac{1}{\frac{s}{v}-1}\right]\frac{L}{nf_{LU}}$$

Dónde:

- R = Tiempo en rojo (s)
- s = Ratio de flujo de saturación $\left(\frac{veh}{h}\right)$
- v = Ratio de llegada (veh/h)
- L = Longitud del vehículo (pies) [39]

Highway Capacity Manual 2010: 18-56

✓ PROYECCION

○ INDICE MEDIO DIARIO ANUAL

La metodología para hallar el Índice Medio Diario Anual, corresponde a las siguientes ecuaciones:

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

El cual parte del Índice Medio Diario Semanal, correspondiente al:

$$IMD_s = \sum \frac{V_i}{7}$$

Dónde:

- $IMD_s = Indice\ Medio\ Diario\ Semanal$
- $IMD_a = Indice\ Medio\ Diario\ Anual$
- $V_i = Volumen\ Vehicular\ Diario\ de\ cada\ uno\ de\ los\ dias\ de\ conteo$
- $FC = Factor\ de\ Correción\ Estacional.$

○ VOLUMEN DE TRANSITO

Se define volumen de tránsito, como el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, deun carril o de una calzada, durante un período determinado. Se expresa como

$$Q = \frac{N}{T}$$

Donde:

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

- **Volúmenes de Tránsito Absoluto o Totales**

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

- **Volúmenes de Tránsito Promedio Diarios**

  Este parámetro es también conocido como Indice Medio Diario Anual o IMDA.

$$TPDA = \frac{TA}{365}$$

- **Tránsito promedio diario mensual (TPDM)**

$$TPDM = \frac{TM}{30}$$

- **Tránsito promedio diario semanal (TPDS)**

$$TPDS = \frac{TS}{7}$$

- **Volúmenes de Transito Futuro**

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

$$VHP = k(TPDA)$$

K = valor esperado de la relación entre el volumen de la n-ava hora máxima seleccionada y el TPDA del año de proyecto.			
Por lo tanto, tomando como referencia las tres curvas anteriores, si se selecciona el volumen de la 30ava hora como el de proyecto, para proyecciones a años futuros en vías, se recomiendan los siguientes valores de k:			
Para vías colectoras	k	=	0.08
Para vías arteriales	k	=	0.12
Para vías expresas	k	=	0.16

III. CONCLUSION

- La identificación de la información de las bases teóricas sobre paso a desnivel, ha permitido identificar la información para fines de desarrollo de diseño geométrico de Intercambio Vial a Desnivel de la Avenida José Gabriel Condorcanqui con la Avenida Túpac Amaru Distrito de La Esperanza Trujillo.

- Asimismo, a través de la matriz de datos como instrumento de técnicas de información, se ha permitido la clasificación y selección de la información según los parámetros de rediseño vial en el Perú, resultando un proceso significativo en la búsqueda de soluciones a los problemas viales.

- La obtención de nuevos perfiles del conocimiento sobre Categorización Vial, son el resultado del manejo de información clasificada, que permitirá realizar búsqueda de soluciones innovadoras sostenidas en el conocimiento, necesidades viales y soluciones acordes con adelanto de técnicas constructivas, que permitirán desarrollar una geometría vial normativa, acorde con las necesidades de las demandas de flujo vehicular actual y a futuro, así como minimizando impactos negativos en la imagen urbana.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- Análisis del Diseño Geométrico y Alternativas de solución en la vía Cantagallo– el Jurón, Parroquia Puerto Cayo, Cantón Jipijapa – 2017 Ecuador Provincia de Manabi, repositorio - Parrales, 2017.

  Recuperado de:

  http://repositorio.unesum.edu.ec/browse?type=author&value=Cordero+Garc%C3%A9s%2C+Manuel+Octavio.

- Diseño Geométrico Vial, para dar solución a la movilidad de la intersección de la Avenida Boyacá con la Avenida Rodrigo Lara Bonilla en la ciudad de Bogotá D.C.

  Recuperado de:

  http://sie.car.gov.co/handle/11349/5946?show=full.

- Diseño de Intercambio Vial a Desnivel en las intersecciones de la Carretera Panamericana Sur y la Avenida El Estudiante de la ciudad de Puno – 2016, Mamami y Chura, 2016.

  Recuperado de:

  http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3791.

- Diseño y Planeamiento de una intersección vial urbana no Semaforizada simulando interacción con el área de influencia –Lima.

  Recuperado de:

  https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/621456.

- Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma TH0.020

  Recuperado de:

  http://www.munlima.gob.pe/images/descargas/gobierno-abierto/transparencia/mml/planeamiento-y-organizacion/normas-legales-tupa/01-Gerencia-de-Desarrollo-Urbano/Edficaciones/26.%20DS%2011-06-VIV%20Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf.

- Layza, 2016-Diseño de un Bypass entre los tramos Puente Atocongo y Avenida Mateo Pumacahua -entrada de Villa El Salvador-Perú.

  Recuperado de:

  http://cdn.plataformaurbana.cl/wp-content/uploads/2016/11/1.-pdlc-de-lm-2016-2021.pdf.

- Fuentes y Suelos, 2013, Diseño Geométrico y Diseño Estructural del Intercambio Vial en la intersección de la Av. Alfonso Ugarte y la Av. Miguel de Forja en el Cercado de Arequipa-Perú.

  Recuperado de:

  https://core.ac.uk/download/pdf/54220894.pdf.

- CE. 010 Pavimentos Urbanos - Reglamento Nacional de Edificaciones

  Recuperado de:

  https://www.google.com/search?q=%EF%82%A7%09CE.+010+Pavimentos+Urbanos+del+Reglamento+Nacional+de+Edificaciones&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b.

- Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018

  Recuperado de:

  https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

- Diseño Geométrico de Caminos y Calles - AASHTO 2011 - American Association of State Highway and Transportation Officials:

  Recuperado de:

  http://ingenieriadeseguridadvial.blogspot.com/2013/05/aashto.html

- Higway Capacity Manual – HCM 2000 - Transportation Research Board

  Recuperado de:

  https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway_capacital_manual.pdf

V. ANEXOS

ANEXO Nº 1

MATRIZ DE DATOS

Items/.	TEMA	AUTOR	FUENTE
Clasificación vehicular	Diseño de Carreteras	▪ Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018	▪ Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC
Pasos a desnivel	Diseño de Carreteras	▪ Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018	▪ Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC. ▪ (Layza, 2016) Diseño de un Bypass entre los tramos Puente Atocongo y Avenida Mateo Pumacahua -entrada de Villa El Salvador,
Intercesiones viales	Diseño de Carreteras	▪ Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018	▪ Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC. ▪ (Parrales, 2017) Análisis del Diseño Geométrico y Alternativas de Solución en la Vía Cantagallo - El Jurón, Parroquia Puerto Cayo, cantón Jipijapa – 2017 Ecuador Provincia de Manabí
Calificación de intersecciones	Diseño de Carreteras	▪ Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018	▪ Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC

Diseño de vias	Diseño de Carreteras	▪ Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 ▪ Norma TH-010 Diseño de Vías del Reglamento Nacional de Edificaciones.	▪ Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC.
Categoría de vías	Diseño de Vías	▪ Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 ▪ Manual de Diseño de Vías Urbanas VCHI-2005	▪ Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC
Orografía	Diseño de Vías	▪ Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018	▪ Ministerio de Transportes y Comunicaciones – MTC. ▪ (Millar y Sebastián, 2017) Propuesta de Diseño Geométrico Vial, para Dar Solución a la Movilidad de la Intersección de la Avenida Boyacá con la Avenida Rodrigo Lara Bonilla en La Ciudad de Bogotá D.C.
Velocidad	Diseño de Vías		
Según tipo de vías	Diseño de Vías		
Estudio Trafico	Estudio de tráfico para Vías	▪ Manual de Diseño de Vías Urbanas VCHI-2005	▪ Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC

ANEXO Nº 2

MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones

OPP

FORMATO N° 2

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA			
SENTIDO		E ←	→ S
UBICACIÓN			

ESTACION				
CODIGO DE LA ESTACION				
DIA Y FECHA				

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAILER				TRAILER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	>-3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>- 3S3	2T2	2T3	3T2	>-3T3	
DIAGRA. VEH.																				
																				0
																				0
																				0
																				0
																				0
																				0
																				0
																				0
																				0
																				0
																				0
																				0
																				0
																				0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ENCUESTADOR: _____ JEFE DE BRIGADA: _____ ING.RESPONS: _____ SUPERV.MTCC: _____

MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones

OPP

FORMATO Nº 2

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

TRAMO DE LA CARRETERA			
SENTIDO		E ←	S →
UBICACIÓN			

ESTACION				
CODIGO DE LA ESTACION				
DIA Y FECHA				

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRATLER				TRATLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL		2 E	>-3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>- 3S3	2T2	2T3	3T2	>-3T3	
DIAGRA. VEH.																				
																				0
																				0
																				0
																				0
																				0
																				0
																				0
																				0
																				0
																				0
																				0
																				0
																				0
																				0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ENCUESTADOR: _____ JEFE DE BRIGADA: _____ ING.RESPONS: _____ SUPERV.MTCC: _____

IMÁGENES

(García, Herrera, 2017) **Propuesta de Diseño Geométrico Vial de una Intersección en la Avenida Ciudad de Cali con Calle 72, Bogotá - Colombia 2017**

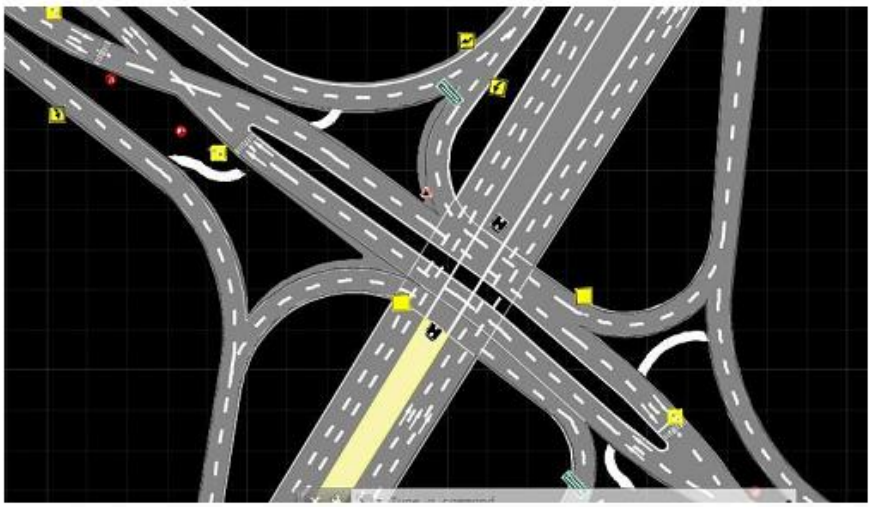


Figura 88 Vista de Señalización Vertical y Horizontal en la Intersección Planteada

Lima

Intercambio vial a desnivel El Derby.

Intercambio vial a desnivel El Derby.

Intercambio vial Av. América y Av. La Marina – Trujillo

Intercambio vial Av. América y Av. La Marina – Trujillo (desarrollo paisajista-impacto urbano)

Intercambio vial Av. Mansiche - Trujillo

Intercambio vial Av. Mansiche - Trujillo (desarrollo paisajista-impacto urbano)

Intercambio vial Av. Mansiche - Trujillo (componentes estructurales)

Intercambio Vial a Desnivel El Naranjal – Lima

Intercambio Vial a Desnivel El Naranjal – Lima

Cruce de la Panamericana Norte con la avenida Naranjal (Distritos Los Olivos y San Martín de Porres)

- Ovalo de 200 metros de diámetro, cuatro carriles de circulación y ramales de tres carriles para la conexión directa al óvalo desde o hacia la Panamericana Norte
- Cuenta con dos puentes vehiculares de 39 metros de longitud y 19.2 metros de ancho, que permiten el paso por el óvalo sobre la Panamericana Norte; dos puentes peatonales de 72,4 m de longitud y 2,50 m de ancho y 5,50 m de altura, escaleras de ascenso y descenso rápido, y rampas de acceso inclusivas para personas con discapacidad.