

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE
SISTEMAS Y ARQUITECTURA**



ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA:
P. J. FEDERICO VILLARREAL - C.P.M. LAS
SALINAS, DISTRITO DE TUCUME –
LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE”**

**INFORME DE INGENIERÍA
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

BACH. PURISACA LLONTOP NELSON FELIPE

LAMBAYEQUE – PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE
SISTEMAS Y ARQUITECTURA**

INFORME DE INGENIERÍA

**I PROGRAMA DE TITULACION EXTRAORDINARIA
2014-I- TESIS**

1. **TITULO DEL INFORME** : “DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA P.J. FEDERICO VILLARREAL – C.PM. LAS SALINAS, DISTRITO DE TUCUME-LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE”.
2. **RESPONSABLE** : Bach. NELSON FELIPE PURISACA LLONTOP.
3. **PATROCINADOR** : MG. ING. HAMILTON VLADIMIR CUEVA CAMPOS
4. **UBICACIÓN** : DISTRITO DE TUCUME , PROVINCIA LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.
5. **FECHA** : SETIEMBRE DEL 2015.

Mg. Ing. HAMILTON VLADIMIR CUEVA CAMPOS
PATROCINADOR

Bach. NELSON FELIPE PURISACA LLONTOP
RESPONSABLE

**INFORME DE INGENIERÍA PARA OPTAR EL TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

TEMA

**“DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA: P. J. FEDERICO VILLARREAL -
C.P.M. LAS SALINAS, DISTRITO DE TUCUME – LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE”**



POR: NELSON FELIPE PURISACA LLONTOP
BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL



DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado A:

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis hijos y esposa:

Diego y Michell Purisaca Fiestas que junto a mi esposa Giovanna Milagritos Fiestas Inoñan han sido mi motivación para seguir adelante y brindarles gran alegría y un mejor futuro, lleno de logros en todos nuestros proyectos que se realicen, como la familia que somos.

Mis padres: Elena Maria Llontop Rumiche y Felipe Purisaca Sosa, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaron. Padres gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto se los debo a ustedes.

Mi hermano: Celso Paul Purisaca Llontop quien estuvo ahí para apoyarme siempre con el anhelo de culminar mis estudios y tener una profesión para orgullo de nuestros padres.

Quienes siempre influyeron con su aliento a que este trabajo y mis estudios se vean logrados.



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	2
GENERALIDADES	2
1.1. ANTECEDENTES	3
1.2. PROBLEMA	4
1.3. HIPOTESIS	4
1.4. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA	4
1.5. OBJETIVOS	5
1.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.6. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	5
1.6.1. ETAPA PRELIMINAR Y/O ESTUDIO DE RUTAS.....	6
1.6.1.1. SELECCIÓN DE RUTAS PO EL METODO DE PESOS ABSOLUTOS.....	6
1.6.1.2. SELECCIÓN DE RUTAS POR EL METODO DE PESOS RELATIVOS.....	7
1.6.2. ETAPA DE CAMPO.....	10
1.6.2.1. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL Y PUNTOS OBLIGADOS DE PASO.....	10
1.6.2.2. POLIGONACION POR TRAZO DIRECTO.....	11
1.6.2.3. OBTENCION DEL INDICE MEDIO DIARIO ANUAL DE LA VIA EN ESTUDIO.....	13
1.6.3. ETAPA DE GABINETE.....	15
1.7. UBICACIÓN DEL PROYECTO	15
1.8. AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	16



1.9. CARACTERISTICAS DEL AREA DE INFLUENCIA.....	17
1.10. VIAS DE ACCESO AL AREA DE INFLUENCIA.....	18
CAPITULO II.....	19
PARAMETROS DE DISEÑO.....	19
2.1. DEFINICIONES.....	20
2.2. CLASIFICACION DE LAS CARRETERAS.....	27
2.3. ESTUDIO DE LA DEMANDA.....	29
2.4. ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	31
2.4.1. VELOCIDAD DE DISEÑO (V).....	31
2.4.2. RADIOS MINIMOS.....	32
2.4.3. SOBREANCHO.....	33
2.4.4. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (Dp).....	34
2.4.5. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO O ADELANTAMIENTO (Da)	36
2.4.6. DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES (DESPEJE LATERAL).....	37
2.4.7. REQUISITOS GENERALES PARA EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	38
2.4.7.1. CURVAS HORIZONTALES.....	38
2.4.7.2. TRAMOS EN TANGENTE.....	39
2.4.7.3. CURVAS DE TRANSICION EN ESPIRAL.....	40
2.4.7.4. ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTALES (CIRCULAR).....	42
2.5. ALINEAMIENTO VERTICAL.....	43
2.5.1. CRITERIOS GENERALES.....	43
2.5.2. PENDIENTES DE DISEÑO.....	45
2.5.3. CURVAS VERTICALES.....	48
2.5.4. LONGITUD DE LAS CURVAS VERTICALE.....	48



2.5.4.1. CURVAS VERTICALES CONVEXAS O CRESTAS.....	48
2.5.4.2. CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS O COLUMPIOS.....	49
2.5.4.3. PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE LAS CURVAS VERTICALES.....	50
2.6. SECCIONES TRANSVERSALES.....	52
2.6.1. CALZADA O SUPERFICIE DE RODADURA.....	52
2.6.2. ANCHO DE LA CALZADA EN TANGENTES.....	53
2.6.3. ANCHO DE BERMAS.....	55
2.6.4. BOMBEO DE CALZADA.....	55
2.6.5. PERALTE.....	56
2.6.6. LAZOLETAS.....	58
2.6.7. LONGITUD DE TRANSICIÓN.....	58
2.6.8. TALUDES.....	60
2.6.9. CUNETAS.....	61
2.6.10. BANQUETAS.....	61
CAPITULO III.....	62
DISEÑO GEOMETRICO.....	62
3.1. CLASIFICACION DE LA CARRETERA.....	63
3.2. ESTUDIO DE RÁFICO.....	63
3.2.1 INDICE MEDIO DIARIO ACTUAL.....	64
3.2.2 INDICE MEDIO DIARIO PROYECTADO.....	65
3.3. VEHICULO DE DISEÑO.....	66
3.4. VELOCIDAD DIRECTRIZ.....	67
3.5. RADIO MINIMO.....	67



3.6. SOBREANCHO	68
3.7. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (Dp)	70
3.8. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO O ADELANTAMIENTO (Da)	70
3.9. DESPEJE LATERAL	70
3.10. DISEÑO DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL	73
3.10.1. CURVAS HORIZONTALES	73
3.10.2. TRAMOS EN TANGENTE	73
3.11. SECCIONES TRANSVERSALES	75
3.11.1. ANCHO DE CALZADA.	75
3.11.2. ANCHO DE BERMAS	75
3.11.3. BOMBEO	76
3.11.4. PERALTE	76
3.11.5. CUNETAS	77
3.11.6. TALUDES	77
3.12. RESUMEN DE DISEÑO GEOMETRICO	78
CAPITULO IV	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
4.1. CONCLUSIONES	80
4.2. RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFIA	81
ANEXOS	82
PANEL FOTOGRAFICO	83
PLANOS	85



INTRODUCCIÓN

El diseño geométrico; según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2014, es la parte más importante del proyecto de una carretera, teniendo como base los condicionantes o factores existentes en la zona de estudio.

En el presente trabajo doy a conocer el procedimiento de diseño utilizado para generar las mejores condiciones geométricas de los elementos de una vía; pues allí se determina la mejor ubicación y forma geométrica de los elementos de esta, logrando a futuro un correcto desenvolvimiento económico, funcional, de comodidad, de estética, de seguridad y de fácil control medio ambiental de la carretera, siendo por esto la parte más importante en la proyección para la construcción, rehabilitación o mejoramiento de una carretera se realizó teniendo en cuenta la normativa actual para la proyección geométrica de Carreteras, según las características presentes en la zona de trabajo como su topografía y características de tránsito.

Presentamos entonces un diseño geométrico tridimensional de las características de la vía; concordando sus elementos horizontales y verticales teniendo como base las características del tipo de la vía, velocidades de diseño, radios mínimos, pendientes máximas, etc. Lo que nos permitirá finalmente lograr una vía que dé resultados positivos en el desarrollo de la población influenciada.



CAPITULO I

GENERALIDADES



1.1. ANTECEDENTES

Los pobladores del Centro Poblado Menor Las Salinas, P.J. Federico Villarreal y caseríos aledaños, han solicitado elaborar el diseño geométrico de la carretera que los una, porque actualmente la trocha Carrozable existente ha sido construida sin estudios y se encuentra en la actualidad en mal estado.

En algunas partes del tramo de la vía existen obstáculos de transitabilidad vehicular como partes muy angostas y vegetación arbórea, por lo tanto existe dificultad de traslado de pasajeros y carga, por lo que es necesario contribuir con la solución, debido a que en la zona se produce una gran producción agrícola.

CUADRO 1.1. ACTIVIDADES ECONÓMICAS DEL CP. CARTAGENA:	
Cultivos:	Los cultivos que posee la población beneficiada son los cultivos permanentes de algodón (30.60 has), maíz (300.5 has), frutales (10.16 has.), arroz (18.8 has), mango (8.2 has), frejol (5.10 has), tomate (2.05 has), yuca (1.46 has).
Pecuarios:	Ganado vacuno (960 cabezas), ganado ovino (806 cabezas), ganado porcino (295 cabezas), ganado equino (868 cabezas), aves de corral (2540 cabezas). Promedio de leche/vaca/día es de 5.6 litros.
Comercio:	Agricultura, ganadería, también existen tiendas y bodegas.

*La Población beneficiada del Distrito de Tucume se dedican a la agricultura (88%), ganadería (10%) y en una menor escala a la actividad comercial (2%).

FUENTE: Censos Nacional Agropecuario – departamento de Lambayeque - INEI



1.2. PROBLEMA

¿Por qué realizar el Diseño Geométrico de la Carretera "P. J. FEDERICO VILLARREAL
- C.P.M. LAS SALINAS, DISTRITO DE TUCUME – LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE?

1.3. HIPOTESIS

El Diseño Geométrico de la Carretera, "P. J. FEDERICO VILLARREAL - C.P.M. LAS SALINAS, DISTRITO DE TUCUME – LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE, servirá de base para la elaboración del Expediente Técnico de la Obra para su etapa de ejecución.

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

- **PORQUE** en la actualidad no se cuenta con el proyecto "DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA: P. J. FEDERICO VILLARREAL - C.P.M. LAS SALINAS, DISTRITO DE TUCUME – LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE".
- **PARA QUE** se cuente con el proyecto "DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA: P.J. FEDERICO VILLARREAL - C.P.M. LAS SALINAS, DISTRITO DE TUCUME – LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE". Que permitirá la elaboración del expediente técnico final para su posterior ejecución que beneficiara a las comunidades involucradas.



1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

- Realizar el "DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA: P. J. FEDERICO VILLARREAL - C.P.M. LAS SALINAS, DISTRITO DE TUCUME – LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE", que permitirá elaborar el Expediente Técnico de la Obra para su etapa de ejecución.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el reconocimiento de campo de la carretera P.J. FEDERICO VILLAREAL – C.P.M. LAS SALINAS de 5.140 Km. para luego utilizarlas en la obtención de los parámetros básicos de diseño.
- Realizar el levantamiento topográfico del área de influencia directa.
- Elaborar el Diseño Geométrico de la carretera.

1.6. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

El levantamiento topográfico es el procedimiento realizado en campo para obtener la representación gráfica del terreno, de sus accidentes, del sistema hidrográfico, y de las instalaciones y edificaciones existentes, puestas por el hombre, en un plano topográfico después de su procesamiento en gabinete. El levantamiento topográfico muestra las distancias horizontales y las diferentes cotas o elevaciones de los elementos representados en el plano mediante curvas de nivel, a escalas convenientes para la interpretación del plano y para la adecuada representación del camino y de las diversas estructuras que lo componen.



1.6.1. ETAPA PRELIMINAR Y/O ESTUDIO DE RUTAS

Antes de proceder a levantar topográficamente el terreno, se procura obtener la mejor información, consultando los mapas y planos de la región, los estudios anteriores y en general todas las fuentes capaces de suministrar datos útiles. Para facilitar la lectura de los planos y mapas haremos algunas consideraciones de carácter general acerca de la configuración del terreno, cuyos accidentes, si bien variados, guardan entre sí cierta dependencia que permite prever, aun en mapas deficientes, la posición actual de la ruta por reconocer y la de los puntos por estudiar. Además realizamos el estudio de rutas a través de la selección por el método de pesos absolutos o relativos teniendo en cuenta las longitudes de las rutas propuestas, pendiente media, pendiente máxima, numero de curvas de volteo, longitud de puente si lo hubiera, numero de alcantarillas y otros según criterio.

1.61.1. SELECCIÓN DE RUTAS POR EL METODO DE PESOS ABSOLUTOS

Se formula un cuadro donde se califica a cada uno de las características optándose la calificación con guarismo 1 la característica de lo más económico, la más cómoda, la más segura, la más beneficiosa para la zona. Con el guarismo 2 para lo regular y con el guarismo 3 a lo más antieconómico, lo menos seguro y que da menos beneficio social.



Ejemplo:

PESOS ABSOLUTOS						
CARACTERISTICAS	RUTA A		RUTA B		RUTA C	
	VALOR	PES	VALO	PESO	VALO	PESO
LONGITUD TOTAL	7076	1	7695	2	8103	3
PENDIENTE MEDIA %	4,52	1	4,26	3	4,49	2
PENDIENTE MAXIMA	5,88	3	5	1	5,26	2
LONGITUD PUENTES	32	2	2	1	3	3
Nº ALCANTARILLAS	6	2	4	1	4	1
Nº CURVAS VUELTAS	5	1	5	1	7	2
TOTAL		10		9		13

Este método evalúa las características de las rutas estudiadas, el peso que se les designa en el resultado de la comparación entre todas las rutas.

Así se obtiene la suma total de todos los pesos, donde se elige como mejor ruta a la que tenga el menor peso total.

En este caso la mejor ruta seria la **Ruta B**.

1.61.2. SELECCIÓN DE RUTAS POR EL METODO DE PESOS RELATIVOS

Este método es semejante al de los Pesos Absolutos, pero con la condición que se toma como base el más favorable, luego por Regla de Tres, se obtiene el peso de las otras características Para los factores de: Longitud Total (m), Pendiente Máxima (%), Longitud de Puentes (m), Número de Alcantarillas, Número de Curvas de Vuelta, las proporcionalidades es mediante la regla de tres simple, pero para la



Pendiente Media (%), es regla de tres inversa. Este método es el más ventajoso que el de los pesos absolutos

Ejemplo:

PESOS RELATIVOS						
CARACTERISTICAS	RUTA A		RUTA B		RUTA C	
	VALOR	PESO	VALOR	PESO	VALOR	PESO
LONGITUD TOTAL	7076	1	7695	1,09	8103	1,15
PENDIENTE MEDIA %	4,52	1	4,26	0,94	4,49	0,99
PENDIENTE MAXIMA	5,88	1,18	5	1	5,26	1,05
LONGITUD PUENTES	3	1,23	26	1	33	1,27
Nº ALCANTARILLAS	6	1,50	4	1	4	1
Nº CURVAS VUELTAS	5	1	5	1	7	1,40
TOTAL		6,91		6,03		6,86

Por consiguiente la ruta más favorable es la B.

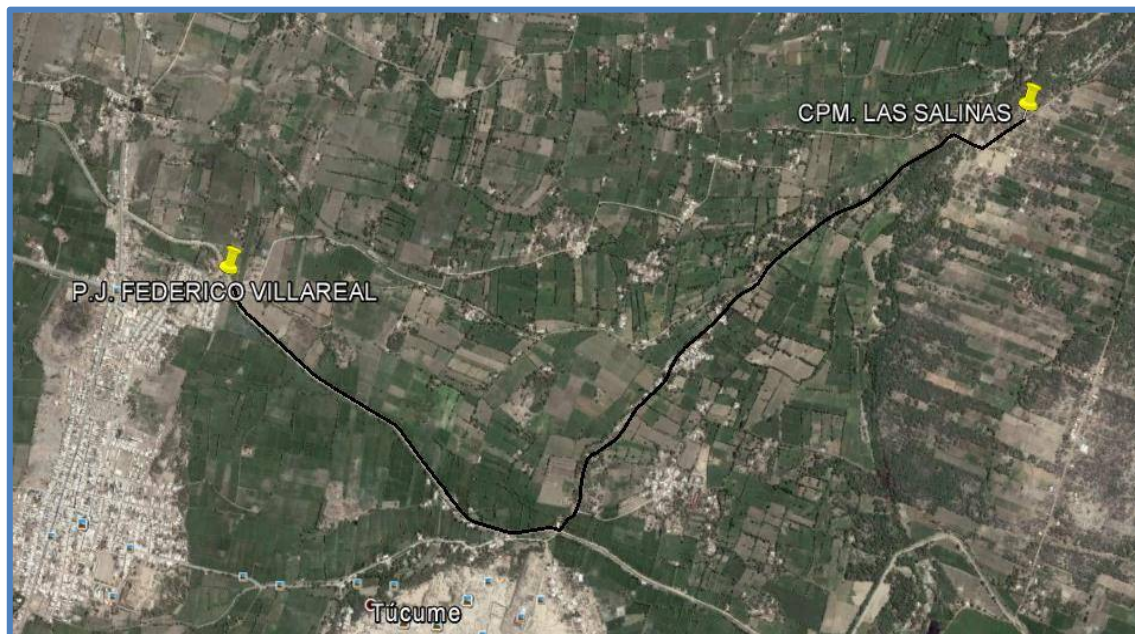
En algunas ocasiones puede suceder que la ruta apropiada sea muy obvia y no halla necesidad de evaluar otras, tal es el caso cuando la topografía es relativamente plana o la longitud de la vía sea muy corta, pero, si se han determinado varias rutas se debe llevar a cabo una serie de análisis que se detallan a continuación:

- Determinar puntos de control secundario: posibles pondeaderos (cruces favorables de corrientes de agua), depresiones de las cordilleras, vías existentes, pequeñas poblaciones, bosques, puntos de fallas o pantanos que deben ser evitados.
- Hallar pendientes longitudinales y transversales predominantes.
- Determinar características geológicas.



- Ubicar fuentes de materiales (canteras).
- Determinar posibles sitios para la disposición de desechos sólidos ("botaderos").
- Establecer cantidad, clase y dirección de los diferentes cursos de agua.
- Establecer condiciones climáticas o meteorológicas.
- Observar desde el punto de vista del alineamiento horizontal cual puede arrojar un trazado más suave.

En este caso para el diseño geométrico de la carretera P.J. Federico Villarreal – CPM. Las Salinas, solo se ha considera una ruta, ya que es muy obvia y no es necesario evaluar otras, ya que cuenta con una topografía relativamente plana y la longitud de la vía es corta.



VISTA SATELITAL DE LA RUTA ELEGIDA



1.6.2. ETAPA DE CAMPO

Iniciamos con el reconocimiento de campo, que es la etapa de inspección directa en el terreno y que tiene como objetivo determinar la ubicación de las estaciones, equipos y personal; permitiendo estimar el tiempo que demandará el trabajo. **(José Céspedes Abanto, 2001).**

Esta etapa nos dará una idea de cómo son las características generales del terreno donde se trabajara para luego tomar datos topográficos y de localización, se deberá poner mucho énfasis en esta etapa ya que los datos obtenidos son de gran influencia en el futuro diseño de los elementos geométricos de la vía en estudio.

Entre las principales consideraciones que debemos tener en esta etapa son las siguientes:

1.6.2.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL Y PUNTOS OBLIGADOS DE PASO

En el momento de plantear el nuevo desarrollo de la vía para su mejoramiento debemos tener en cuenta los puntos de control, de tal manera que restrinjan el trazo de la vía a una zona que permita que la carretera sirva eficientemente a toda una región. **(José Céspedes Abanto, 2001).**



1.6.2.2 POLIGONACION POR TRAZO DIRECTO

El levantamiento ejecutado en una estrecha franja del territorio, a lo largo de la localización del camino existente y su derecho de vía, constituye lo que se denomina el "trazado directo". El sistema alternativo se denomina "trazado indirecto". En la actualidad el levantamiento de la sección transversal se realiza con la Estación Total.

Se estaca por la ruta existente y se calcula el nivel del terreno en cada estaca, además se realiza el levantamiento topográfico de la sección transversal, los datos de cada sección transversal deberán ser suficientes para permitir la representación de las curvas de nivel en la franja que ocupara el camino. **(Manual Para El Diseño De Carreteras No Pavimentadas De Bajo Volumen De Transito, 2008).**

A) POLIGONAL DE APOYO ABIERTA

Al realizar el levantamiento topográfico de un área en estudio, se puede hacer uso de poligonales abiertas o cerradas, dependiendo de las características del proyecto, a realizar y del equipo con que se cuenta. En el caso de carreteras, al utilizar un equipo de alta precisión, como la estación total, se elige trabajar con una poligonal abierta, ya que los errores serían mínimos. **(José Céspedes Abanto, 2001).**



B) TRABAJO CON EQUIPO TOPOGRAFICO

Trabajo de campo: haciendo uso de estación total

PUESTA EN ESTACIÓN

Se plantean dos formas de poner en estación el equipo:

– Estación Fija.

Para la estación fija del equipo se tendrá que tener en cuenta, las coordenadas del punto en el cual se está estacionando. Estas coordenadas se podrán ingresar manualmente digitándolas por medio del teclado o llamándolas del banco de datos de la estación total. **(José Céspedes Abanto, 2001).**

– Estación Libre o estación Flotante.

En la estación total existe el programa "Estación Libre", el cual calcula las coordenadas de posición y la cota del punto de estación del instrumento a partir de las mediciones a un mínimo de 2 y un máximo de 5 puntos de coordenadas conocidas. **(José Céspedes Abanto, 2001)**

TOMA DE DATOS

Una vez colocada la estación total, se comienzan las mediciones, haciendo uso de prismas y la lectura se hace presionando una tecla. Los resultados aparecen en la pantalla del equipo en el formato deseado,



que pueden ser ángulos o distancias o directamente coordenadas. **(José Céspedes Abanto, 2001)**

UBICACIÓN DE PUNTOS FIJOS

Se debe ubicar puntos fijos, que ayuden a la colocación de una siguiente estación, haciendo uso de coordenadas. Estos puntos fijos, deben estar debidamente señalizados, y ubicados, de tal manera que puedan ser vistos desde una estación actual y la siguiente. **(José Céspedes Abanto, 2001)**

ALMACENAMIENTO Y VACIADO DE DATOS

Los datos son almacenados en la memoria del equipo. Luego son trasladados al gabinete para su vaciado hacia la computadora. **(José Céspedes Abanto, 2001).**

1.6.2.3 OBTENCION DEL INDICE MEDIO DIARIO ANUAL DE LA VIA EN ESTUDIO (IMDA)

El IMDA representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica.



El IMDA es una medida de tránsito fundamental que se utiliza para determinar los Kilómetros - vehículo recorridos en las diferentes categorías de los sistemas de carreteras rurales y urbanas.

Los valores de IMDA para tramos específicos de carretera, proporcionan al ingeniero de caminos, al planificador y al administrador, la información esencial necesaria para determinar las normas de diseño, clasificar sistemáticamente las carreteras y desarrollar los programas de mejoras y mantenimiento. (Manual De Diseño Geométrico de carreteras DG – 2014).

Para los casos en que no se dispone de la información sobre la variación diaria y estacional (mensual) de la demanda (en general esa información debe ser proporcionada por la autoridad competente), se requerirá realizar estudios que permitan localmente establecer los volúmenes y características del tránsito diario, en por lo menos tres (3) días típicos, es decir, normales, de la actividad local.

Para este efecto, no se contará el tránsito en días feriados, nacionales o patronales, o en días en que la carretera estuviera dañada y, en consecuencia, interrumpida.



1.6.3. ETAPA DE GABINETE

Contando con los datos de campo dentro del sistema de almacenamiento de la computadora se traslada a un programa de diseño para su procesamiento.

(José Céspedes Abanto, 2001).

En cuanto al ploteo de los planos generados en los diseños definitivos, se recomienda utilizar planos en planta horizontales normalmente en el rango de 1:500 y 1:1000 para áreas urbanas; y de 1:1000 y 1:2000 para áreas rurales. Y curvas a nivel a intervalos de 0.5 m. a 1.0 m. de altura en áreas rurales y a intervalos de 0.5 m. en áreas urbanas.

Luego utilizaremos toda la información recopilada para proceder al diseño de la Geometría de la vía.

1.7. UBICACIÓN DEL PROYECTO

Su ubicación política queda definida en:

Región : Lambayeque

Departamento : Lambayeque

Provincia : Lambayeque

Distrito : Tucume

Localidad : CP. Las Salinas

La temperatura media anual es de 21.3°C



Las coordenadas UTM de los puntos de inicio y final del proyecto son las siguientes:

Punto Inicial: P.J. Federico Villarreal, Km 0 + 000

NORTE : 9281373.160 m

ESTE : 626823.270 m

ALTITUD : 49.90 m.s.n.m.

Punto Final: Centro Poblado Menor Las Salinas, Km 5 + 140

NORTE : 9281898.671 m

ESTE : 630733.779 m

ALTITUD : 59.90 m.s.n.m.

1.8. AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

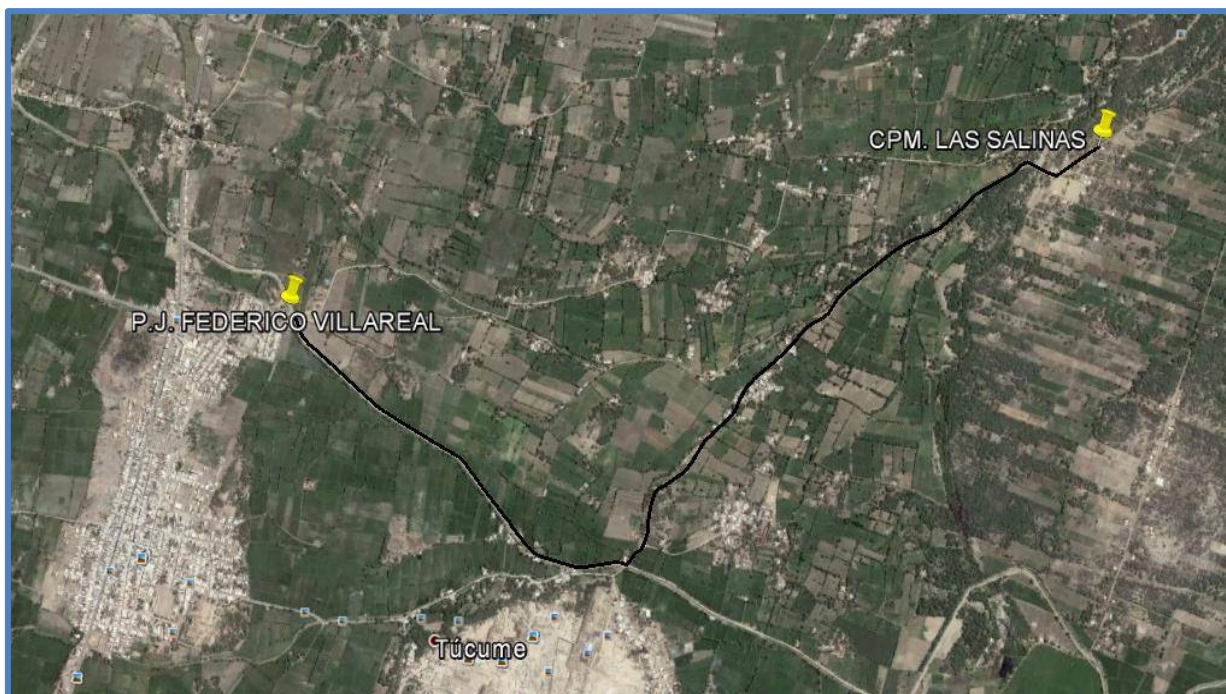
El área beneficiada directamente por el proyecto está comprendida por la zona del P.J. Federico Villarreal y el C.P.M. Las Salinas, ya que se encuentran localizados a lo largo de la zona de estudio. Además los caseríos aledaños, que se encuentran en la prolongación de la vía siendo un área de influencia indirecta.

Estas áreas obtendrán una vía de comunicación más cercana a sus localidades provocando una disminución en el tiempo de traslado de sus pobladores hacia sus diversas actividades así como de sus productos agrícolas que serán comercializados hacia las localidades del Distrito de Tucume y las provincias de Lambayeque y Chiclayo.



1.9. CARACTERISTICAS DEL AREA DE INFLUENCIA

La topografía de esta zona es llana con pendientes leves, siendo accesibles las vías de comunicación entre el P.J. Federico Villarreal - CPM. Las Salinas y sus caseríos aledaños.



UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA ZONA DEL PROYECTO

1.10. VIAS DE ACCESO AL AREA DE INFLUENCIA

Se llega a Tucume a través de la Antigua carretera Panamericana Norte a 35.5 km de la ciudad de Chiclayo.

Ruta.- Chiclayo – Lambayeque – Tucume – P.J. Federico Villarreal (Punto de Inicio), mediante esta ruta desde Chiclayo hasta la Ciudad de Tucume, luego hasta el punto de inicio (P.J. Federico Villarreal), la vía se encuentra asfaltada haciendo un recorrido de 50'.



Ruta, seguida para llegar al punto de inicio del trabajo



CAPITULO II

PARAMETROS

DE

DISEÑO



2.1. DEFINICIONES

TIPOS DE TOPOGRAFIA

Se clasifican según su inclinación transversal al eje de la vía, en el cuadro siguiente Observamos esta clasificación. **Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014.**

CUADRO Nº 2.1 TOPOGRAFIA EN FUNCION DE LA INCLINACION DEL TERRENO RESPECTO A LA HORIZONTAL	
PENDIENTE DEL TERRENO	TIPO DE TOPOGRAFIA
Menor o igual a 10%	Llana
11% a 50%	Ondulada
51 a 100%	Accidentada
Mas de 100%	Montañosa

FUENTE: Tratado de Topografía.

CUADRO Nº2.2 ESCALA DEL PLANO Y EQUIDISTANCIA DE CURVAS A NIVEL		
ESCLA DEL PLANO	TOPOGRAFIA	EQUIDISTANCIA
Grande (1/1000 a menor)	Llana	0.10 ò 0.25
	ondulada	0.25 ò 0.50
	accidentada	0.50 ò 1.00
Mediana (1/1000 - 1/10000)	Llana	0.25, 0.50 ó 1.00
	ondulada	0.50, 1.00 ò 2.00
	accidentada	2.00 ò 5.00
Pequeña	Llana	0.5
	ondulada	
	accidentada	

FUENTE: Tratado de Topografía



DERECHO DE VIA O FAJA DE DOMINIO

El Derecho de Vía es la faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario.

Dentro del ámbito del Derecho de Vía, se prohíbe la colocación de publicidad Comercial exterior, en preservación de la seguridad vial y del medio ambiente.

DIMENSIONAMIENTO DEL ANCHO MÍNIMO DEL DERECHO DE VÍA PARA CARRETERAS.

El ancho mínimo debe considerar la Clasificación Funcional de la carretera, en concordancia con las especificaciones establecidas por el **Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014** del MTC del Perú, que fijan las siguientes dimensiones:

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



FAJA DE PROPIEDAD RESTRINGIDA.

A cada lado del Derecho de Vía habrá una faja de Propiedad Restringida. La restricción se refiere a la prohibición de ejecutar construcciones permanentes que afecten la seguridad o la visibilidad y que dificulten ensanches futuros del camino. La Norma DG-2014, fija esta zona restringida para Carreteras de 3ra. Clase en diez (10) metros a cada lado del Derecho de Vía.

CAMINO VECINAL

Vía de servicio destinada fundamentalmente para acceso a chacras. **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014).**

BERMAS

Franja longitudinal, pavimentada o no, comprendida entre el borde exterior de la calzada y la cuneta o talud. **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014).**

BOMBEO

Pendiente transversal de la plataforma en tramos en tangente. **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014).**

CALZADA

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos. Se compone de un cierto número de carriles. **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014).**



CARRIL

Franja longitudinal en que está dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales, y con ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014)**.

CURVA DE TRANSICIÓN

Curva en planta que facilita el tránsito gradual desde una trayectoria rectilínea a una curva circular, o entre dos circulares de radio diferente. **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014)**.

CURVA VERTICAL

Curva en elevación que enlaza dos rasantes con diferente pendiente. **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014)**.

DESPEJE LATERAL

Explanación necesaria para conseguir una determinada distancia de visibilidad. **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014)**.

DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO

Distancia necesaria para que, en condiciones de seguridad, un vehículo pueda adelantar a otro que circula a menor velocidad, en presencia de un tercero que circula en sentido opuesto.



En el caso más general es la suma de las distancias recorridas durante la maniobra de adelantamiento propiamente dicha, la maniobra de reincorporación a su carril delante del vehículo adelantado, y la distancia recorrida por el vehículo que circula en sentido opuesto. **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014).**

DISTANCIA DE PARADA

Distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse tan rápidamente como le sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto u obstáculo que motiva la detención. Comprende la distancia recorrida durante los Tiempos de percepción, reacción y frenado. **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014).**

EJE

Línea que define el trazado en planta o perfil de una carretera, y que se refiere a un punto determinado de su sección transversal. **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014).**

ELEMENTO

Alineación, en planta o perfil, que se define por características geométricas constantes a lo largo de toda ella.

Se consideran los siguientes elementos:



- En planta: Tangente (acimut constante), curva circular (radio constante), curva de transición (parámetro constante)
- En perfil: Tangente (pendiente constante), curva parabólica (parámetro constante) **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014).**

EXPLANACIÓN

Zona de terreno realmente ocupada por la carretera, en la que se ha modificado el terreno original, **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014).**

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)

El volumen de tránsito promedio ocurrido en un período de 24 horas y representativo para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014).**

NIVEL DEL SERVICIO

Medida cualitativa descriptiva de las condiciones de circulación de una corriente de tráfico; generalmente se describe en función de ciertos factores como la velocidad, el tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, las interrupciones de tráfico, la comodidad y conveniencia, y la seguridad. **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014).**



PENDIENTE

Inclinación de una rasante en el sentido de avance. **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014).**

PERALTE

Inclinación transversal de la plataforma en los tramos en curva. **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014).**

PLATAFORMA

Ancho total de la carretera a nivel de subrasante. **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014).**

RASANTE

Línea que une las cotas de una carretera terminada. **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014).**

SECCIÓN TRANSVERSAL

Corte ideal de la carretera por un plano vertical y normal a la proyección horizontal del eje, en un punto cualquiera del mismo. **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014).**

SUBRASANTE

Superficie del camino sobre la que se construirá la estructura del pavimento, **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014).**



TERRAPLÉN

Parte de la explanación situada sobre el terreno original. **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014).**

TRÁNSITO

Todo tipo de vehículos y sus respectivas cargas, considerados aisladamente o en conjunto, mientras utilizan cualquier camino para transporte o para viaje. **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014).**

VEHÍCULO

Cualquier componente del tránsito cuyas ruedas no están confinadas dentro de rieles. **(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014)**

2.2. CLASIFICACION DE LAS CARRETERAS

2.2.1. CLASIFICACION SEGÚN SU DEMANDA

CUADRO 2.4: CLASIFICACION DE LA RED VIAL DE ACUERDO A LA DEMANDA SEGÚN DG - 2014

Autopistas de 1era. Clase (AP)	Autopista de 2da. Clase: Carreteras Dual o Multicarril (MC)	Carreteras De 1era Clase (DC)	Carreteras de 2da Clase (DC)	Carreteras de 3era Clase (DC)
<ul style="list-style-type: none"> IMDA >6000 veh/dia 	<ul style="list-style-type: none"> IMDA 4001-6000 veh/dia 	<ul style="list-style-type: none"> IMDA: 2001-4000 veh/dia 	<ul style="list-style-type: none"> IMDA: 400-2000 veh/dia 	<ul style="list-style-type: none"> IMDA: < 400 veh/dia
<ul style="list-style-type: none"> Calzadas Separadas con separador central >6m 	<ul style="list-style-type: none"> Calzadas separadas con separador (1-6)m 	<ul style="list-style-type: none"> Una calzada de 2 carriles, c/carril ≥ 3.60m 	<ul style="list-style-type: none"> Una calzada de 2 Carriles 	<ul style="list-style-type: none"> Una Calzada de 2 Carriles
<ul style="list-style-type: none"> Dos o mas Carriles por Calzada, c/carril ≥ 3.60m 	<ul style="list-style-type: none"> Dos o mas carriles por calzada, c/carril ≥ 3.60m 	<ul style="list-style-type: none"> c/carril ≥ 3.60m 	<ul style="list-style-type: none"> c/carril ≥ 3.30m 	<ul style="list-style-type: none"> c/carril ≥ 3.00m
<ul style="list-style-type: none"> Control total de accesos 	<ul style="list-style-type: none"> Control parcial de accesos 	-----	-----	-----
<ul style="list-style-type: none"> Proporciona flujo vehicular continuo 	<ul style="list-style-type: none"> Proporciona flujo vehicular continuo 	-----	-----	-----

FUENTE: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014.



2.2.2. CLASIFICACION SEGÚN CONDICIONES OROGRAFICAS

CUADRO 2.5: CLASIFICACIÓN SEGÚN CONDICIONES	
OROGRAFIA	INCLINACION TRANSVERSAL RESPECTO AL
TIPO 1	Menor o igual a 10%.
TIPO 2	Entre 11 y 50%.
TIPO 3	Entre 51 y 100%.
TIPO 4	Mayor de 100%.

FUENTE: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014

2.2.3. RANGOS DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO EN FUNCION DE LA CLASIFICACION DE LA CARRETERA POR DEMANDA Y OROGRAFICA.

CLASIFICACION	OROGRAFIA	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											

CUADRO 2.6 FUENTE: Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG - 2014



2.3. ESTUDIO DE DEMANDA

2.3.1. ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL DE TRÁNSITO (IMDA)

La carretera se diseña para un volumen de tránsito que se determina por la demanda diaria que cubrirá, calculado como el número de vehículos promedio que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual, normalmente determinada por el MTC para las diversas zonas del país.

2.3.2. CÁLCULO DE TASAS DE CRECIMIENTO Y LA PROYECCIÓN

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

$$T_n = T_0(1 + i)^{n-1} \dots\dots\dots \text{Ec. 01}$$

En la que:

T_n = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día.

T₀ = Tránsito actual (año base 0) en veh/día.

n = Años del período de diseño.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito que se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

2.3.3. VOLUMEN Y COMPOSICIÓN O CLASIFICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS

i) Se definen tramos del proyecto en los que se estima una demanda homogénea en cada uno de ellos.



ii) Se establece una estación de estudio o conteo en un punto central del tramo, en un lugar que se considere seguro y con suficiente seguridad social.

iii) Se toma nota en una cartilla del número y tipo de vehículos que circulan en una y en la otra dirección, señalándose la hora aproximada en que pasó el vehículo por la estación.

Se utiliza en el campo una cartilla previamente elaborada, que facilite el conteo, según la información que se recopila y las horas en que se realiza el conteo.

De esta manera se totalizan los conteos por horas, por volúmenes, por clase de Vehículos, por sentidos, etc.

2.3.4. VARIACIONES HORARIAS DE LA DEMANDA

De conformidad con los conteos, se establece las variaciones horarias de la demanda por sentido de tránsito y también de la suma de ambos sentidos. También se determina la hora de máxima demanda.

Se realizarán conteos para las 24 horas corridas. Pero si se conoce la hora de mayor demanda, se contará por un período menor.

2.3.5. VARIACIONES DIARIAS DE LA DEMANDA

Si los conteos se realizan por varios días, se pueden establecer las variaciones relativas del tránsito diario (total del día o del período menor observado) para los días de la semana.



2.3.6. VARIACIONES ESTACIONALES (MENSUALES)

Si la información que se recopila es elaborada en forma de muestreo sistemático durante días claves a lo largo de los meses del año, se obtendrán índices de variación mensual que permitan establecer que hay meses con mayor demanda que otros. Ese sería el caso en zonas agrícolas durante los meses de cosecha.

Con la información obtenida mediante los estudios descritos o previamente ya conocida por estudios anteriores, podrá establecerse, mediante la proyección de esa demanda para el período de diseño, la sección (ancho) transversal necesaria de la carretera a mejorar y los elementos del diseño de esta sección, como son ancho de la calzada y de las bermas de la carretera.

2.4. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

2.4.1. VELOCIDAD DE DISEÑO (V)

Es la máxima Velocidad que se podrá mantener con seguridad sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

La selección de la velocidad de diseño será una consecuencia de un análisis técnico- económico de alternativas de trazado, que deberán tener en cuenta **la orografía del territorio**. En territorios planos el trazado puede aceptar altas velocidades a bajo costo de construcción; pero en territorios muy



accidentados será muy costoso mantener una velocidad alta de diseño, porque habría que realizar obras muy costosas para mantener un trazo seguro. Lo que solo podría justificarse si los volúmenes de la demanda de tránsito fueran muy altos.

En el particular caso del Manual de Caminos de Bajo Volumen de Tránsito, es natural en consecuencia, que el diseño se adapte en lo posible a las inflexiones del territorio y particularmente la velocidad de diseño deberá ser bastante baja cuando se trate de sectores o tramos de orografía más accidentada.

2.4.2. RADIOS MINIMOS

El mínimo radio de curvatura es un valor límite que esta dado en función del valor máximo del peralte y el factor máximo de fricción seleccionados para una velocidad directriz.

El valor del radio mínimo puede ser calculado por la expresión:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(0.01e_{\max} + f_{\max})} \dots \dots \dots \text{Ec. 02}$$

Dónde:

- Rmin** = Radio Mínimo en metros.
- V** = Velocidad de Diseño en Km/h.
- emax** = Peralte máximo de la curva.
- Fmax** = Factor máximo de fricción.



CUADRO 2.7: FRICCIÓN TRANSVERSAL	
Velocidad Directriz (Km/h)	fmax
20	0.18
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

FUENTE: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2014

2.4.3. SOBREALCHO

Permite compensar el mayor espacio requerido por los vehículos en las curvas.

La fórmula de cálculo está dada por las Normas Peruanas de Diseño de Carreteras; propuesta por VOSHELL y recomendada por la AASHTO:

$$Sa = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \quad \dots \text{(Ec. 03)}$$

Dónde:

n: número de carriles

R: radio de la curva (m)

L: distancia entre el eje delantero y el eje posterior de vehículo (m)

V: velocidad directriz (Km. /h.)

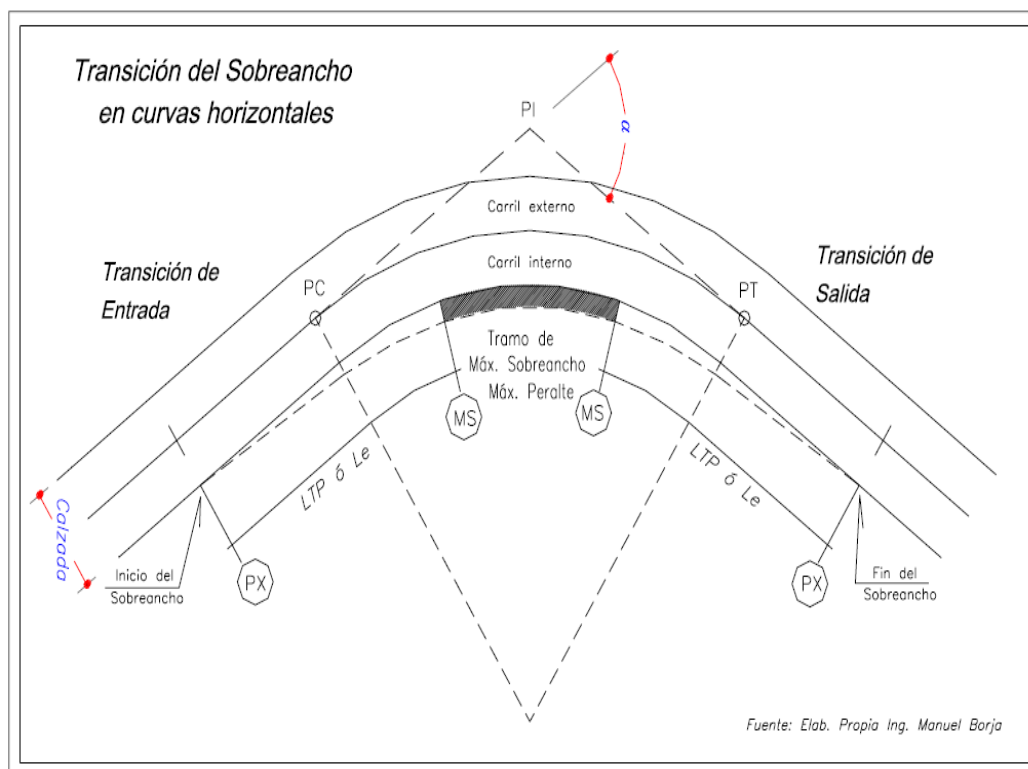


FIGURA N°01

2.4.4. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (D_p)

Distancia de visibilidad de parada es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objeto que se encuentra en su trayectoria.

Para efecto de la determinación de la visibilidad de parada se considera que el objetivo inmóvil tiene una altura mayor o igual a 0.15 m, con relación a los ojos del conductor que está a 1.07m sobre la razante de circulación.



CUADRO 2.8: DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA(m)							
Velocidad directriz (Km/h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114
90	160	164	174	187	148	141	136
100	185	194	207	223	174	167	160
110	220	227	243	262	203	194	186
120	250	283	293	304	234	223	214
130	187	310	338	375	267	252	238

FUENTE: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2014

La pendiente ejerce influencia sobre la distancia de parada. Esta influencia tiene importancia práctica para valores de la pendiente de subida o bajada iguales o mayores a 6% y para velocidades de diseño > a 70km/h.



2.4.5. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO O ADELANTAMIENTO (Da)

Distancia de visibilidad de adelantamiento (paso) es la mínima distancia que debe ser visible para facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a velocidad 15 km/h menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso.

CUADRO 2.9: DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE	
Velocidad directriz	Distancia de visibilidad de
20	130
30	200
40	270
50	345
60	410
70	485
80	540
90	615
100	670
110	730
120	775
130	815

FUENTE: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2014



2.4.6. DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES (DESPEJE LATERAL)

Cuando hay obstrucciones a la visibilidad en el lado interno de una curva horizontal (tales como taludes de corte, paredes o barreras longitudinales), se requiere un ajuste en el diseño de la sección transversal normal o en el alineamiento, cuando la obstrucción no puede ser removida.

De modo general, en el diseño de una curva horizontal, la línea de visibilidad será, por lo menos, igual a la distancia de parada correspondiente y se mide a lo largo del eje central del carril interior de la curva.

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

$$a = R (1 - \cos (28.65 D_v / R)) \quad \dots \text{(Ec. 04)}$$

Dónde:

a = Ordenada media o ancho mínimo libre (m).

R = Radio de la curva horizontal (m).

D_v = Distancia de visibilidad de parada o adelantamiento (m).



2.4.7. REQUISITOS GENERALES PARA EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

2.4.7.1. CURVAS HORIZONTALES

- En el caso de ángulos de deflexión pequeños, iguales o inferiores a 5° , los radios deberán ser suficientemente grandes para proporcionar longitud de curva mínima "L" obtenida con la fórmula siguiente:

$$L > 30 (10 - \alpha), \alpha < 5^\circ \text{ (L en metros; } \alpha \text{ en grados)}$$

No se usará nunca ángulos de deflexión menores de $59'$ (minutos).

Las consideraciones de apariencia de la carretera y de orientación del conductor recomiendan que, en la medida de lo posible, las curvas circulares

Estén dotadas de curvas de transición, incluso en los casos en que, conforme a los criterios usuales, éstas estarían dispensadas.

No son deseables dos curvas sucesivas en el mismo sentido cuando entre ellas existe un tramo en tangente. Preferiblemente, serán sustituidas por una curva extensa única bien estudiada o, por lo menos, la tangente intermedia deberá sustituirse por un arco circular, constituyéndose entonces en curva compuesta.



- En curvas en **doble sentido "S"**, el Radio de la curva mayor no debe exceder el 50% el Radio de la curva menor: **$(R1 / R2 \leq 1.5) \dots R1 > R2$** .
- En curvas "S" sin tangente intermedia, el parámetro A1 de una Clotoide no Debe ser mayor al doble del parámetro A2 de la otra Clotoide. **$(A1 / A2 > 2)$** .

FUENTE: Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014

2.4.7.2. TRAMOS EN TANGENTE

Para evitar problemas relacionados con el cansancio, deslumbramientos, excesos de velocidad, etc. es deseable limitar las longitudes máximas de las alineaciones rectas y para que se produzca una acomodación y adaptación a la conducción se deberá establecer unas longitudes mínimas de las alineaciones Rectas.

Las longitudes de tramos en tangente, están dados por las expresiones:

$$L_{min.s} = 1,39 Vd \quad \dots \textbf{(Ec. 05)}$$

$$L_{min.o} = 2,78 Vd \quad \dots \textbf{(Ec. 06)}$$

$$L_{m\acute{a}x} = 16,70 Vd \quad \dots \textbf{(Ec. 07)}$$



Siendo:

$L_{min.s}$ = Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario).

$L_{min.o}$ = Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).

$L_{máx}$ = Longitud máxima (m).

V_d = Velocidad de diseño (Km/h).

2.4.7.3. CURVAS DE TRANSICION EN ESPIRAL

Todo vehículo automotor sigue un recorrido de transición al entrar o salir de una curva horizontal. El cambio de dirección y la consecuente ganancia o pérdida de las fuerzas laterales no pueden tener efecto instantáneamente.

Con el fin de pasar de la sección transversal con bombeo, correspondiente a los tramos en tangente a la sección de los tramos en curva provistos de peralte y sobreanchó, es necesario intercalar un elemento de diseño con una longitud en la que se realice el cambio gradual, a la que se conoce con el nombre de longitud de transición. Cuando se usen curvas de transición, se recomienda el empleo de espirales que se aproximen a la curva de Euler o Clotoide.



Cuando el radio de las curvas horizontales sea inferior al señalado en el **Cuadro N° 2.13**, se usarán curvas de transición.

CUADRO 2.10: NECESIDAD DE CURVAS DE TRANSICIÓN	
Velocidad directriz (Km/h)	Radio (m)
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380
90	480

FUENTE: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2014

Cuando se use curva de transición, la longitud de la curva de transición no será menor que L_{min} ni mayor que $L_{máx}$, según las siguientes expresiones:

$$L_{min.} = 0.0178 V^3/R \quad \dots \text{ (Ec. 08)}$$

$$L_{máx.} = (24R)^{0.5} \quad \dots \text{ (Ec. 09)}$$

Dónde:

R = Radio de la curvatura circular horizontal.

$L_{min.}$ = Longitud mínima de la curva de transición.

$L_{máx.}$ = Longitud máxima de la curva de transición en metros.

V = Velocidad directriz en Km/h.

2.4.7.4. ELEMENTOS DE CURVAS HORIZONTALES (CIRCULAR)

CUADRO 2.11. ELEMENTOS DE CURVAS		
Elemento	Símbolo	Fórmul
Tangente	T	$T = R \tan (I / 2)$
Longitud de	Lc	$Lc = \pi R I / 180^\circ$
Cuerd	C	$C = 2 R \sin (I / 2)$
Externa	E	$E = R [\sec (I / 2) - 1]$
Flech	F	$F = R [1 - \cos (I / 2)]$

FUENTE: José Céspedes Abanto, 2001

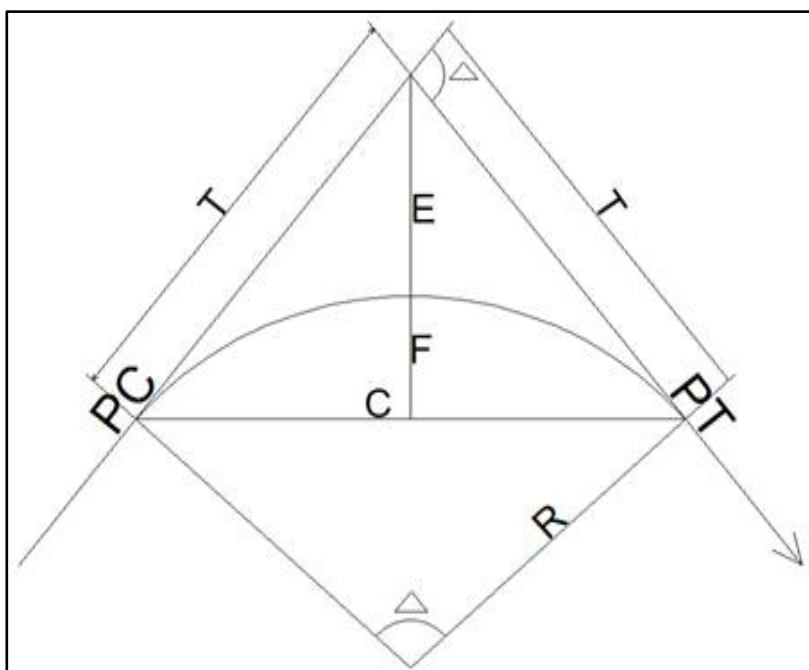


FIGURA N° 02



2.5. ALINEAMIENTO VERTICAL

2.5.1. CRITERIOS GENERALES

En el diseño vertical, el perfil longitudinal conforma la rasante, la misma que está constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos a los cuales dichas rectas son tangentes.

Para fines de proyecto, el sentido de las pendientes se define según el avance del Kilometraje, siendo positivas aquellas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota.

Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten conformar una transición entre pendientes de distinta magnitud, eliminando el quiebre brusco de la rasante. El diseño de estas curvas asegurará distancias de visibilidad adecuadas.

El sistema de cotas del proyecto se referirá en lo posible al nivel medio del mar, para lo cual se enlazarán los puntos de referencia del estudio con los B.M. de nivelación del Instituto Geográfico Nacional.

A efectos de definir el perfil longitudinal, se considerarán como muy importantes las características funcionales de seguridad y comodidad que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una transición gradual continua entre tramos con pendientes diferentes.



Para la definición del perfil longitudinal se adoptarán los siguientes criterios, salvo casos suficientemente justificados:

- En carreteras de calzada única, el eje que define el perfil coincidirá con el eje Central de la calzada.
- Salvo casos especiales en terreno llano, la rasante estará por encima del terreno a fin de favorecer el drenaje.
- En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante se acomodará a las inflexiones del terreno, de acuerdo con los criterios de seguridad, visibilidad y estética.
- En terreno montañoso y en terreno escarpado, también se acomodará la rasante al Relieve del terreno evitando los tramos en contra pendiente cuando debe vencerse un desnivel considerable, ya que ello conduciría a un alargamiento innecesario del recorrido de la carretera.
- Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas que presente variaciones graduales entre los alineamientos, de modo compatible con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.
- Los valores especificados para pendiente máxima y longitud crítica podrán emplearse en el trazado cuando resulte indispensable. El modo y oportunidad de la aplicación de las pendientes determinarán la calidad y apariencia de la carretera.



- Rasantes de lomo quebrado (dos curvas verticales de mismo sentido, unidas por una alineación corta), deberán ser evitadas siempre que sea posible. En casos de curvas convexas, se generan largos sectores con visibilidad restringida y cuando son cóncavas, la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se generan confusiones en la apreciación de las distancias y curvaturas.

2.5.2. PENDIENTES DE DISEÑO

2.5.2.1 PENDIENTE MINIMA

Es conveniente proveer una pendiente mínima de del orden de 0.5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales.

- Si la calzada posee un bombeo de 2% y no existen bermas y/o cunetas, se podrá adoptar excepcionalmente sectores con pendientes de hasta 0.2%
- Si el bombeo es de 2.5 % excepcionalmente podrá adoptarse pendientes iguales a cero.
- Si existen bermas, la pendiente mínima deseable será 0.5% y la mínima excepcional de 0.35%.
- En zonas de transición de peralte, en que la pendiente transversal se anula, la pendiente mínima deberá ser 0.5%.



2.5.2.2 PENDIENTE MAXIMA

Es conveniente considerar las pendientes máximas que están indicadas en el **cuadro 2.12**, no obstante, se pueden presentar los siguientes casos particulares.

- En zonas de altitud superior a 3,000 msnm, los valores máximos del **cuadro 2.12**, se reducirán en 1% para terrenos accidentados o escarpados.
- En autopistas, las pendientes de bajada podrán superar hasta en un 2% los máximos establecidos en el **cuadro 2.12**.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA P.J. FEDERICO VILLARREAL – C.P.M. LAS SALINAS
DISTRITO DE TUCUME – LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE"



2.5.3. CURVAS VERTICALES

Los tramos consecutivos de rasante, son enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 1%, para carreteras pavimentadas y mayor a 2% para las afirmadas.

CLASIFICACIÓN

Por su forma : Convexas y cóncavas.

Por la longitud de sus ramas : Simétricas y asimétricas

2.5.4. LONGITUD DE LAS CURVAS VERTICALES.

2.5.4.1. CURVAS VERTICALES CONVEXAS O CRESTAS

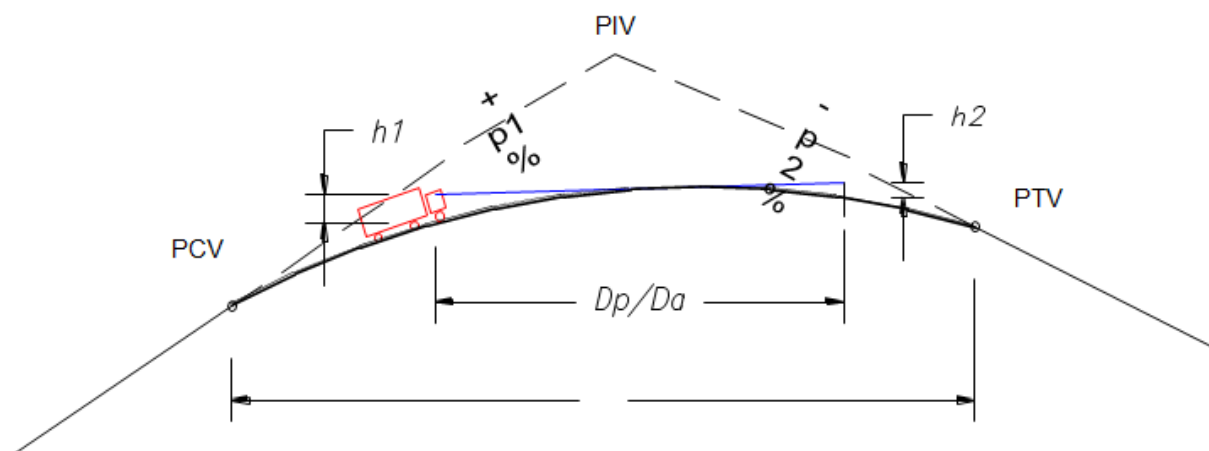


FIGURA N° 3

❖ *Cuando se desea contar con distancia de visibilidad de parada:*

$$\text{Para } D_p > L \quad L = 2D_p - \frac{444}{A} \quad (\text{Ec. 11})$$

$$\text{Para } D_p < L \quad L = \frac{A(D_p)^2}{444} \quad (\text{Ec. 12})$$

❖ **Cuando se desea obtener visibilidad de paso:**

$$\text{Para } D_s > L \quad L = 2D_s - \frac{1100}{A} \quad (\text{Ec. 13})$$

$$\text{Para } D_s < L \quad L = \frac{A(D_s)^2}{1100} \quad (\text{Ec. 14})$$

Dónde:

D_s = Distancia de visibilidad de paso, m.

D_p = Distancia de visibilidad de parada, m.

V = Velocidad Directriz, Km/h.

A = Diferencia algebraica de pendiente, %.

2.5.4.2. CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS O COLUMPIOS

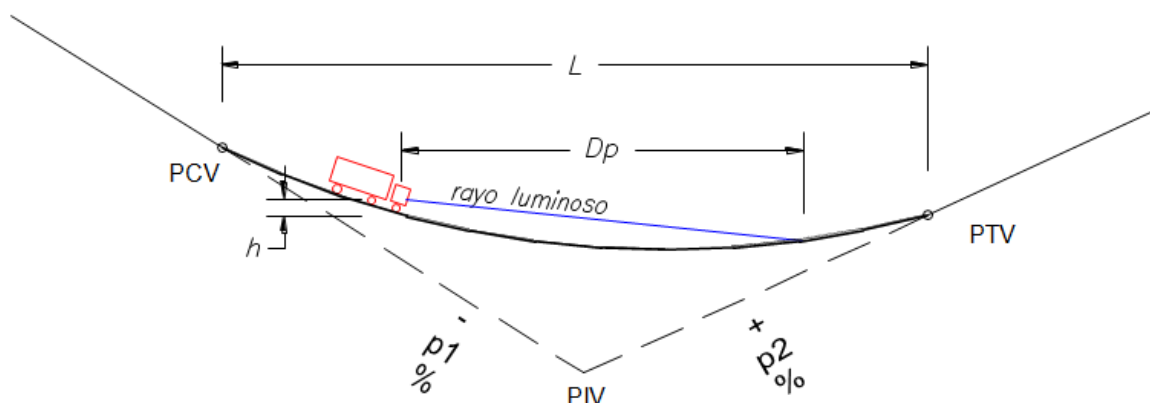


FIGURA N° 04

Para calcular la longitud de este tipo de curvas se hace uso de la **gráfica De las Normas Peruanas de Diseño de Carreteras 2014.**



Además la longitud de la curva vertical cumplirá la condición: $L \geq V$

Siendo:

L: Longitud de la curva (m).

V: Velocidad Directriz (Km/h).

(Manual De Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014).

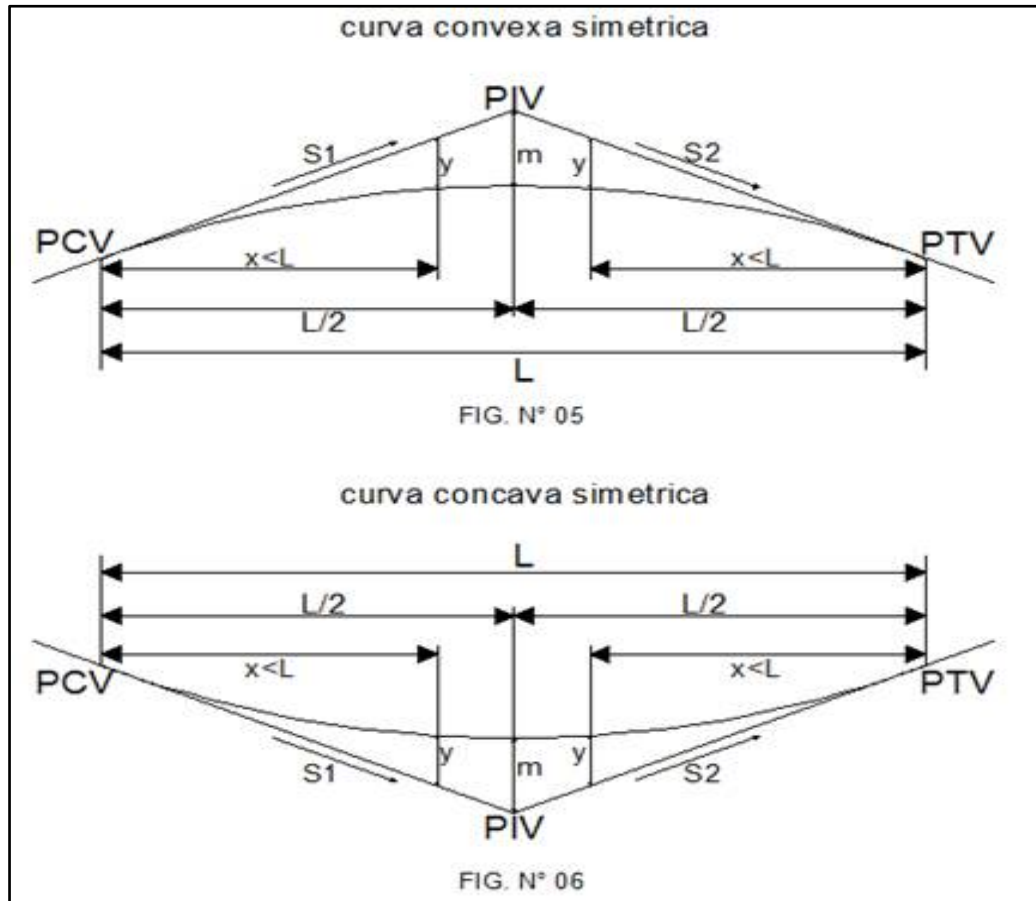
2.5.4.3. PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DE LAS CURVAS VERTICALES.

Para calcular las curvas verticales se sigue el siguiente procedimiento:

- ❖ Determinar la necesidad de curvas verticales.
- ❖ Precisar el tipo de curva vertical a utilizar.
- ❖ Calcular la longitud de la curva vertical.
- ❖ Se corrigen las cotas de la sub rasante.

(José Céspedes Abanto, 2001).

❖ **Cálculo de las ordenadas de las curvas verticales.**



$$m = LA/8000 \quad Y = (X^2 \cdot A)/200L \quad \dots\dots\dots (Ec.15)$$

Dónde:

- m = Ordenada máxima en m.
- L = Longitud de la curva vertical, m.
- A = cambio de pendiente en porcentaje.
- Y = ordenada a una distancia X
- X = Distancia parcial medida desde el PCV.

(José Céspedes Abanto, 2001).



2.6. SECCIONES TRANSVERSALES

El diseño geométrico de la sección transversal, consiste en la descripción de los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de dichos elementos, en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

2.6.1. CALZADA O SUPERFICIE DE RODADURA

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma. La calzada se divide en carriles, los que están destinados a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

El número de carriles de cada calzada se fijará de acuerdo con las previsiones y composición del tráfico, acorde al IMDA de diseño, así como del nivel de servicio deseado. Los carriles de adelantamiento, no serán computables para el número de carriles. Los anchos de carril que se usen, serán de 3,00 m, 3,30 m y 3,60 m.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

En autopistas: El número mínimo de carriles por calzada será de dos.

En carreteras de calzada única: Serán dos carriles por calzada.



2.6.2. ANCHO DE LA CALZADA EN TANGENTE

El ancho de la calzada en tangente, se determinará tomando como base el nivel de servicio deseado al finalizar el período de diseño. En consecuencia, el ancho y número de carriles se determinarán mediante un análisis de capacidad y niveles de servicio.

En el **Cuadro 2.13**, se indican los valores del ancho de calzada para diferentes velocidades de diseño con relación a la clasificación de la carretera.



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA P.J. FEDERICO VILLARREAL – C.P.M. LAS SALINAS
DISTRITO DE TUCUME – LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE"





2.6.3. ANCHO DE BERMAS

A cada lado de la calzada se proveerán bermas con un ancho mínimo de 0.50 m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales y guardavías. Cuando se coloque guardavías se construirá un sobre ancho mínimo de 0.50 m.

En los tramos en tangentes las bermas tendrán una pendiente de 4% hacia el exterior de la plataforma.

La berma situada en el lado inferior del peralte seguirá la inclinación de este cuando su valor sea superior a 4%. En caso contrario la inclinación de la berma será igual al 4%.

La berma situada en la parte superior del peralte tendrá en lo posible una inclinación en sentido contrario al peralte igual a 4%, de modo que escurra hacia la Cuneta.

2.6.4. BOMBEO DE CALZADA

En tramos en tangente o en curvas en contraperalte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona.



BOMBEOS DE LA CALZADA

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación: < 500 mm/año	Precipitación:> 500 mm/año
Pavimento Superior	2,0	2,5
Tratamiento Superficial	2,5 (*)	2,5 – 3,0
Afirmado	3,0 – 3,5 (*)	3,0 – 4,0

(*) En climas definitivamente desérticos se pueden rebajar los bombeos hasta un valor límite de 2%.

2.6.5. PERALTE

Se denomina peralte a la sobre elevación de la parte exterior de un tramo de la carretera en curva con relación a la parte interior del mismo, con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, las curvas horizontales deben ser peraltadas.

El peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y como valor excepcional 10%. En carreteras afirmadas bien drenadas en casos extremos podría justificarse un peralte máximo alrededor de 12%.



CUADRO 2.14. VALORES DE RADIO MINIMO Y PERALTES

Velocidad específica Km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción $f_{máx}$	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
20	4,0	0,18	14,3	15
30	4,0	0,17	33,7	35
40	4,0	0,17	60,0	60
50	4,0	0,16	98,4	100
60	4,0	0,15	149,1	150
20	6,0	0,18	13,1	15
30	6,0	0,17	30,8	30
40	6,0	0,17	54,7	55
50	6,0	0,16	89,4	90
60	6,0	0,15	134,9	135
20	8,0	0,18	12,1	10
30	8,0	0,17	28,3	30
40	8,0	0,17	50,4	50
50	8,0	0,16	82,0	80
60	8,0	0,15	123,2	125
20	10,0	0,18	11,2	10
30	10,0	0,17	26,2	25
40	10,0	0,17	46,6	45
50	10,0	0,16	75,7	75
60	10,0	0,15	113,3	115
20	12,0	0,18	10,5	10
30	12,0	0,17	24,4	25
40	12,0	0,17	43,4	45
50	12,0	0,16	70,3	70
60	12,0	0,15	104,9	105

FUENTE: Manual Para el Diseño Geométrico de Carreteras 2014



2.6.6 PLAZOLETAS

En carreteras de un solo carril con dos sentidos de tránsito, se construirán ensanches en la plataforma, cada 500 m. como mínimo, para que puedan cruzarse los vehículos opuestos, o adelantar los del mismo sentido. Plazoletas de dimensiones mínimas de 3.00 x 30.00 m.

2.6.7 LONGITUD DE TRANSICIÓN

La variación de la inclinación de la sección transversal desde la sección con bombeo normal en el tramo recto hasta la sección con el peralte pleno, se desarrolla en una longitud de vía denominada transición. La longitud de transición del bombeo es aquella en la que gradualmente se desvanece el bombeo adverso. Se denomina Longitud de Transición de Peralte a aquella longitud en la que la inclinación de la sección gradualmente varía desde el punto en que se ha desvanecido totalmente el bombeo adverso hasta que la inclinación corresponde a la del peralte

La variación del peralte a lo largo de su desarrollo deberá obtenerse sin sobrepasar los siguientes incrementos de la pendiente del borde del pavimento:

- ❖ **0.5 % cuando el peralte es < 6%**
- ❖ **0.7 % cuando el peralte es > 6%**



Las fórmulas para calcular la longitud mínima para la rampa del peralte, son:

$$\diamond \text{ Longitud por Bombeo: } L_b = (b * A/2) / (0.5 \text{ ó } 0.7)$$

$$\diamond \text{ Longitud por Peralte: } L_e = (e * A/2) / (0.5 \text{ ó } 0.7)$$

Luego la longitud de rampa es:

$$L_{re} = L_b + L_e$$

$$L_{re} = \frac{A}{2} * (e + b) \quad \dots \text{ (Ec. 16)}$$
$$0.5 \text{ ó } 0.7$$

Dónde:

L_{re}: Longitud de rampa de peralte (m).

A : Ancho de faja de rodadura (m).

e : Peralte de la faja de rodadura (%).

b : Bombeo de la faja de rodadura (%).

Para el cálculo de las longitudes de curva de transición se puede usar las siguientes formulas:

$$L_{min.} = 0.0178 V^3/R \quad \dots \text{ (Ec. 17)}$$

$$L_{máx.} = (24R)^{0.5} \quad \dots \text{ (Ec. 18)}$$

Dónde:

R= Radio de la curvatura circular horizontal

L_{min.} = Longitud mínima de la curva de transición.

L_{máx.} = Longitud máxima de la curva de transición en metros.

V = Velocidad directriz en Km/h.

2.6.8 TALUDES

El talud es la inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes. Dicha inclinación es la tangente del ángulo formado por el plano de la superficie del terreno y la línea teórica horizontal.

CUADRO 2.15. VALORES REFERENCIALES PARA TALUDES DE CORTE (V: H)

Clasificación de materiales de corte		Roca fija	Roca suelta	Material		
				Grava	Limoarcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte	<5 m	1:10	1:6-1:4	1:1 -1:3	1:1	2:1
	5-10 m	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	*
	>10 m	1:8	1:2	*	*	*

(*) Requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad.

CUADRO 2.16. TALUDES REFERENCIALES EN ZONAS DE RELLENO (Terraplenes)

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1,5	1:1,75	1:2
Arena	1:2	1:2,25	1:2,5
Enrocado	1:1	1:1,25	1:1,5

FUENTE: Manual Para el Diseño Geométrico de Carreteras 2014



2.6.9 CUNETAS

CUADRO 2.17 DIMENSIONES MÍNIMAS DE LAS CUNETAS		
REGIÓN	PROFUNDIDAD (m)	ANCHO (m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.75
Muy lluviosa	0.50	1.00

2.6.10 BANQUETAS

- ❖ Zonas de corte o relleno con peligro de deslizamiento.
- ❖ La pendiente longitudinal de las banquetas será la misma de la pendiente de la rasante, hasta un máximo de 3% de inclinación.
- ❖ La pendiente transversal de las banquetas será de 2%.
- ❖ Ancho mínimo: 1.5 m.
- ❖ Altura promedio entre banquetas: 0.80 m.



CAPITULO III

DISEÑO GEOMETRICO



3.1. CLASIFICACION DE LA CARRETERA

3.1.1 CLASIFICACION POR LA DEMANDA

Según el **cuadro 2.4**, es una carretera de tercera clase, con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3,00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2,50 m, contando con el sustento técnico correspondiente.

3.1.2 CLASIFICACION SEGÚN CONDICIONES OROGRAFICAS

Según el **Cuadro 2.5** tenemos una orografía del **TIPO 1** ya que la pendiente es menor o igual al 10%. Según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2014, las vías Tipo 1 “permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos ligeros”.

3.2. ESTUDIO DE TRÁFICO

La estación de conteo opero entre los **días** 20 al 27 de Julio del 2015, durante 7 días incluyendo días laborables y fin de semana.

Se ha considerado una carretera de Tercera clase según DG - 2014, cuyo índice medio diario proyectado 43 veh/día.



REGISTRO DEL CONTEO VEHICULAR

Días de la semana	Tránsito ligero			Tránsito pesado		Total por cada día de la semana
	camionetas			Camión		
	Pick - up	Autos	Camioneta rural	2E	3E	
LUNES	7	12	7	5	-	31
MARTES	6	13	4	4	-	27
MIERCOLES	5	11	6	6	-	28
JUEVES	4	10	8	4	-	26
VIERNES	6	13	4	6	-	29
SABADO	7	12	5	6	-	30
DOMINGO	5	14	3	5	-	27
TOTAL	40	85	37	36	-	198
	20%	43%	19%	18%	0%	100%
	162			36		198

3.2.1 ÍNDICE MEDIO DIARIO (actual)

Para determinar el IMD se usa el volumen promedio del tránsito por tipo de vehículo y por día para lo cual se ha empleado la siguiente fórmula.

$$IMD = \left(\frac{5VDL + VS + VD}{7} \right) \times Fc$$

VDL : Volumen Promedio de Días Laborales

VS : Volumen del día sábado

VD : Volumen del día domingo

Fc : Factor de corrección, al no tener control estadístico se asume 1.1



Del cuadro tenemos:

$$VDL = \left(\frac{31 + 27 + 28 + 26 + 29}{5} \right) = 28$$

$$VS = 30$$

$$VD = 27$$

Remplazando en la fórmula:

$$IMD = \left(\frac{5 \cdot 28 + 30 + 27}{7} \right) * 1.1$$

$$IMD = 31 \text{ veh/día. (Actual)}$$

3.2.2 ÍNDICE MEDIO DIARIO (proyectado)

Es el IMD (actual) multiplicado por la suma de uno más la tasa de crecimiento y esto elevado a la resta de años del periodo de diseño menos uno, se calculara según la **Ec. 01**

$$T_n = T_0 * (1 + i)^{n-1}$$

Dónde:

T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.

T_0 = Tránsito actual (año base) en veh/día. = 31 veh/día.

n = Años del período de diseño. = 10 años.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito. = 3.6%

Tenemos:

$$T_n = 31 * (1 + 0.036)^{10-1}$$

$$T_n = 43 \text{ Veh/día.}$$



3.3. VEHICULO DE DISEÑO

El vehículo de diseño se ha considerado de acuerdo a la tabla que se muestra a continuación:

CUADRO 3.1. DATOS BÁSICOS DE LOS VEHÍCULOS DE DISEÑO (medida en metros)							
TIPO DE VEHÍCULO	NOMENCLATURA	ALTO TOTAL	ANCHO TOTAL	LARGO TOTAL	LONGITUD ENTRE EJES	RADIO MÍNIMO RUEDA EXTERNA DELANTE RA	RADIO MÍNIMO RUEDA INTERNA TRASERA
VEHÍCULO LIGERO	VL	1,30	2,10	5,80	3,40	7,30	4,20
OMNIBUS DE DOS EJES	B2	4,10	2,60	9,10	6,10	12,80	8,50
OMNIBUS DE TRES EJES	B3	4,10	2,60	12,10	7,60	12,80	7,40
CAMION SIMPLE 2 EJES	C2	4,10	2,60	9,10	6,10	12,80	8,50
CAMION SIMPLE 3 EJES O MAS	C3 / C4	4,10	2,60	12,20	7.6	12,80	7,40

COMBINACION DE CAMIONES							
SEMIREMOLQUE TANDEM	T2-S1/ S2 / C2	4,10	2,60	15,20	4,00 / 7,00	12,20	5,80
SEMIREMOLQUE TANDEM	T3-S1 / S2 / C2	4,10	2,60	16,70	4,90 / 7,00	13,70	5,90
REMOLQUE 2 EJES + 1	C2-R2 / S3	4,10	2,60	19,90	3,80 / 6,10 / 6,40	13,70	6,80
REMOLQUE 3 EJES + 1	C3-R2 / R3 / R4	4,10	2,60	19,90	3,80 / 6,10 / 6,40	13,70	6,80

* Altura máxima para contenedores 4.65

FUENTE: MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS DG.2014



El vehículo considera para el presente diseño es el **camión de dos ejes** cuyas características son:

- ☐ Nomenclatura: C2.
- ☐ Alto total: 4.10 m.
- ☐ Ancho total: 2.60 m.
- ☐ Largo total: 9.10 m.
- ☐ Longitud entre ejes: 6.10 m.
- ☐ Radio mínimo rueda externa delantera: 12.80 m.
- ☐ Radio mínimo rueda interna trasera: 8.50 m.

3.4. VELOCIDAD DIRECTRIZ

Según El Manual Para el Diseño Geométrico de Carreteras 2014, se consideró una **velocidad directriz de 40 Km/h.**

3.5. RADIO MINIMO

El radio mínimo se ha calculado según la **Ec. 02:**

$$R_{min} = \frac{v^2}{127(0.01e_{max} + f_{max})}$$

$$V = 40 \text{ km/h}$$

El **e_{max}**, según el manual de diseño geométrico de carreteras no Pavimentadas de bajo volumen de tránsito podrá ser hasta 12%, en nuestro caso usaremos un peralte máximo de 8%.



En el cuadro 2.7 nos indica el valor de **fmax.**, que para una velocidad de diseño de 40km/h es 0.17

$$R_{min} = 30^2 / 127 (0.01 * 8 + 0.17)$$

$$R_{min} = 50.4 \text{ m.}$$

Entonces asumimos: **Rmin = 50 m**

3.6. SOBREALCHO

El sobreanchó se ha calculado según La siguiente ecuación:

$$Sa = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

n = 2, Número de carriles.

R: radio de la curva (m).

L = 6.10 m, Distancia entre el eje delantero y el eje posterior de vehículo (m)
según Cuadro 3.1.

V = 40 Km/h, Velocidad directriz (Km/h).

Los resultados de los sobreanchos para cada curva de la carretera se muestran en el siguiente cuadro (**CUADRO 3.2**):



CURVA	RADIO	DISTANCIA ENTRE EJES L(m)	# DE CARRILES	VELOCIDAD DIRECTRIZ V(km/h)	SOBREANCHO CALCULADO Sa(m)	SOBREANCHO REDONDEADO
1	50	6.1	2	40	1.31	1.30
2	90	6.1	2	40	0.84	0.80
3	120	6.1	2	40	0.68	0.70
4	90	6.1	2	40	0.84	0.80
5	60	6.1	2	40	1.14	1.10
6	60	6.1	2	40	1.14	1.10
7	50	6.1	2	40	1.31	1.30
8	50	6.1	2	40	1.31	1.30
9	60	6.1	2	40	1.14	1.10
10	90	6.1	2	40	0.84	0.80
11	60	6.1	2	40	1.14	1.10
12	50	6.1	2	40	1.31	1.30
13	60	6.1	2	40	1.14	1.10
14	100	6.1	2	40	0.77	0.80
15	90	6.1	2	40	0.84	0.80
16	90	6.1	2	40	0.84	0.80
17	100	6.1	2	40	0.77	0.80
18	120	6.1	2	40	0.68	0.70
19	60	6.1	2	40	1.14	1.10
20	60	6.1	2	40	1.14	1.10
21	60	6.1	2	40	1.14	1.10
22	120	6.1	2	40	0.68	0.70
23	120	6.1	2	40	0.68	0.70
24	90	6.1	2	40	0.84	0.80
25	90	6.1	2	40	0.84	0.80
26	50	6.1	2	40	1.31	1.30
27	50	6.1	2	40	1.31	1.30
28	50	6.1	2	40	1.31	1.30
29	50	6.1	2	40	1.31	1.30
30	120	6.1	2	40	0.68	0.70



3.7. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (Dp)

Para una velocidad directriz de **40 Km/h** según el **cuadro 2.8**, se tiene una **distancia de visibilidad de parada de 53 m** para pendientes máximas en bajada de hasta 9%, que son las más desfavorables.

Por lo tanto para esta vía:

$$D_p = 53 \text{ m}$$

3.8. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PASO O ADELANTAMIENTO (Da)

Siendo la Velocidad directriz de 40 Km/h y teniendo en cuenta la consideración de que **Vpaso > Vdiseño** usaremos una **Velocidad de paso de 50 Km/h** para obtener del **Cuadro 2.9** una Distancia de Visibilidad de Paso o Adelantamiento **Da = 345 m**.

Haciendo uso de la **Fig. 205.03 (DG – 2014)** encontraremos que para una **Vpaso = 50 km/h** La **Da**, será de 230 m.

Por lo tanto haremos uso en este caso de una **Da = 230 m**, que será la utilizada finalmente para el diseño geométrico de la carretera.

3.9. DESPEJE LATERAL

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$a = R (1 - \cos (28.65 D_v / R))$$

Dónde:

A = Ordenada media o ancho mínimo libre (m).

R = Radio de la curva horizontal (m).

Dv = Distancia de visibilidad de parada o adelantamiento (m) obtenida en los Ítems 3.7 y 3.8.



Además se debe tener en cuenta de que el despeje lateral es medido desde el eje del carril y no del alineamiento.

Los resultados obtenidos para el despeje lateral se presentan en los cuadros siguientes para Los dos casos de las distancias de visibilidad.

CUADRO 3.3 CALCULO DEL DESPEJE LATERAL CON DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA			
# PI	Radio de diseño R(m)	Distancia de visibilidad de parada Dv(m)	Despeje Lateral a(m)
PI - 01	50	53	6.9
PI - 02	90	53	3.9
PI - 03	120	53	2.9
PI - 04	90	53	3.9
PI - 05	60	53	5.8
PI - 06	60	53	5.8
PI - 07	50	53	6.9
PI - 08	50	53	6.9
PI - 09	60	53	5.8
PI - 10	90	53	3.9
PI - 11	60	53	5.8
PI - 12	50	53	6.9
PI - 13	60	53	5.8
PI - 14	100	53	3.5
PI - 15	90	53	3.9
PI - 16	90	53	3.9
PI - 17	100	53	3.5
PI - 18	120	53	2.9
PI - 19	60	53	5.8
PI - 20	60	53	5.8
PI - 21	60	53	5.8
PI - 22	120	53	2.9
PI - 23	120	53	2.9
PI - 24	90	53	3.9
PI - 25	90	53	3.9
PI - 26	50	53	6.9
PI - 27	50	53	6.9
PI - 28	50	53	6.9
PI - 29	50	53	6.9
PI - 30	120	53	2.9



CUADRO 3.4 CALCULO DEL DESPEJE LATERAL CON DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO			
# PI	Radio de diseño R(m)	Distancia de visibilidad de parada Dv(m)	Despeje Lateral a(m)
PI - 01	50	230	83.3
PI - 02	90	230	64.0
PI - 03	120	230	51.0
PI - 04	90	230	64.0
PI - 05	60	230	80.3
PI - 06	60	230	80.3
PI - 07	50	230	83.3
PI - 08	50	230	83.3
PI - 09	60	230	80.3
PI - 10	90	230	64.0
PI - 11	60	230	80.3
PI - 12	50	230	83.3
PI - 13	60	230	80.3
PI - 14	100	230	59.2
PI - 15	90	230	64.0
PI - 16	90	230	64.0
PI - 17	100	230	59.2
PI - 18	120	230	51.0
PI - 19	60	230	80.3
PI - 20	60	230	80.3
PI - 21	60	230	80.3
PI - 22	120	230	51.0
PI - 23	120	230	51.0
PI - 24	90	230	64.0
PI - 25	90	230	64.0
PI - 26	50	230	83.3
PI - 27	50	230	83.3
PI - 28	50	230	83.3
PI - 29	50	230	83.3
PI - 30	120	230	51.0

Debido a que los despejes laterales calculados con Visibilidad de paso son grandes no se tendrán en cuenta ya que elevarían enormemente el costo de construcción.



3.10. DISEÑO ALINEAMIENTO HORIZONTAL

3.10.1. CURVAS HORIZONTALES

Las curvas horizontales o circulares se diseñarán teniendo en cuenta el radio mínimo y el radio máximo.

☐ Radio mínimo: 50.00 m.

☐ Radio máximo: 10000 m.

3.10.2. TRAMOS EN TANGENTE

Las longitudes recomendables de tramos en tangente, están dados por las **Ec 04, 05, 06:**

$$L_{min.s} = 1,39 Vd$$

$$L_{min.o} = 2,78 Vd$$

$$L_{máx} = 16,70 Vd$$

Los resultados obtenidos para una $Vd = 40 \text{ Km/h}$ son los siguientes:

$L_{min.s} = 1,39 \cdot 40 = 55.60 \text{ m.}$ (Longitud recta mínima entre dos curvas en sentido Contrario "s").

$L_{min.o} = 2.78 \cdot 40 = 111.20 \text{ m.}$ (Longitud recta mínima entre dos curvas en el mismo Sentido "U").

$L_{máx} = 16.70 \cdot 40 = 668.00 \text{ m.}$ (Longitud máxima de tramo recto)



Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, DE SISTEMAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



74

"DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA P.J. FEDERICO VILLARREAL – C.P.M. LAS SALINAS
DISTRITO DE TUCUME – LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE"

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS CIRCULARES										
PI	Δ	R(m)	Prog. PI	Prog. PC	Prog. PT	Tang. (m)	Lo(m)	Cuerda(m)	Coordenadas	
									Este	Norte
1	30° 20' 41"	50.00	0+093.59	0+080.03	0+106.51	13.56	26.48	26.17	368828.9250	311494.2034
2	11° 00' 28"	90.00	0+516.22	0+507.55	0+524.84	8.67	17.29	17.26	369131.9463	311196.6719
3	22° 16' 45"	120.00	0+989.45	0+965.82	1+012.48	23.63	46.66	46.37	369527.6321	310939.0000
4	24° 05' 11"	90.00	1+522.11	1+502.90	1+540.74	19.20	37.83	37.56	369829.2506	310499.2471
5	14° 38' 20"	60.00	1+613.60	1+605.89	1+621.22	7.71	15.33	15.29	369907.7701	310451.1905
6	21° 45' 28"	60.00	1+789.72	1+778.19	1+800.97	11.53	22.78	22.65	370076.4323	310400.1746
7	23° 55' 24"	50.00	1+985.33	1+974.74	1+995.62	10.59	20.88	20.73	370271.5982	310417.0044
8	63° 28' 56"	50.00	2+043.88	2+012.95	2+068.35	30.93	55.40	52.61	370327.2469	310397.8488
9	24° 22' 28"	60.00	2+175.83	2+162.87	2+188.40	12.96	25.52	25.33	370425.9907	310494.8419
10	15° 00' 58"	90.00	2+262.99	2+251.13	2+274.72	11.86	23.59	23.52	370457.5647	310576.5067
11	16° 15' 37"	60.00	2+346.30	2+337.73	2+354.75	8.57	17.03	16.97	370466.4629	310659.4715
12	40° 52' 01"	50.00	2+441.22	2+422.59	2+458.26	18.63	35.66	34.91	370502.6515	310747.3497
13	23° 48' 56"	60.00	2+612.82	2+600.17	2+625.11	12.65	24.94	24.76	370657.3103	310825.3080
14	13° 33' 06"	100.00	2+789.45	2+777.57	2+801.22	11.88	23.65	23.60	370769.7302	310962.0080
15	22° 14' 00"	90.00	2+977.68	2+959.99	2+994.92	17.68	34.92	34.71	370920.1169	311075.3941
16	17° 29' 05"	90.00	3+103.18	3+089.34	3+116.81	13.84	27.46	27.36	370984.5184	311183.6362
17	8° 10' 28"	100.00	3+203.55	3+196.41	3+210.67	7.15	14.27	14.25	371059.5420	311250.6293
18	15° 01' 33"	120.00	3+412.25	3+396.42	3+427.89	15.83	31.47	31.38	371233.4138	311366.1027
19	28° 19' 23"	60.00	3+515.45	3+500.31	3+529.97	15.14	29.66	29.36	371301.7597	311443.6670
20	33° 36' 43"	60.00	3+621.59	3+603.47	3+638.67	18.12	35.20	34.70	371401.8953	311480.6921
21	21° 48' 27"	60.00	3+724.56	3+713.00	3+735.84	11.56	22.84	22.70	371463.1736	311564.7376
22	12° 12' 17"	120.00	4+063.05	4+050.22	4+075.78	12.83	25.56	25.51	371750.1641	311744.7414
23	11° 38' 48"	120.00	4+258.85	4+246.61	4+271.01	12.24	24.39	24.35	371934.3762	311811.3948
24	8° 35' 46"	90.00	4+343.10	4+336.34	4+349.84	6.76	13.50	13.49	372006.2556	311855.5087
25	16° 12' 33"	90.00	4+477.10	4+462.68	4+491.28	14.42	28.60	28.48	372108.7213	311941.8981
26	15° 36' 40"	50.00	4+672.87	4+666.02	4+679.64	6.85	13.62	13.58	372290.5579	312015.0892
27	60° 02' 43"	50.00	4+737.47	4+708.58	4+760.98	28.89	52.40	50.03	372341.8499	312054.4988
28	38° 20' 27"	50.00	4+876.03	4+858.65	4+892.10	17.38	33.46	32.84	372474.8294	311999.3928
29	14° 22' 36"	50.00	4+944.47	4+938.17	4+950.71	6.31	12.55	12.51	372541.9366	312018.4229
30	4° 30' 35"	120.00	5+040.93	5+036.20	5+045.65	4.73	9.45	9.44	372625.3498	312066.9876

3.11. SECCIONES TRANSVERSALES.

3.11.1. ANCHO DE CALZADA

Para una carretera de tercera clase, según el Manual Para para el diseño geométrico de carreteras (DG-2014), según el **Cuadro 2.13** nos indica un ancho mínimo de calzada para una velocidad de diseño de 40km/h y orografía tipo 1 de 6.6m, en nuestro diseño optamos por un ancho de calzada de 6.0m de dos carriles y bermas a ambos lados de 0.5m.

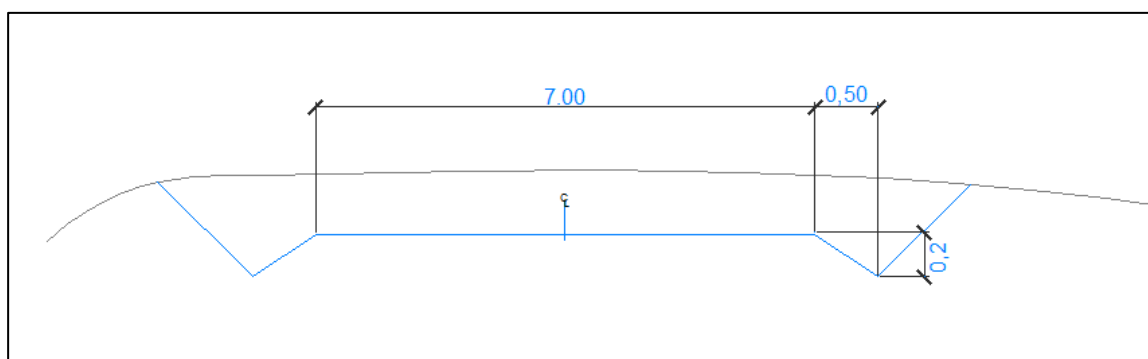


FIGURA N° 07 Sección Típica - Ancho de Calzada

3.12.2. ANCHO DE BERMAS

Según el DG-2013, especifica un ancho de bermas de 1.2 m con pendiente de 4%, optando en el diseño por 0.5m por ser una carretera de tercera clase se puede disminuir dicha dimensión.

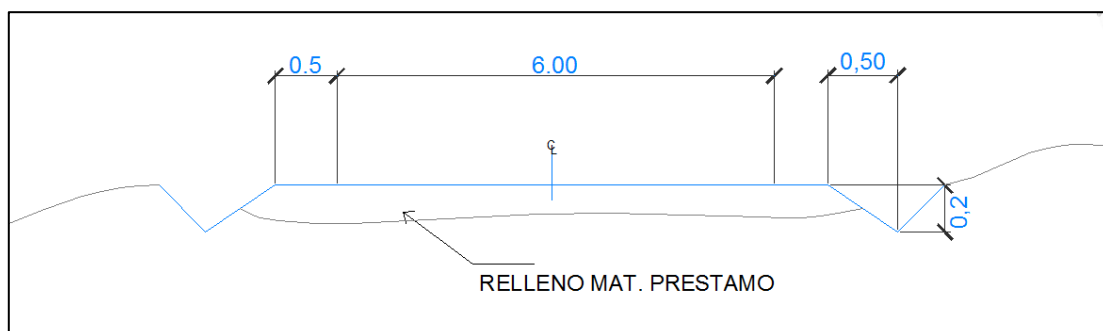


FIGURA N° 08 Sección Típica - Ancho de Berma

3.11.3. BOMBEO

No se ha considerado bombeo ya que el proyecto se ha realizado a nivel de subrasante.

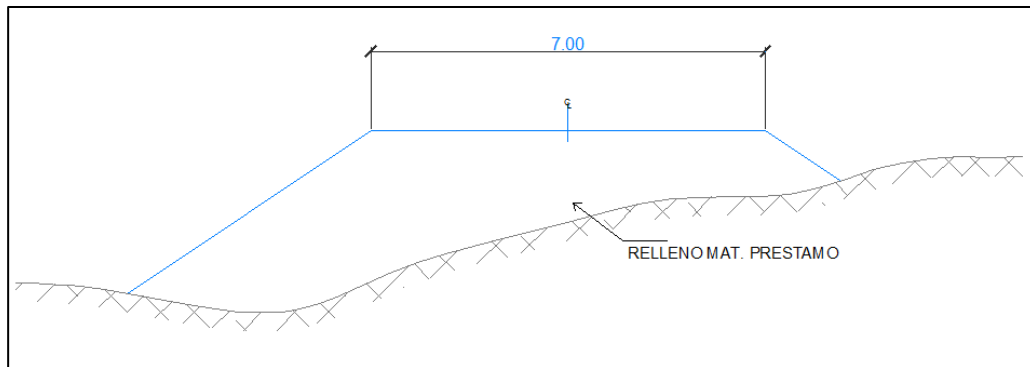
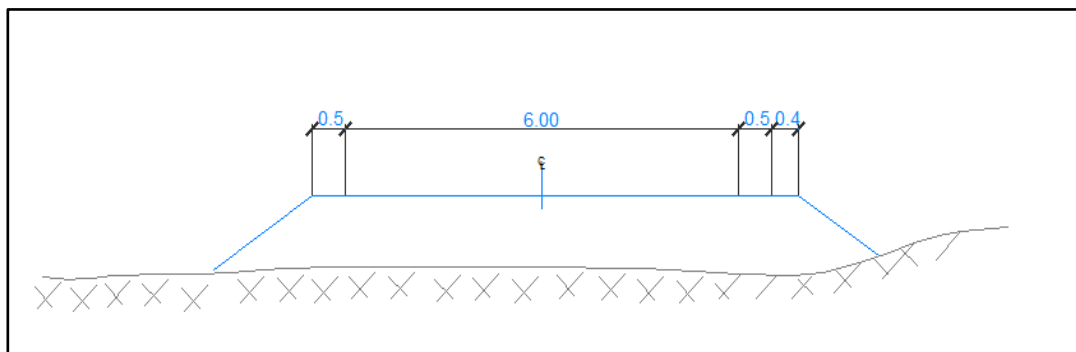


FIGURA N° 9 Sección Típica – Bombeo de Calzada

3.11.4. PERALTE

No se ha considerado Peralte ya que el proyecto se ha realizado a nivel de subrasante.



3.11.5. CUNETAS

Según el cuadro **2.17**, Las cunetas serán de forma triangular con una profundidad de 0.2m y un ancho de 0.5m, por ubicarse el proyecto en zona seca.

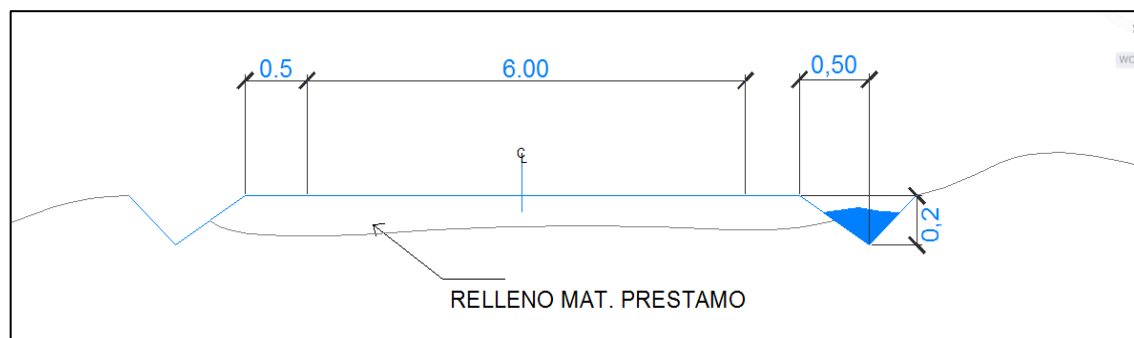


FIGURA N° 11 Sección Típica – Dimensiones de Cuneta

3.11.6. TALUDES

Los taludes utilizados en el diseño según el material encontrado en la zona y los cuadros **2.15** y **2.16** son:

- Talud de corte = 1:1(V:H), por ser un suelo limoarcilloso o arcilla
- Talud de relleno= 1:1.5 (V:H), por tener altura de corte menor a 5m



3.12. RESUMEN DE LOS PARAMETROS DEL DISEÑO GEOMETRICO

CUADRO 3.11. FICHA TÉCNICA RESUMEN	
Inicio del Tramo	Km 0+000, P.J. Federico Villarreal.
Fin del Tramo	Km 5+ 140, CPM. Las Salinas.
Longitud	5+140 Km.
Clasificación	Carretera de Tercera Clase
Número de vías	02 Carril
Velocidad Directriz	40 Km/h
Radio Mínimo	50.00 m
Pendiente Máxima	0.69%
Pendiente Mínima	0.06 %
Superficie de Rodadura	7.0 m (incluye Bermas de 0.5 m)
Peralte	No se ha considerado
Bombeo	No se ha considerado
Sobreancho	Indicado para cada curva, Ver Cuadro 3.2
<u>Talud de corte</u> Suelos Limoarcilloso o Arcilla	Según tipo de terreno (V:H) 1: 1
<u>Talud de relleno</u> Suelos diversos compactados	Según tipo de terreno (V:H) 1 : 1.5
Cunetas	0.5m de ancho x 0.2m de profundidad



CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



4.1. CONCLUSIONES

1. Se realizó el diseño geométrico la carretera P.J. Federico Villarreal – CPM. Las Salinas, según El Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2014, de una longitud total de 5+140 Km.
2. El ancho de calzada es 6.0 m, ancho de bermas 0.50 m y un radio mínimo para curvas horizontales de 50.00 m, con una longitud de 5+140 km. El talud de corte es de 1:1 porque es un Suelo Limo-arcilloso, El talud de relleno es de 1:1.5
3. Se ha logrado obtener un diseño que servirá como base para realizar el estudio definitivo.

4.2. RECOMENDACIONES

1. Diseñar las alcantarillas en las progresivas propuestas.
2. Realizar el Estudio de Impacto Ambiental para el estudio definitivo.



BIBLIOGRAFIA

❖ **Manual De Diseño Geométrico Para Carreteras DG – 2014"**

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Dirección General de Caminos y
Ferrocarriles

Julio 2013.

❖ **Carreteras Diseño Moderno.**

Ing. José céspedes

Abanto. Enero del

2001.

❖ **Tratado de Topografía.**

Ing. Benjamín Torres

Tafur. Abril 2003.

❖ **Herramientas Informáticas Para el Diseño de Carreteras**

Universidad Nacional Emilio Baldizan Huánuco

Agosto 2010.

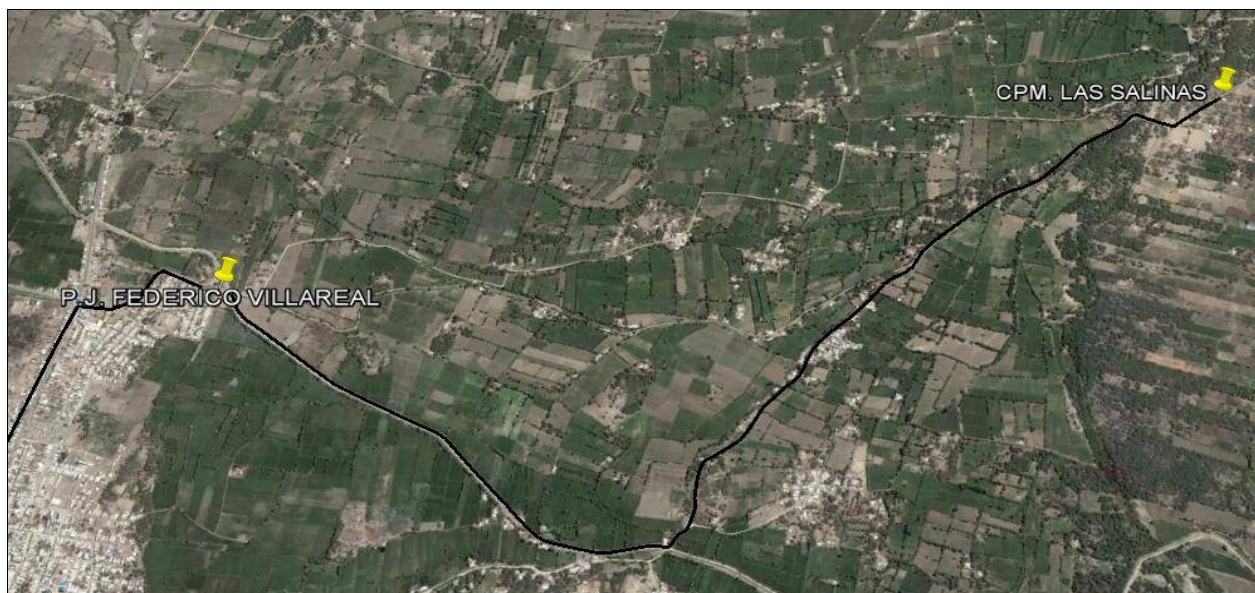
❖ **"Tratado De Topografía"**

DAVIS, FOOTE- KELLY .19976 – 977 pág. Madrid España.



ANEXOS

PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía N° 01 - Punto de Inicio de la Carretera - CP. Tongorrape



Fotografía N° 02 - Productos agrícolas de las comunidades beneficiadas-cosecha de maíz y algodón



Fotografía N° 03 , Reconocimiento de campo



Fotografía N° 04 , Reconocimiento de campo



PLANOS

LISTA DE PLANOS:

NUMERO DE LAMINA	NUMERO DE PLANO	DESCRIPCION
PU-01	01	PLANO DE UBICACION
PP-02	02	PLANTA Y PERFIL KM 0+000 AL KM 1+000
PP-03	03	PLANTA Y PERFIL KM 1+000 AL KM 2+000
PP-04	04	PLANTA Y PERFIL KM 2+000 AL KM 3+000
PP-05	05	PLANTA Y PERFIL KM 3+000 AL KM 4+000
PP-06	06	PLANTA Y PERFIL KM 4+000 AL KM 5+140
ST-07	07	SECCIONES TRANSVERSALES KM 0+000 AL KM 1+000
ST-08	08	SECCIONES TRANSVERSALES KM 1+000 AL KM 2+000
ST-09	09	SECCIONES TRANSVERSALES KM 2+000 AL KM 3+000
ST-10	10	SECCIONES TRANSVERSALES KM 3+000 AL KM 4+000
ST-11	11	SECCIONES TRANSVERSALES KM 4+000 AL KM 5+140
PSTI-10	12	SECCIONES TIPICAS KM 0+000 AL KM 5+140



“DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA P.J. FEDERICO VILLARREAL – C.P.M. LAS SALINAS,
DISTRITO DE TUCUME – LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE”

CUADRO 2.12. PENDIENTES MAXIMAS (%)

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: 20 km/h																	8,00	9,00	10,00	12,00
30 km/h																	8,00	9,00	10,00	12,00
40 km/h																9,00	8,00	9,00	10,00	10,00
50 km/h											7,00	7,00			8,00	9,00	8,00	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	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	7,00	7,00		7,00	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	7,00	7,00
90km/h	4,50	5,00	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00			6,00				6,00	6,00	6,00	6,00
100km/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																			

- En casos que se desee pasar de carreteras de primera o segunda clase, a una autopista, las características de estas se deberán adecuar orden superior inmediato.
- De presentarse casos no contemplados en la presenta tabla, su utilización previo sustento técnico, será autorizada por el órgano competente del MTC.



“DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA P.J. FEDERICO VILLARREAL – C.P.M. LAS SALINAS,
DISTRITO DE TUCUME – LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE”

CUADRO 2.13. ANCHOS MINIMOS DE CALZADA EN TANGENTE

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
Tráfico vehículos/día	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
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																		6,60	6,00	6,00
40 km/h															6,60	6,60	6,60	6,60	6,00	6,00
50 km/h											7,20	7,20		7,20	6,60	6,60	6,60	6,60	6,00	
60 km/h			7,20	7,20			7,20	7,20			7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60	6,60	6,60		
70 km/h			7,20	7,20			7,20	7,20		7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60		6,60			
80 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20						
90 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20									
100 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20	7,20										
110 km/h	7,20	7,20			7,20	7,20														
120 km/h	7,20	7,20			7,20	7,20														
130 km/h	7,20	7,20																		

Notas:

- Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
- En carreteras de Tercera Clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 5,00 m, con el correspondiente sustento técnico y económico