

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO
VALDIZAN**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

EAP de Ingeniería Civil



TITULO:

**“PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO EN EL
OVALO ESTEBAN PAVLETICH - HUANUCO”**

Asesor

ING. YONEL GUTIERREZ COLQUICHAGUA

Tesista

EMERSON ROJAS ARANA

Huánuco – Perú

2016

Propuesta de Diseño Geométrico en el Ovalo Esteban Pavletich – Huánuco

Emerson Rojas Arana

Universidad Nacional Hermilio Valdizan

Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Huánuco, 2016

DEDICATORIA

En primer lugar agradecer a Dios por darme las herramientas necesarias para mi desarrollo profesional.

A mis padres que siempre me apoyaron en todo momento.

A mi esposa y a mi pequeña hijita que son el motor de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

- Agradecer en primer lugar a Dios por darme la vida y las habilidades necesarias para poder salir adelante.
- A mis padres que me apoyaron y alentaron en esta carrera.
- A los docentes de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan por aportar con sus experiencias y enseñanzas en mi formación profesional.
- A mi asesor por su tiempo prestado.
- A mi esposa por su apoyo incondicional a lo largo de estos últimos dos años.
- A mi pequeña hijita Sophia Elizabeth quien desde el primer momento que abrió los ojos hizo que mi vida tenga mucho sentido y conozca así el amor de padre.
- A mis colegas y amigos quienes estuvieron siempre a mi lado.

ÍNDICE

Resumen	X
Summary	XI
Introducción	XII
Capitulo I. Marco Teórico	1
1.1. Antecedentes	1
1.1.1. Antecedentes Internacionales	1
1.1.2. Antecedentes Nacionales	1
1.1.3. Antecedentes Regional o Locales	2
1.2. Descripción del Problema	2
1.3. Formulación del Problema	3
1.3.1. Problema General	3
1.3.2. Problemas Específicos	3
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo General	3
1.4.2. Objetivo Especifico	3
1.5. Justificación del Problema de Investigación	4
1.5.1. Conveniencia	4
1.6. Limitación de la Investigación	4
1.7. Hipótesis	5
1.8. Variables e Indicadores	5
1.9. Bases Teóricas	5
1.9.1. Consideraciones de Diseño de las Vías	5
1.9.2. Clasificación de Vehículos	7
1.9.3. Clasificación del Sistema Vial	9
1.9.3.1. Clasificación del Sistema Vial Nacional	9
1.9.3.2. Clasificación del Sistema Vial Urbano	10
1.10. Diseño Geométrico de las Vías	18
1.11. Criterios de Diseño	36
1.12. Estudio de Transito de la Intersección	49
1.13. Marco Conceptual	65
Capitulo II. Marco Metodológico	72
2.1. Tipo y Nivel de Investigación	72
2.2. Población Muestral	72
2.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos e Información	72
2.3.1. Aforos Vehiculares	73

Capítulo III. Resultados	74
3.1. Procesamiento de Datos	74
3.1.1. Alineamiento Horizontal	74
3.1.2. Alineamiento Vertical	77
3.1.3. Generar Planos	99
3.1.4. Niveles de Servicios y Puntos de Conflicto	104
3.1.5. Del Diseño Geométrico	105
Conclusiones	106
Recomendaciones	107
Referencias Bibliográficas	108
Anexos	109
Anexo 1: Fichas de Aforos Vehiculares	109
Anexo 3: Panel Fotográfico	113
Anexo 4: Planos	120

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 Operacionalización de Variables.	5
TABLA 1.2 Matriz de Consistencia.	6
TABLA 1.3 Tipos de vehículos que transitan en la zona de estudio.	9
TABLA 1.4 Parámetros de diseño vinculados a la clasificación de vías urbanas, según la velocidad de diseño, características del flujo y control de accesos y relación con otras vías.	12
TABLA 1.5 Parámetros de diseño vinculados a la clasificación de vías urbanas, según el número de carriles, servicio a propiedades adyacentes, servicio de transporte público, estacionamiento, carga y descarga de mercaderías.	13
TABLA 1.6 Longitud mínima de tangentes.	18
TABLA 1.7 Radios mínimos.	19
TABLA 1.8 Pendientes Máximas.	24
TABLA 1.9 Ancho de carriles en tramos rectos.	31
TABLA 1.10 Valores del bombeo de la calzada.	32
TABLA 1.11 Valores de peralte máximo.	32
TABLA 1.12 Tipos básicos de Intersección a nivel.	33
TABLA 1.13 Radios mínimos en intersecciones canalizadas según peraltes mínimos y máximos.	35
TABLA 1.14 Distancia Mínima de visibilidad en la vía principal con ancho de 7.20 m, con dispositivo "PARE" partiendo del reposo en la vía secundaria.	39
TABLA 1.15 Ancho del Pavimento en ramales (m).	41
TABLA 1.16 Modificación de anchos por bermas y sardinel (m).	42
TABLA 1.17 Longitud total de Carriles de aceleración (LT).	43
TABLA 1.18 Ángulo de incidencia (\emptyset).	45
TABLA 1.19 Valores de la longitud de espera (LE).	47
TABLA 1.20 Dimensiones de separadores centrales para giros a la izquierda. Radio de giro mínimo 15m.	48
TABLA 1.21 Cuadro del Promedio de Aforos Vehiculares.	53
TABLA 1.22 Resumen del Volumen de Transito Diario (TD)	56
TABLA 1.23 Valores de K para Distintos Niveles de Confiabilidad	57
TABLA 1.24 Tasa de crecimiento de las ciudades capitales, por departamento 2015.	58
TABLA 1.25 Producto Bruto Interno Según Departamentos 2015.	59
TABLA 1.26 Cantidades de Vehículos Según al Día y Sentido.	61
TABLA 1.27 Tasa de Crecimiento y Producto Bruto Interno de Huánuco.	61
TABLA 1.28 Tasa de Crecimiento Según Tipo de Vehículo.	62
TABLA 1.29 Resumen de TPDA, Según Tipo de Vehículo.	62

TABLA 1.30 Resumen de TPDS, Según Tipo de Vehículo.	62
TABLA 1.31 Cuadro de Trafico Proyectado	63
TABLA 3.1 Niveles de Servicios.	104
TABLA 3.2 Puntos de Conflicto.	104
TABLA A1. Cuadro de aforos vehiculares.	110
TABLA A2. Cuadro de aforos vehiculares de giros del día lunes.	110
TABLA A3. Cuadro de aforos vehiculares de giros del día martes.	111
TABLA A4. Cuadro de aforos vehiculares de giros del día miércoles.	112
TABLA A5. Cuadro de aforos vehiculares de giros del día jueves.	112
TABLA A6. Cuadro de aforos vehiculares de giros del día viernes.	113
TABLA A7. Cuadro de aforos vehiculares de giros del día sábado.	113
TABLA A8. Cuadro de aforos vehiculares de giros del día domingo.	114

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 Movilidad y Accesibilidad de un Sistema Vial Urbano.	11
FIGURA 1.2 Jerarquía de movimientos en la Red Vial Urbana.	11
FIGURA 1.3 Curva Circular Simple	21
FIGURA 1.4 Curva Circular Compuesta	22
FIGURA 1.5 Sobreeanchos	23
FIGURA 1.6 Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas	25
FIGURA 1.7 Elementos de la Curva Vertical Simétrica	26
FIGURA 1.8 Longitud mínima de curva vertical parabólica con distancia de visibilidad de parada.	27
FIGURA 1.9 Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas	28
FIGURA 1.10 Inclinación de Bermas en calzada.	33
FIGURA 1.11 Variedad de tipos de Intersección a nivel.	34
FIGURA 1.12 Casos de canalización con islas divisorias y carril de giro.	36
FIGURA 1.13 Distancia de visibilidad en intersecciones. Triangulo mínimo de visibilidad.	38
FIGURA 1.14 Triangulo de Visibilidad	40
FIGURA 1.15 Carriles de cambio o variación de velocidad, son de aceleración y deceleración.	42
FIGURA 1.16 Puntos singulares de carril de aceleración.	44
FIGURA 1.17 Carril de Desaceleración.	44
FIGURA 1.18 Longitudes de carriles de deceleración LD.	45
FIGURA 1.19 Carril central de deceleración.	46
FIGURA 1.20 Intersección a nivel en “cruz” para giros a la izquierda y de cruce.	47
FIGURA 1.21 Detalle de la abertura de un separador.	48
FIGURA 1.22 Islas de canalización o direccionales.	49
FIGURA 1.23 Giros 11, 12, 13.	50
FIGURA 1.24 Giros 21, 22, 23	51
FIGURA 1.25 Giros 31, 32, 33	51
FIGURA 1.26 Giros 41, 42, 43	52
FIGURA 1.27 Transito Según Sentido Vehicular.	53
FIGURA 1.28 Cuadro de Niveles de Servicios	55
FIGURA 1.29 Grafico del Manual de Carreteras Urbanas – VCHI 2005	60
FIGURA 1.30 Transito Futuro Según Sentido Vehicular.	63
FIGURA 1.31 Puntos de Conflicto.	65
FIGURA 1.32 Planos de Ubicación y Localización	99
FIGURA 1.33 Puntos de Conflicto con Proyecto.	100

FIGURA 1.34 Perfil Longitudinal con Proyecto.	101
FIGURA 1.35 Planta General.	102
FIGURA 1.36 Plano de Giros sin Proyecto	103
FIGURA 1.37 Puntos de Conflicto sin Proyecto	103

RESUMEN

La ciudad de Huánuco se encuentra en constante crecimiento poblacional y con una densidad demográfica de 316,138 habitantes de la provincia de Huánuco, para el año 2015 (INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda).

Hoy en día el puente Esteban Pavletich y demás vías que conectan al ovalo (que unen los distritos de Huánuco y Amarilis), están siendo usado más allá de su capacidad, por la que inicialmente fueron diseñados, es por eso que el ovalo no está funcionando como se espera; sino más bien llega a ser un obstáculo para la continuidad de la carretera central (carretera de primer orden) y demás vías colectoras.

Es por ello que esta investigación trata de buscar la solución más simple para esta intersección en especial.

El objetivo: es proponer un diseño geométrico adecuado para mejorar la funcionalidad del Ovalo Esteban Pavletich.

El método: En el presente estudio se realizó un análisis de campo tomando muestras de flujos vehiculares y sus posibles giros y luego se elaboró planos de estado actual(sin proyecto) y posteriormente se analizaron el nivel de servicio y puntos de conflicto; generando los alineamientos horizontal y vertical de acuerdo a las características del lugar y respetando el reglamento nacional de tránsito del Ministerio de transportes y comunicaciones, proponiendo luego el diseño geométrico plasmado en planos (planos con proyecto), visualizando de esta manera el diseño más óptimo y eficiente para mejorar el transporte en el Ovalo de Esteban Pavletich.

Resultados: el diseño geométrico planteado en el presente trabajo de investigación va a mejorar considerablemente los niveles de servicio, de un nivel F a un nivel C y una reducción de puntos de conflicto de 38 (en un solo punto) a 29 (divididos en 3 puntos) en el Ovalo Esteban Pavletich – Huánuco.

Palabras clave: Propuesta de diseño geométrico del ovalo.

SUMMARY

The city of Huánuco is in constant population growth and with a demographic density of 316,138 inhabitants of the province of Huánuco, by 2015 (INEI).

Today, the Esteban Pavletich bridge and other routes connecting the oval (linking the districts of Huánuco and Amarilis) are being used beyond their capacity, for which they were initially designed, so the oval is not functioning as Was expected; But rather it becomes an obstacle to the continuity of the central road (main road) and other forms of collection.

That is why this research tries to find the simplest solution for this particular intersection.

The objective: is to propose a suitable geometric design to improve the functionality of the Ovalo Esteban Pavletich.

The method: In the present study a field analysis was carried out, taking samples of vehicular flows and their possible turns and then elaborating the current state plans (without project) and later analyzing the level of service and the points of conflict; Generation of horizontal and vertical alignments according to the characteristics of the place and respecting the national transit rules of the Ministry of Transport and Communications, proposing the geometric design incorporated in plans with the project, thus visualizing the most optimum and efficient design. Improve the transport in the Ovalo of Esteban Pavletich.

Results: the geometric design proposed in the present study will considerably improve service levels, from level F to level C and reduction of points of conflict from 38 (in a single point) to 29 (divided into 3 points) in the Ovalo Esteban Pavletich - Huánuco.

Keywords: Proposal of geometric design of the oval.

INTRODUCCION

En tema de transporte, el Perú es un país pobre en conocimientos; no solo se trata de que exista más vías para mejorar el transporte, sino más bien se trata de ordenar el flujo, sentidos, mejorar algunas vías existentes y construir vías principales que puedan aliviar de gran manera el transporte. De otro lado está el parque automotor que sigue creciendo a un ritmo alarmante; la adquisición de estos vehículos son muy fáciles de obtener porque existen financiamientos que está al alcance de mucha gente.

En la ciudad de Huánuco se tiene una infraestructura vial muy antigua, por el mismo hecho de que Huánuco es una ciudad colonial de más 477 años. Las vías o calles son de anchos de entre 7 a 11 metros de ancho.

El parque automotor en Huánuco está creciendo exponencialmente desde hace 10 años, vehículos de uso público como son los trimobiles (en su mayoría), y automóviles que son usados como taxis; estos son el mayor problema en el transporte en esta ciudad, por representar la mayor parte del parque automotor en la ciudad de Huánuco.

Otro punto fundamental por la que existe el problema del transporte en Huánuco es la educación vial que muchos de los transportistas desconocen.

El problema de la congestión vehicular en el Ovalo Esteban Pavletich es de suma importancia ya que por la zona transitan vehículos de todo tipo, por lo mismo que en esa intersección se conectan una vía de primer orden y vías colectoras.

Existe un malestar de la población en general por la cantidad de vehículos que ocasionan congestión vehicular sobre todo en horas punta.

Otro problema que se genera son los accidentes de tránsito; los cuales son causados por diversos motivos y uno de ellos es el mal diseño geométrico actual.

Son estas las razones más importantes que se tomó en cuenta para la elaboración del presente estudio.

El diseño geométrico es la parte más importante de un proyecto de carretera y/o intersección vial, estableciendo en base a los condicionantes o factores existentes; la configuración geométrica definitiva del conjunto tridimensional que supone, para satisfacer al máximo los objetivos fundamentales, es decir, la funcionalidad, la seguridad, la comodidad, la integración ambiental en su entorno, la armonía o estética, la economía y la solución final.

Todo buen diseño geométrico conlleva a tener un transporte fluido, cómodo y seguro, esto implica también la disminución de accidentes de tránsito.

Dentro del desarrollo del presente estudio se ha considerado todos los parámetros de diseño, que van a mejorar el transporte en la zona.

Capítulo I: Marco Teórico

1.1. Antecedentes

Dentro de los antecedentes se van a considerar los siguientes:

1.1.1. Antecedentes Internacionales

En Argentina, **Rivera, J./ Das Neves, G./ Villanueva, M./ Rolón R. (2008)**. En su artículo de investigación en la que analiza y simula las mini-rotondas, en la que concluye que es posible determinar los flujos de tránsito para los cuales una mini-rotonda es viable y segura en un análisis preliminar mediante el empleo de software de micro-simulación.

“Cuando las mini-rotondas de un carril comienzan a ser económicamente viables frente a las intersecciones normales ya existentes, las minirotondas de dos carriles ya resultan más económicas, razón por la cual no se recomienda el empleo de las primeras”.

1.1.2. Antecedentes Nacionales

Guzmán, J. (2015), en el “Rediseño del Ovalo de Naranjal” concluye y rediseña algunos parámetros de diseño y señalizaciones que influyen en el transporte del ovalo.

“los programas determinísticos no son de mucha ayuda en este tipo de casos, no se puede obtener resultados satisfactorios, sino que sigue mostrando que la intersección no funciona con los aspectos más óptimos que se les pueda colocar (diámetro de la circunferencia inscrita, velocidad de entrada, etc.). Esto se demuestra en los programas Sidra Intersection 5.1 y en Synchro 8; ambos dieron resultados con niveles de servicio realmente bajos (“F”), por lo que se demuestra que este tipo de softwares no son los adecuados para buscar una solución de la intersección.

De manera distinta se pudo observar el programa de micro-simulación (PTV Vissim 6), en este se pudo analizar de forma detallada el comportamiento de los vehículos a través de varias simulaciones, cada vez una mejor que la anterior por el análisis que se pudo dar”.

Otero, L. (2015), en la solución que brinda al problema excesivo de tráfico vehicular en la intersección en la Av. Andres Avelino Caceres y Av. Ramón

Mugica, en la ciudad de Piura, considera parámetros de diseño, señalizaciones y reductores de velocidad que permiten facilitar el transporte en la intersección.

“La tesis tiene como finalidad brindar una solución al problema del excesivo tráfico en una de las intersecciones de la ciudad de Piura: Av. Andrés Avelino Cáceres y Av. Ramón Mugica. Para ello, luego de un análisis de datos estadísticos de tráfico, se propuso diferentes alternativas de solución que fueron analizadas según ventajas y desventajas, con un software de modelación. Finalmente, elegida la mejor alternativa se procedió a realizar su diseño geométrico teniendo en cuenta las normas y manuales de diseño nacional e internacional intentando adaptarlos a nuestra realidad”.

Díaz, F. (2012), en el análisis vial de dos intersecciones sin semáforo en la zona aledaña a nuevo terrapuerto de Piura, da como alternativa de solución al problema de tráfico que genera la intersección.

“La presente investigación tiene por finalidad proporcionar los análisis de dos intersecciones, que son las más cercanas al nuevo foco de atracción cómo será el nuevo Proyecto Terminal Terrestre de Piura como alternativa de solución eficaz a los problemas de tráfico en la ciudad de Piura”.

Esquivel, W. (2011), en las intersecciones con rotondas y mini-rotondas, e intersecciones, se muestra diseños y planteamientos de solución.

“Las intersecciones tipo rotonda y mini rotonda organizan el tráfico en una intersección siempre y cuando se justifique su uso, correcto dimensionamiento y señalización”.

1.1.3. Antecedentes Regional o Local

Cornelio, D. (2015). En el Ovalo Esteban Pavletich se plantea y analiza propuestas de solución al problema de la congestión vehicular.

“Plantear la solución de una infraestructura vial capaz de recibir la gran demanda vehicular que se desplace por el Ovalo Esteban Pavletich”.

1.2. Descripción del problema

La ciudad de Huánuco se encuentra en constante crecimiento poblacional y con una densidad demográfica de 316,138 habitantes de la provincia de Huánuco, para el año 2015 (INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda).

Esta ciudad antigua; fundada el 15 de agosto de 1539, teniendo 477 años; en la que no se proyectaron a futuro en sus vías por lo que la sección de estas son hoy en día un problema para el transporte urbano; así como el tramo que contiene al puente y ovalo Esteban Pavletich.

Hoy en día el puente Esteban Pavletich y demás vías que conectan al ovalo Esteban Pavletich (que unen los distritos de Huánuco y Amarilis), están siendo usado más allá de su capacidad, por la que inicialmente fueron diseñados, es por eso que el ovalo no está funcionando como se espera; sino más bien llega a ser un obstáculo para la continuidad de la carretera central (carretera de primer orden) y demás vías colectoras.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general.

¿Qué diseño geométrico es adecuado para mejorar la funcionabilidad del Ovalo Esteban Pavletich?

1.3.2. Problemas específicos.

¿Cómo son los alineamientos horizontal y vertical y los parámetros de diseño?

¿Con que visualizaremos los diferentes accesos, islas y demás estructuras viales planteadas?

¿En qué consisten los niveles de servicios y puntos de conflicto del Ovalo Esteban Pavletich?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

“Proponer un diseño geométrico adecuado para mejorar la funcionabilidad del Ovalo Esteban Pavletich”

1.4.2. Objetivos específicos.

- ✓ Generar los alineamientos horizontal y vertical; así como los diferentes parámetros de diseño.
- ✓ Generar planos que ayuden a la visualización de los diferentes accesos, islas y demás estructuras viales planteadas.

- ✓ Mejorar los niveles de servicios y puntos de conflicto del Ovalo Esteban Pavletich.

1.5. Justificación del problema de investigación.

1.5.1. Conveniencia.

¿Para qué sirve?

Ante la problemática descrita anteriormente, se consideró necesario un buen diseño geométrico el cual garantizaría que el problema del congestionamiento vehicular mejore en esa zona; por lo se considera totalmente viable este estudio; ya que serviría de alguna forma para futuros proyectos.

¿Relevancia social?

Es de suma importancia la mejora en el transporte de la zona porque aparte de mejorar la calidad de vida de los pobladores, se va a disminuir los accidentes de tránsito y se va a mejorar el paisaje urbanístico.

Dentro de la zona en estudio se encuentran ubicadas instituciones tanto públicas como privadas, las cuales hacen uso permanente de la carretera central; las cuales van a ser mejoradas con un mejor servicio de transporte, reduciendo los accidentes y el tiempo de viaje.

¿Ayudara a resolver algún problema práctico?

Fundamentalmente ayudaría a reducir los accidentes de tránsito y reduciríamos también el tiempo de viaje. Además este trabajo de tesis serviría para futuros proyectos.

¿Cuán importante es el problema planteado?

Es importante mencionar que en la zona en estudio se ubica la carretera central el cual es de suma importancia por ser una carretera de primer orden y de alto tránsito. Es importante dar a la carretera central una continuidad, libre de tránsito.

1.6. Limitaciones de la investigación.

Entre las principales limitaciones para elaborar estos proyectos tenemos los siguientes:

- ✓ La información recopilada no es un dato constante y puede variar de acuerdo al tiempo.
- ✓ Existen poca información al respecto.
- ✓ No se cuenta con un plan urbano actualizado de la zona.
- ✓ Existe poca bibliografía con respecto a este estudio.

1.7. Hipótesis.

El diseño geométrico propuesto del ovalo esteban pavletich mejorará su funcionalidad y eficiencia.

1.8. Variables e indicadores

TABLA 1.1 Operacionalización de variables.

Variables	Dimensiones	indicadores
Variable ✓ Diseño geométrico.	✓ Alineamiento Horizontal y vertical. ✓ Niveles de servicio y puntos de conflicto. ✓ Planos.	✓ Radios de giros (ml) ✓ Velocidades de diseño (km/hr). ✓ Peralte y bombeo (%). ✓ Clasificación de niveles de servicio (Nivel A,B,C,D,E y F).

Fuente: propia.

1.9. Bases Teóricas

1.9.1. Consideraciones de Diseño de las Vías.

Para la realización del diseño geométrico de los accesos al puente Pavletich se usará el “Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, DG-2013” y el “Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005 – VCHI”, este último está enfocado a proyectos de vialidad urbana atendiendo los objetivos de funcionalidad, seguridad, comodidad, integración con su entorno.

TABLA 1.2 Matriz de Consistencia.

Problema	Objetivos	Hipotesis	Dimensiones / Indicadores	Variables
<p>Problema principal: ¿Qué diseño geométrico es adecuado para mejorar la funcionalidad del Ovalo Esteban Pavletich?</p> <p>Problema específico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cómo son los alineamientos horizontal y vertical y los parámetros de diseño? - ¿Con que visualizaremos los diferentes accesos, islas y demás estructuras viales planteadas? - ¿En qué consisten los niveles de servicios y puntos de conflicto del Ovalo Esteban Pabletich? 	<p>Objetivo General: “Proponer un diseño geométrico adecuado para mejorar la funcionalidad del Ovalo Esteban Pavletich”</p> <p>Objetivo Específico:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Generar los alineamientos horizontal y vertical; así como los diferentes parámetros de diseño. - Generar planos que ayuden a la visualización de los diferentes accesos, islas y demás estructuras viales planteadas. - Mejorar los niveles de servicios y puntos de conflicto del Ovalo Esteban Pabletich. 	<p>Hipótesis: El Ovalo Esteban Pavletich es ineficiente y la propuesta de diseño geométrico mejorará su funcionalidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alineamientos horizontal y vertical / Radios de giros (metros lineales), Velocidades de diseño (kilómetros por hora), Peralte y bombeo (porcentajes). • Niveles de servicio y puntos de conflicto / niveles A,B,C,D,E y F. • Planos. 	<p>Variable. Diseño geométrico.</p>

Fuente: propia.

1.9.2. Clasificación de Vehículos.

Los vehículos que circulan por las vías urbanas, están destinados a distintos usos en función de su peso, potencia, dimensiones y maniobrabilidad, que en todo caso, condicionan las características del diseño geométrico y resistencia del pavimento.

Los vehículos se clasifican en 2 tipos: Vehículos ligeros o livianos (Mototaxis, autos, camionetas) y Vehículos pesados (Camiones y autobuses).

Los vehículos que se distinguen en la zona de estudio son los trimóviles (brindan servicio de taxi disperso), autos (prestan servicio de colectivos y movilidad particular.), camionetas; y en menor cantidad la presencia de camiones de gran tonelaje y ómnibus.

Según el Reglamento Nacional de Vehículos con Decreto Supremo N° 058-2003-MTC del Ministerio de Transporte y Comunicación (M.T.C.) los vehículos del país se clasifican en 4 grandes grupos o categorías detalladas a continuación:

Categoría L: Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas.

L1 : Vehículos de dos ruedas, hasta 50 cm³ y velocidad máxima de 50 km/h.

L2 : Vehículos de tres ruedas, hasta 50 cm³ y velocidad máxima de 50 km/h.

L3: Vehículos de dos ruedas, de más de 50 cm³ ó velocidad mayor a 50 km/h.

L4: Vehículos de tres ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm³ ó una velocidad mayor de 50 km/h.

L5: Vehículos de tres ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm³ ó velocidad mayor a 50 km/h y cuyo peso bruto no excedan 01 ton.

Categoría M: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de pasajeros.

M1 : Vehículos de ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor.

M2: Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.

M3: Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más de 5 toneladas.

Los vehículos M2 y M3, a su vez según la disposición de pasajeros se clasifican:

Clase I: Vehículos construidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de éstos

Clase II: Vehículos construidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y, también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio provisto para dos asientos dobles.

Clase III: Vehículos construidos exclusivo para transporte pasajeros sentados.

Categoría N: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancía.

N1 : Vehículos de peso bruto vehicular de 3,5 toneladas o menos.

N2 : Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 3,5 toneladas hasta 12 ton.

N3 : Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas.

Categoría O: Remolques (incluidos semi-remolques).

O1 : Remolques de peso bruto vehicular de 0,75 toneladas o menos.

O2 : Remolques de peso bruto vehicular de más 0,75 toneladas hasta 3,5 ton.

O3 : Remolques de peso bruto vehicular de más de 3,5 toneladas hasta 10 ton.

O4 : Remolques de peso bruto vehicular de más de 10 toneladas.

Y combinaciones especiales. También el Reglamento Nacional de Vehículos nos proporciona los Pesos y Medidas Máximas Permitidas de los vehículos del país.

TABLA 1.3 Tipos de vehículos que transitan en la zona de estudio.

Tipo de Vehículo		Configuración Vehicular	Categoría -clase	Alto Total m	Ancho Total m	Largo Total m	Peso bruto máx. Tn
Vehículo Ligeró		VL	L5	1,70	1,30	2,70	1,00
Vehículo Ligeró		VL	M1	1,50	1,50	3,40	1,50
Vehículo Ligeró		VL	M1	1,50	1,90	4,50	2,80
Vehículo Ligeró		VL	M1	1,85	1,90	5,50	3,50
Omnibus de dos Ejes		B2	M3-CL3	4,10	2,60	12,10	18,00
Camión simple 2 ejes		C2	N2	2,50	2,20	8,00	10,00
Camión simple 3 ejes		C3	N3	4,10	2,60	12,20	25,00
Tractocamió 2 ejes, semi-remolque 3 ejes		T2-SR3	O4	4,10	2,60	16,70	43,00
Camión de 3 ejes, remolque de 3 ejes		C3-R3	O3	4,10	2,60	19,90	48,00

Fuente: propia.

1.9.3. Clasificación del Sistema Vial.

1.9.3.1. Clasificación del Sistema Vial Nacional

Según el manual de Diseño Geométrico de Carreteras, se clasifica la Red Vial Nacional de acuerdo a la demanda y según sus condiciones orográficas.

a) De acuerdo a la Demanda, tenemos:

Carreteras de Primera Clase

Son carreteras con un IMDA entre 4.000 y 2.001 veh/día, de con una calzada de dos carriles de 3,60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se

cuenta con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

b) Según su Condiciones Orográficas

Terreno Plano (tipo 1)

Tiene pendientes transversales al eje de las vías menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%).

“En esta clasificación encontramos a la Vía Nacional PE-18A: Huánuco-Tingo María.”

1.9.3.2. Clasificación del Sistema Vial Urbano

En el ámbito urbano, según el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005, se clasifica la Red Vial urbana considerando cuatro categorías principales: Vías expresas, arteriales, colectoras y locales. En esta clasificación encontramos a las demás vías en estudio.

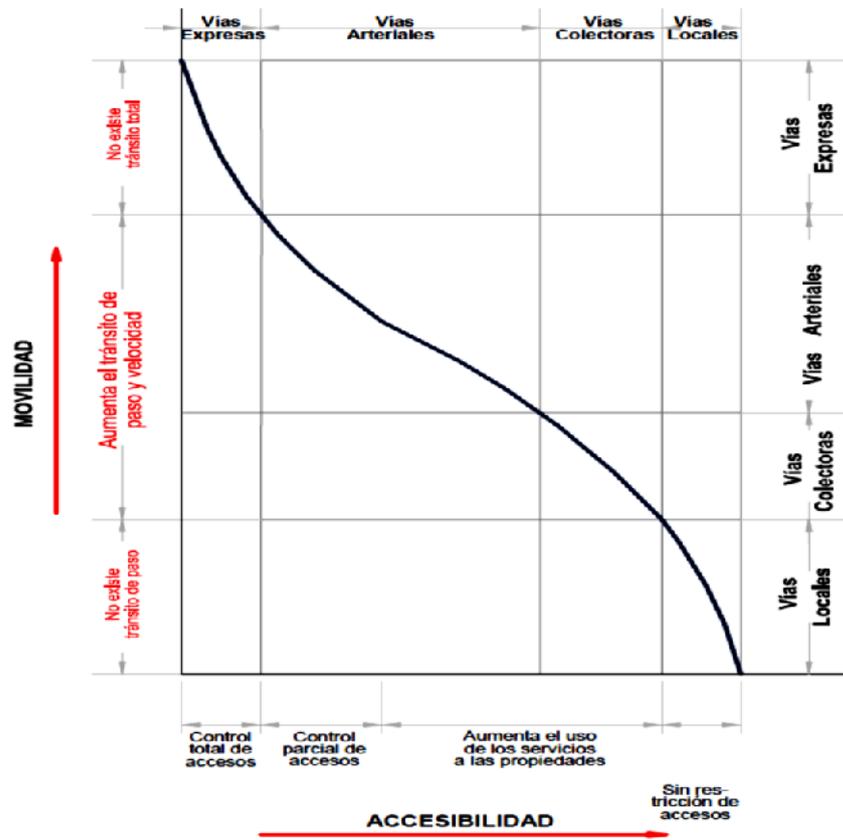
Se puede observar en la figura 1.1 que en las vías locales el tránsito de paso casi no existe, esto quiere decir que el tránsito vehicular es lento y que conforme cambia la vía aumenta el tránsito de paso, es decir aumenta la velocidad promedio vehicular.

El sistema de clasificación planteado es aplicable a todo tipo de vías públicas urbanas terrestres, ya sean calles, jirones, avenidas, alamedas, plazas, malecones, paseos, destinados al tráfico de vehículos, personas y/o mercaderías.

La clasificación adoptada considera cuatro categorías principales: Vías expresas, arteriales, colectoras y locales.

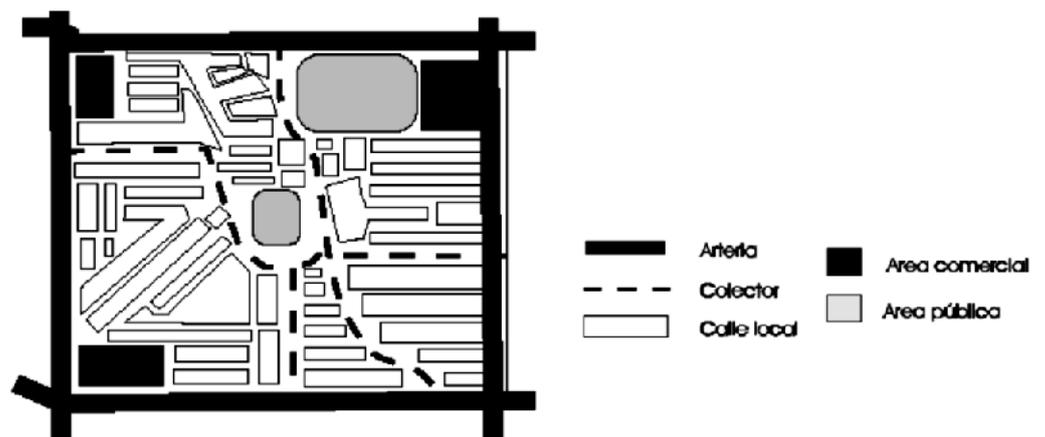
En la figura 1.2. Se observa la configuración de las vías dentro de un sistema vial urbano.

FIGURA 1.1 Movilidad y Accesibilidad de un Sistema Vial Urbano.



Fuente: DGVU-2005

FIGURA 1.2 Jerarquía de movimientos en la Red Vial Urbana.



Fuente: DGVU-2005.

La clasificación de una vía, al estar vinculada a su funcionalidad y al papel que se espera desempeñe en la red vial urbana.

TABLA 1.4. Parámetros de diseño vinculados a la clasificación de vías urbanas, según la velocidad de diseño, características del flujo y control de accesos y relación con otras vías.

ATRIBUTOS	VÍAS EXPRESAS	VÍAS ARTERIALES	VÍAS COLECTORAS	VÍAS LOCALES
Velocidad de Diseño	Entre 80 y 100 Km/hora. Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del Reglamento Nacional de Tránsito (RNT) vigente.	Entre 50 y 80 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 40 y 60 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 30 y 40 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.
Características del flujo	Flujo ininterrumpido. Presencia mayoritaria de vehículos livianos. Cuando es permitido, también por vehículos pesados. No se permite la circulación de vehículos menores, bicicletas, ni circulación de peatones.	Debe minimizarse las interrupciones del tráfico. Los semáforos cercanos deberán sincronizarse para minimizar interferencias. Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos, correspondiendo el flujo mayoritario a vehículos livianos. Las bicicletas están permitidas en ciclovías	Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos y el flujo es ininterrumpido frecuentemente por intersecciones a nivel. En áreas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones. Recomendándose la implementación de ciclovías.	Está permitido el uso por vehículos livianos y el tránsito peatonal es irrestricto. El flujo de vehículos semipesados es eventual. Se permite el tránsito de bicicletas.
Control de Accesos y Relación con otras vías	Control total de los accesos. Los cruces peatonales y vehiculares se realizan a desnivel o con intercambios especialmente diseñados. Se conectan solo con otras vías expresas o vías arteriales en puntos distantes y mediante enlaces. En casos se conecta con vías Colectoras.	Los cruces peatonales y vehiculares deben realizarse en pasos a desnivel o en intersecciones o cruces semaforizados. Se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras. Eventual uso de pasos a desnivel y/o intercambios. Las intersecciones a nivel con otras vías arterial y/o colectoras deben ser semaforizadas y con carriles de volteo.	Incluyen intersecciones semaforizadas en cruces con vías arteriales y solo señalizadas en los cruces con otras vías colectoras o vías locales. Reciben soluciones especiales para los cruces donde existían volúmenes de vehículos y/o peatones de magnitud apreciable	Se conectan a nivel entre ellas y con las vías colectoras.

Fuente: DGVU-2005.

TABLA 1.5 Parámetros de diseño vinculados a la clasificación de vías urbanas, según el número de carriles, servicio a propiedades adyacentes, servicio de transporte público, estacionamiento, carga y descarga de mercaderías.

ATRIBUTOS	VÍAS EXPRESAS	VÍAS ARTERIALES	VÍAS COLECTORAS
Número de carriles	Bidireccionales: 3 o más carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 2 ó 3 carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 1 ó 2 carriles/sentido
Servicio a propiedades adyacentes	Vías auxiliares laterales	Deberán contar preferentemente con vías de servicio laterales.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes.
Servicio de Transporte público	En caso se permita debe desarrollarse por buses, preferentemente en " <i>Carriles Exclusivos</i> " o " <i>Carriles Solo Bus</i> " con paraderos diseñados al exterior de la vía.	El transporte público autorizado debe desarrollarse por buses, preferentemente en " <i>Carriles Exclusivos</i> " o " <i>Carriles Solo Bus</i> " con paraderos diseñados al exterior de la vía o en bahía.	El transporte público, cuando es autorizado, se da generalmente en carriles mixtos, debiendo establecerse paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo.
Estacionamiento, carga y descarga de mercaderías	No permitido salvo en emergencias.	No permitido salvo en emergencias o en las vías de servicio laterales diseñadas para tal fin. Se regirá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento de vehículos se realiza en estas vías en áreas adyacentes, especialmente destinadas para este objeto. Se regirá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.

Fuente: DGVU-2005.

Vías Arteriales

• Función

Las vías arteriales permiten el tránsito vehicular, con media o alta fluidez, baja accesibilidad y relativa integración con el uso del suelo colindante. Estas vías deben ser integradas dentro del sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales.

El estacionamiento y descarga de mercancías está prohibido.

El término Vía Arterial no equivale al de Avenida, sin embargo muchas vías arteriales han recibido genéricamente la denominación de tales.

• Características del Flujo

En estas vías deben evitarse interrupciones en el flujo de tráfico. En las intersecciones donde los semáforos están cercanos, deberán ser sincronizados para minimizar las interferencias al flujo directo.

Los peatones deben cruzar solamente en las intersecciones o en cruces semaforizados especialmente diseñados para el paso de peatones.

Se recomienda que estas vías cuenten con pistas de servicio laterales para el acceso a las propiedades.

• Tipos de Vehículo

Las vías arteriales son usadas por todo los tipos de tránsito vehicular. Se admite un porcentaje reducido de vehículos pesados y para el transporte colectivo de pasajeros se permite el servicio con un tratamiento especial en vías exclusivas o carriles segregados y con paraderos e intercambios debidamente diseñados.

• Espaciamento

De una manera general, las vías arteriales en la fase de planeamiento, deberán estar separadas a 2.0 Km una de otra.

- **Conexiones**

Las vías arteriales se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras, no siendo conveniente que se encuentren conectadas a vías locales residenciales.

Vías Colectoras

- **Función**

Las vías colectoras sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales y en algunos casos a las vías expresas cuando no es posible hacerlo por intermedio de las vías arteriales. Dan servicio tanto al tránsito de paso, como hacia las propiedades adyacentes.

Pueden ser colectoras distritales o interdistritales, correspondiendo esta clasificación a las Autoridades Municipalidades.

Este tipo de vías, han recibido muchas veces el nombre genérico de Jirón, Vía Parque, e inclusive Avenida.

- **Características de Flujo**

El flujo de tránsito es interrumpido frecuentemente por intersecciones semaforizadas cuando empalman con vías arteriales, con controles simples de señalización horizontal y vertical cuando empalman con vías locales.

Reciben soluciones especiales para los cruces peatonales, donde existían volúmenes de vehículos y/ o peatones de magnitud apreciable.

Prestan servicio a las propiedades adyacentes.

- **Tipos de Vehículos**

Las vías colectoras son usadas por todo tipo de tránsito vehicular. En las áreas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones. Para el sistema de buses se podrá diseñar paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo.

- **Espaciamiento**

En general, las vías colectoras admiten separaciones menores de 800 metros una de otra, en la fase de planeamiento.

- **Conexiones**

Las vías colectoras se conectan con las arterias y con las locales, siendo su proporción siempre mayor con las vías locales que con las vías arteriales.

“Encontramos el tramo recto que contiene al puente E. Pabletich s/nombre y la vía colectora de Fonavi II.”

Vías Locales

- **Función**

Son aquellas cuya función principal es proveer acceso a los predios o lotes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio, generado tanto de ingreso como de salida.

Este tipo de vías han recibido el nombre genérico de calles y pasajes

- **Tipos de Vehículos**

Por ellas transitan vehículos livianos, ocasionalmente semipesados; se permite estacionamiento vehicular y existe tránsito peatonal irrestricto.

- **Conexiones**

Las vías locales se conectan entre ellas y con las vías colectoras.

Velocidad de Diseño

Del Reglamento Nacional de Tránsito, se considera los siguientes artículos:

Artículo 162.- Límites máximos de velocidad.

Cuando no existan los riesgos, los límites máximos de velocidad son los siguientes:

a) En zona urbana:

1. En Calles y Jirones: 40 Km/h.
2. En Avenidas: 60 Km/h.
3. En Vías Expresas: 80 Km/h.
4. Zona escolar: 30 Km/h.

Artículo 163.- Límites máximos de velocidad en carreteras que cruzan centros poblados.

- a) En zonas comerciales: 35 Km/h.
- b) En zonas residenciales: 55 Km/h.
- c) En zonas escolares: 30 Km/h.

La Autoridad competente, debe señalizar estos cruces.

Artículo 165.- Límites mínimos de velocidad.

- a) En zona urbana y carreteras: la mitad del máximo fijado para cada tipo de vía.

“Teniendo en cuenta los Parámetros de Diseño Vinculados a la Clasificación de Vías Urbanas, el Reglamento Nacional de Tránsito y el entorno de la zona, se escogerá la Velocidad de Diseño, para las siguientes vías:”

EL TRAMO RECTO QUE CONTIENE AL PUENTE E. PABLETICH S/NOMBRE, se considera una **Vía Colectora**, porque conecta a la calles locales y en principal al Jirón 28 de Julio, con la Vía Colectora de Fonavi II y la vía arterial que a su vez sería Vía Nacional PE-18A: Huánuco-Tingo María, de longitud menor y de velocidad máxima de 40 - 60 Km/h.

Según el entorno, se considerará una Velocidad de Diseño de 40 Km/h.

LA VIA COLECTORA DE FONAVI II, corresponde a **Vías Colectoras**, que es considerado Avenida, entonces se tendrá una velocidad máxima de 60 Km/h y una velocidad mínima de 40 Km/h.

Se considerará una Velocidad de Diseño de 40 Km/h.

LA VÍA NACIONAL PE-18A: HUÁNUCO-TINGO MARÍA, es una carretera interurbana, que cruza con la ciudad de Huánuco se le considera una vía arterial, entonces en el cruce con la ciudad se tendrá una velocidad máxima de 35 Km/h y una velocidad mínima de 15 Km/h.

Se considerará una Velocidad de Diseño de 30 Km/h.

Las demás calles que forman parte del entorno, se considerara una Velocidad de Diseño de 30 Km/h.

1.10. Diseño geométrico de las vías

- **Alineamiento horizontal**

El alineamiento horizontal o las características del diseño geométrico en planta, deberán permitir en lo posible la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar en promedio la misma velocidad directriz en la mayor longitud de vía que sea posible. Los diseños en planta atienden principalmente: Alineamientos rectos, Curvas Horizontales, Sobreanchos, Islas y Carriles (Pistas) de cambio de velocidad.

- **Alineamientos rectos**

Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente serán en función a la velocidad de diseño. Las longitudes de rectas comprendidas entre curvas, se sugiere no sean inferiores de 100 a 200 m. por razones de confort y seguridad.

Curvas horizontales

A) Curvas circulares

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales.

TABLA 1.6 Longitud mínima de tangentes.

VELOCIDAD DIRECTRIZ		LONGITUD MINIMA DE TANGENTES PARA EL DISEÑO GEOMETRICO			
		EXPRESAS Y ARTERIALES		COLECTORAS Y LOCALES	
					
Km/h	m/s	Metros	Metros	Metros	Metros
30	8.33	—	—	15	20
40	11.11	—	—	20	25
50	13.88	35	50	25	30
60	16.66	45	60	30	35
80	22.22	60	80	—	—

Fuente: manual de diseño geométrico de vías urbanas (dgvu– 2005).

Son comunes las curvas circulares simples y las compuestas, las mismas que pueden llevar curvas de transición del tipo espiral. Los tramos con espiral se utilizarán entre alineamientos rectos y la curva circular, para proporcionar una trayectoria más confortable y segura. Para el diseño de vías, cuya velocidad directriz sea igual o mayor de 60 kph se utilizarán espirales.

B) Radios mínimos

Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad, para cuyo cálculo puede utilizarse la siguiente fórmula:

$$R_m = \frac{V^2}{127 * (P_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})}$$

Dónde:

R_m : Radio Mínimo

V : Velocidad de diseño

$P_{\text{máx}}$: Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).

$f_{\text{máx}}$: Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V .

El resultado de la aplicación de la formula se aprecia en la **Tabla 1.7:**

TABLA 1.7 Radios mínimos.

Velocidad de diseño (Km/hr)	Coef. Fricción Transversal $f_{\text{máx}}$.	Valor Real de R Mínimo con $p_{\text{máx}}$ deseable		Valor Práctico de R Mínimo con $p_{\text{máx}}$ deseable	
		$p_{\text{máx}}$ 4%	$p_{\text{máx}}$ 6%	$p_{\text{máx}}$ 4%	$p_{\text{máx}}$ 6%
20	0.18	14.32	13.12	15	15
30	0.17	33.75	30.81	35	30
40	0.17	59.99	54.78	60	55
50	0.16	98.43	89.48	100	90
60	0.15	149.19	134.98	150	135

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas (DGVU– 2005).

C) Elementos de la curva circular.

Los elementos y nomenclatura de las curvas horizontales circulares que a continuación se indican, deben ser utilizadas sin ninguna modificación y son los siguientes:

P.C.: Punto de inicio de la curva

P.I.: Punto de Intersección de 2 alineaciones consecutivas

P.T.: Punto de tangencia

E: Distancia a externa (m)

M: Distancia de la ordenada media (m)

R: Longitud del radio de la curva (m)

T: Longitud de la subtangente (P.C a P.I. y P.I. a P.T.) (m)

L: Longitud de la curva (m)

L.C: Longitud de la cuerda (m)

Δ : Angulo de deflexión ($^{\circ}$)

p: Peralte; valor máximo de la inclinación transversal de la calzada, asociado al diseño de la curva (%).

Sa: Sobreechancho que pueden requerir las curvas para compensar el aumento de espacio lateral que experimentan los vehículos al describir la curva (m).

Nota: Las medidas angulares se expresan en grados sexagesimales.

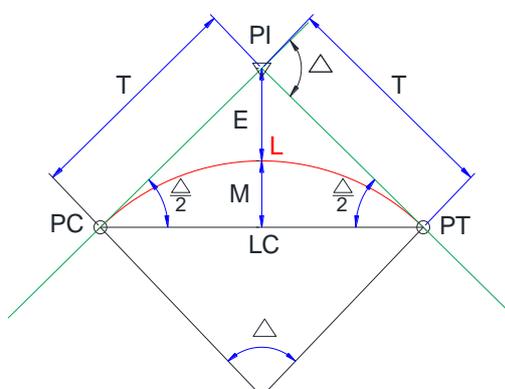
En la **Figura 1.3** se ilustran los indicados elementos y nomenclatura de la curva horizontal circular.

D) Curvas circulares compuestas.

Son dos o más curvas circulares empleadas para enlazar dos alineamientos rectos, permitiendo al vehículo hacer una trayectoria más confortable, sustituyendo con eficiencia el empleo de curvas espirales como transición. Se recomienda estas curvas en proyectos de intersecciones y canalizaciones de

vías urbanas. El radio de una de las curvas no será mayor de 1.5 veces el radio de la otra.

FIGURA 1.3 Curva Circular Simple



Fuente:

https://www.google.com.pe/search?q=curva+circular+simple&rlz=1C1NHXL_esPE684PE684&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwidv4XArJ7UAhUCJCYKHccLAjgO_AUICigB&biw=1366&bih=638#imgrc=-eYO3wufYGWDwM:

$$T = R \tan \frac{\Delta}{2}$$

$$L.C. = 2R \operatorname{sen} \frac{\Delta}{2}$$

$$L = 2\pi R \frac{\Delta}{360}$$

$$M = R \left[1 - \cos \left(\frac{\Delta}{2} \right) \right]$$

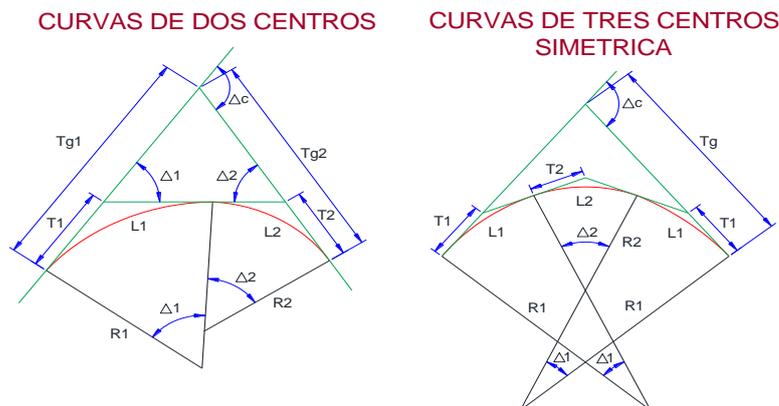
$$E = R \left[\sec \left(\frac{\Delta}{2} \right) - 1 \right]$$

La combinación de las curvas circulares se visualiza en la Figura 1.4

Sobreancho.

En ciertos tramos de curvas, para mantener el confort y seguridad en la circulación de los vehículos, deberá ser previsto el sobreancho necesario para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos. Este ancho adicional se calcula según la fórmula (AASHTO):

FIGURA 1.4 Curvas Circulares Compuestas



Fuente:

https://www.google.com.pe/search?q=curva+circular+compuesta&rlz=1C1NHXL_esPE684PE684&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwiclrrirZ7UAhVQziYKHSw6CAgQsAQIJQ&biw=1366&bih=638#imgrc=MgSHIUPO6OoWgM

$$S = n \left[R - \sqrt{R^2 - b^2} \right] + \frac{v}{10\sqrt{R}}$$

S = Sobreancho, en metros

n = número de carriles

R = radio de la curva en el eje, en metros

v = velocidad directriz, en km/h

b = distancia entre ejes del vehículo típico de proyecto, en metros

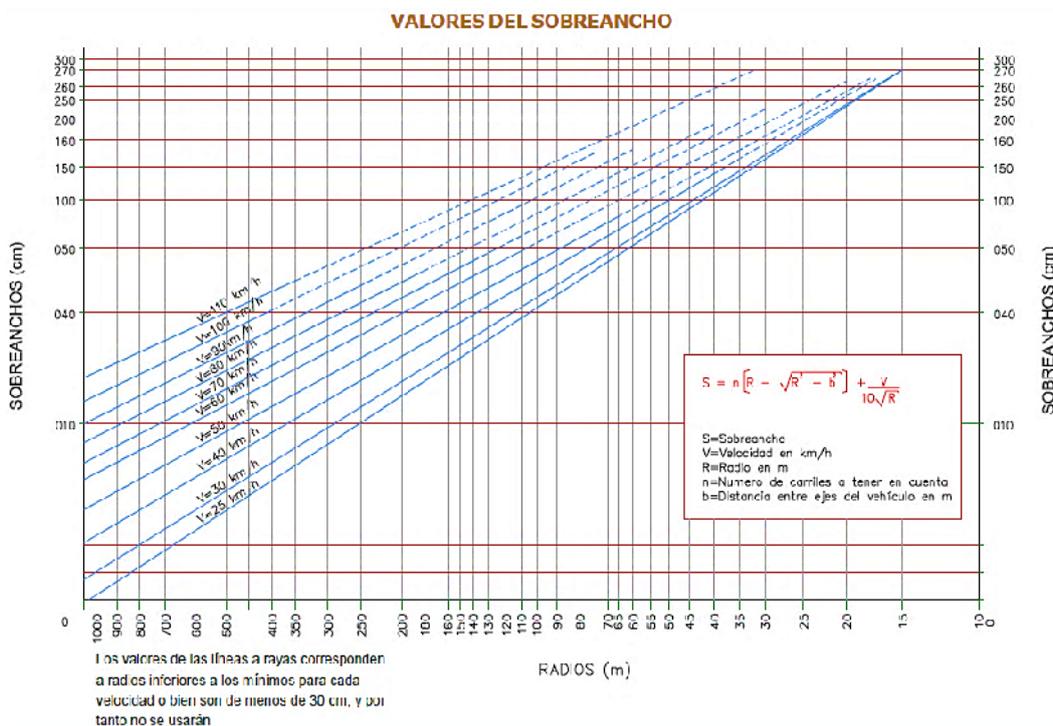
Para simplificar la determinación de los valores y forma de efectuar la transición de sobreanchos se recomienda consultar la **Figura 1.5** Donde (n)= 2 y (b) =6.

Este cuadro es el resultado de la formula descrita anteriormente, considerando dos carriles y la distancia entre ejes de seis metros.

Alineamiento vertical

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

FIGURA 1.5 Sobreanchos.



Fuente: DGVU– 2005.

se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquéllas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas.

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.

Perfil longitudinal

Es una línea que se emplea en el diseño para representar gráficamente la disposición vertical de la vía respecto del terreno. Esta línea está asociada al Eje del trazo en planta.

Si bien en los diseños en planta se suele emplear un Eje de Trazo para la vía, en el caso de vías urbanas muchas veces se tiene el diseño de calzadas separadas en donde por fines de optimización resulta necesario emplear un eje para cada calzada.

Elementos de diseño

Los elementos de diseño del Perfil Longitudinal son las Tangentes Verticales más conocidas como **Pendiente y las Curvas Verticales**, ambos forman la Rasante de la vía.

A) Pendientes

La pendiente es el cociente entre la variación vertical y variación horizontal según:

$$p\% = \frac{d(\text{cota})}{d(\text{longitud})} \times 100$$

p%: pendiente.

d(cota): diferencias de cotas.

d(longitud): distancia entre los puntos.

Pendientes Mínimas.

Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0,5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales.

Pendientes Máximas.

En vías urbanas, cuando se tiene la posibilidad de elegir la pendiente a emplear en un alineamiento vertical, se deberá tener presente las consideraciones económicas, constructivas y los efectos de la gradiente en la operación vehicular. Se muestra el cuadro de pendiente máxima según el Tipo de Terreno.

TABLA 1.8 Pendientes Máximas.

TIPO DE VÍA	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso
Vía Expresa	3%	4%	4%
Vía Arterial	4%	5%	7%
Vía Colectora	6%	8%	9%
Vía Local	Según topografía	10%	10%
Rampas de acceso o salidas a vías libres de Intersecciones	6% - 7%	8% - 9%	8% - 9%

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas (DGVU– 2005).

B) Curvas verticales.

Los tramos consecutivos de la rasante serán enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%, para vías pavimentadas.

Dichas curvas verticales parabólicas, son definidas por su parámetro de curvatura K, que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal, en metros, para cada 1% de variación en la pendiente, así:

$$K = L/A$$

Dónde:

K: Parámetro de curvatura

L: Longitud de la curva vertical

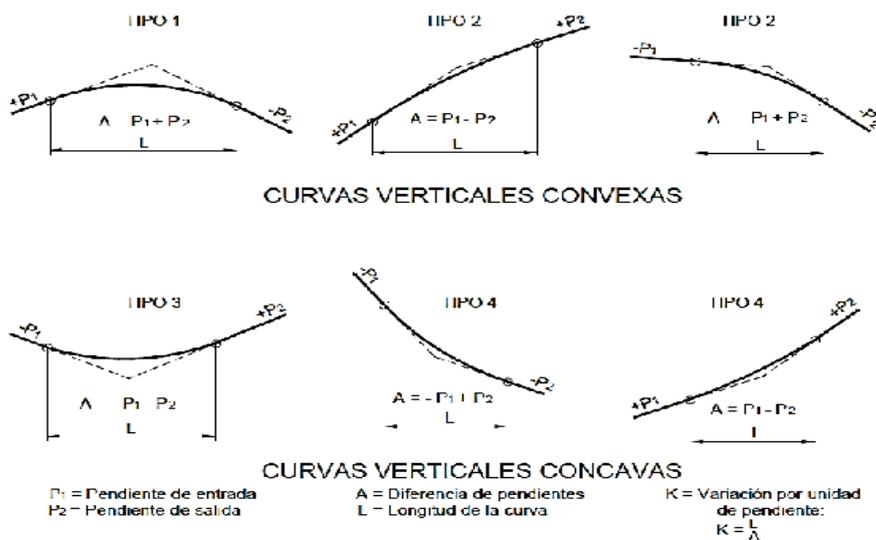
A: Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes

En cualquiera de los casos, las curvas verticales tienen la forma $y = kx^2$.

Tipos de curvas verticales

Las curvas verticales se clasifican en curvas verticales convexas y cóncavas

FIGURA 1.6 Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas.

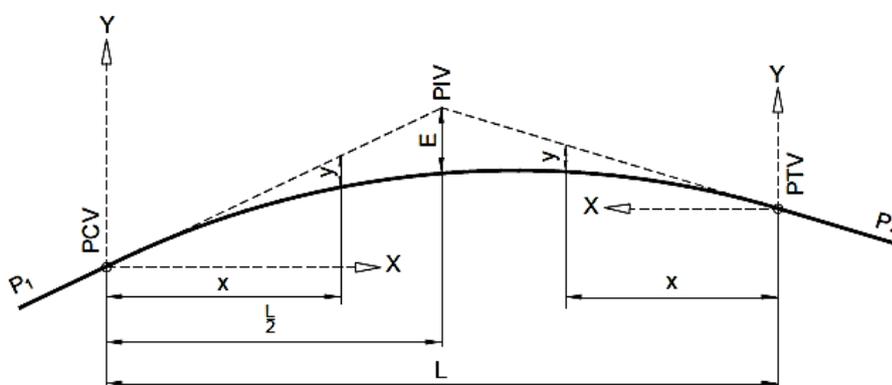


Fuente: DG-2013.

En esta figura se muestra los tipos de curvas verticales tanto cóncavas como convexas en la cual indican las diferencias de pendientes, de entrada y salida de la curva.

La CURVA VERTICAL SIMÉTRICA está conformada por dos parábolas de igual longitud, que se unen en la proyección vertical del PIV. La curva vertical recomendada es la parábola cuadrática, cuyos elementos principales y expresiones matemáticas se incluyen:

FIGURA 1.7. Elementos de la curva vertical simétrica.



Fuente: DG-2013.

Dónde:

PCV: Principio de la curva vertical

PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales

PTV: Término de la curva vertical

L: Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros (m).

S1: Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%)

S2: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%)

A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%)

$$A = |S_1 - S_2|$$

E: Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m), se determina con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{AL}{800}$$

X: Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV.

Y: Ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Y = X^2 * \left(\frac{A}{200L}\right)$$

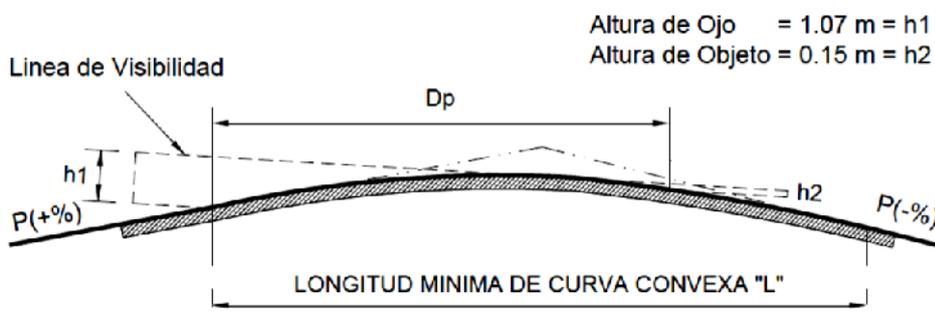
Curvas Verticales Convexas.

Las curvas verticales convexas son aquellas que siguiendo el sentido de tráfico se pasa de una pendiente a otra menor, en este caso el diseño se debe centrar en otorgar al conductor la distancia de visibilidad suficiente para lograr detenerse al observar un objeto más adelante en el eje de su carril.

Para calcular la longitud mínima de la curva vertical que satisface esa condición se empleará como valores claves los siguientes:

- Altura del OJO del Observador : $h_1 = 1.07\text{m}$.
- Altura del objeto observado : $h_2 = 0.15\text{m}$.

FIGURA 1.8 Longitud mínima de curva vertical parabólica con distancia de visibilidad de parada.



Fuente: DG-2013.

Las expresiones que se utilizarán en el cálculo de la Longitud horizontal mínima de la curva vertical son:

Para el caso $L > D_p$

$$L = \frac{A(D_p^2)}{100 (\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$$

Para el caso $D_p > L$

$$L = 2D_p^2 - \frac{200 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A}$$

Siendo:

L = Longitud horizontal de la curva vertical (m)

D_p = Distancia de visibilidad de parada (m)

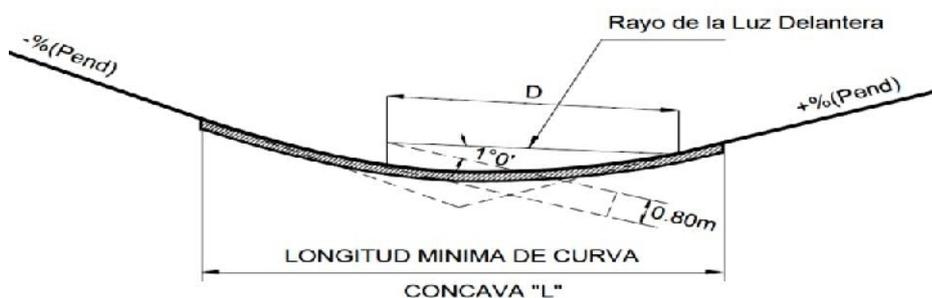
A = Valor absoluto de la diferencia algebraica de pendientes en porcentaje.

Curvas Verticales Cóncavas.

Las curvas cóncavas son aquellas que siguiendo el sentido del tráfico se pasa de una pendiente a una mayor. En este caso la longitud de la curva vertical puede estar influenciada por dos situaciones: la iluminación de la vía, el confort o la presencia de obstáculos que reduzcan la visibilidad.

Por Iluminación, cuando no existe iluminación en la vía, será necesario

FIGURA 1.9. Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas.



Fuente: DG-2013.

dotar a la curva vertical cóncava de una longitud suficiente para permitir que el haz de luz del vehículo pueda iluminar una longitud equivalente a la

longitud de visibilidad de parada (D_p), para esto se considera que la altura de la luz delantera es de 0.60m y que este haz de luz tiene una divergencia de 1° hacia arriba. Con estas consideraciones las expresiones para el cálculo de la longitud de la curva vertical son:

Para el caso $L > D_p$

$$L = \frac{AD_p^2}{120 + 3.5D_p}$$

Para el caso $D_p > L$

$$L = 2D_p - \frac{120 + 3.5D_p}{A}$$

Siendo:

L = Longitud horizontal de la curva vertical (m)

D_p = Distancia de visibilidad de parada (m)

A = Valor absoluto de la diferencia algebraica de pendientes en porcentaje.

Por confort, el efecto de cambiar de dirección vertical, en el caso de curvas cóncavas, implica que las fuerzas de gravedad y de inercia se sumen, para evitar que estas produzcan aceleraciones molestas se considera como límite de la aceleración centrífuga el valor de 0.3 m/s^2 , con lo que la expresión recomendada por confort será:

$$L = \frac{AV^2}{395}$$

Siendo:

L = Longitud horizontal de la curva vertical (m)

V = Velocidad de diseño (km/h)

A = Valor absoluto de la diferencia algebraica de pendientes en porcentaje.

Características geométricas en secciones transversales

El diseño de la sección transversal implica a su vez el diseño de diversos elementos en un proceso que se encuentra notablemente influido por condiciones de la demanda; por la capacidad vial que es factible ofrecer; por estipulaciones de índole reglamentaria (Reglamento Nacional de Construcciones, Ordenanzas Municipales, etc.).

El diseño optará según las normas que las rigen, así como las necesidades del habitante del lugar y del peatón, brinden comodidad, seguridad y funcionalidad adecuadas a los conductores.

Los elementos de la sección transversal considerados son:

- Número de carriles
- Ancho de los carriles
- Bombeo y Peralte (Pendiente Transversal)
- Bermas

A) Número de carriles

El número mínimo de carriles en una calzada con sentido único es lógicamente uno y el máximo sugerido es cuatro. En caso de que la demanda sugiera un mayor número de carriles puede convenir establecer dos calzadas por sentido.

También se observa en la Sección 304 del Volumen II Guía de Diseño Geométrico del DG-2001, en la elección del número de carriles considera:

Cuando se desee conseguir una capacidad mayor (para atender, por ejemplo, a una intensidad diaria comprendida entre 10 000 y 20 000 veh/día) y no se disponga de mucho espacio, puede recurrirse a una calzada con cuatro carriles, dos para cada sentido. Este tipo de carreteras es relativamente frecuente en zonas urbanas y suburbanas.

B) Ancho de carriles

El ancho recomendable para los carriles de una vía dependerá principalmente de la clasificación de la misma y de la velocidad de diseño adoptada. El ancho de los carriles, en tramos rectos, puede asumir los valores indicados en el Tabla 1.9

TABLA 1.9. Ancho de carriles en tramos rectos.

CLASIFICACION DE VIAS		Velocidad (Km/Hr)	Ancho Recomendable (Mts)	Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal (Mts)	Ancho Mínimo de Carril único del tipo Solo Bus (Mts)	Ancho de dos carriles juntos (mts)
	LOCAL	30 A 40	3	2.75	3.50 (4)	6.5
	COLECTORA	40 A 50	3.3	3	3.50 (4)	6.5
ARTERIAL		50 A 60	3.3	3.25	3.5	6.75
		60 a 70	3.5	3.25	3.75	6.75
		70 a 80	3.5	3.5	3.75	7
EXPRESA	80 a 90	3.6	3.5	3.75	7.25	
	89 a 100	3.6	3.5	No aplica.	No aplic.	

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas (DGVU– 2005).

Esta tabla recomienda según al tipo de vía, los datos mínimos de velocidad y anchos de carril.

C) Bombeo y peralte

El Bombeo y el Peralte son las pendientes de las secciones transversales debe tenerse presente que el diseño geométrico de vías urbanas.

Bombeo. -La pendiente de las secciones transversales en tramos rectos o “bombeo” tiene por objeto facilitar el drenaje superficial. El bombeo dependerá del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona. Ver Tabla 1.10

Esta tabla indica el bombeo de la via de acuerdo al tipo de superficie y con determinadas precipitaciones pluviales por año.

Peralte. - Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo, para dar seguridad y confort en el conductor.

TABLA 1.10. Valores del bombeo de la calzada.

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación: < 500 mm/año	Precipitación: > 500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,0
Tratamiento Superficial	2,5	2,5 – 3,0
Afirmado	3,0 – 3,5	3,0 – 4,0

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas (DGVU– 2005).

En vías urbanas locales se tornan velocidades menores debido al tráfico, por el cual se puede reducir el peralte máximo. El peralte máximo en vías urbanas se indica la tabla 1.11

TABLA 1.11. Valores de peralte máximo.

	Peralte Máximo (p) Absoluto
Cruce de Áreas Urbanas	6,0 %
vías expresas y arteriales	6,0 %
vías locales y colectoras.	4,0 %

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas (DGVU– 2005).

D) Bermas

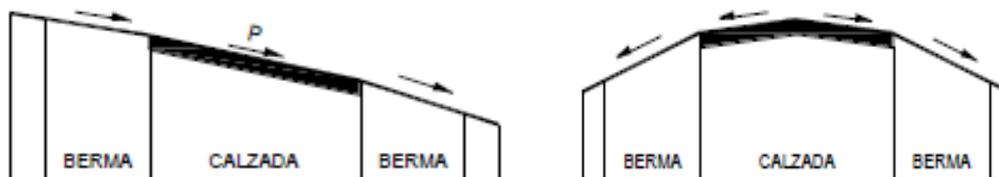
Franja longitudinal, paralela y adyacente a la calzada o superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias. Las bermas deben tener de mínimo 0,5 m de ancho, para la localización de señalización y defensas.

Las bermas deben obedecer la misma inclinación de la calzada. Ver Fig. 1.10.

Intersecciones

La solución de una intersección vial depende de una serie de factores asociados fundamentalmente a la topografía, las particularidades geométricas de

FIGURA 1.10 Inclinación de Bermas en calzada.



Fuente: DG-2013.

las vías que se cruzan, la capacidad de las vías y las características del flujo vehicular. Las intersecciones viales pueden ser a nivel o desnivel.

Tipos de intersección

Las Intersecciones a nivel tienen una gran variedad de soluciones, no existiendo soluciones de aplicación general. Una Intersección se clasifica principalmente en base a su composición (número de ramales que convergen a ella), topografía, definición de tránsito y el tipo de servicio requerido o impuesto.

Cada uno de estos tipos básicos puede variar considerablemente en forma, desarrollo o grado de canalización, como se muestra en la Figura 1.11.

TABLA 1.12 Tipos básicos de Intersección a nivel.

Intersección	Ramales	Ángulos de cruzamiento
En T	tres	entre 60° y 120°
En Y	tres	< 60° y >120°
En X	cuatro	< 60°
En +	cuatro	>60°
En estrella	más de cuatro	-
Intersecciones Rotatorias o rotondas	más de cuatro	-

Fuente DG-2013.

Señalización de intersecciones.

Toda intersección debe estar convenientemente regulada mediante señales

FIGURA 1.11. Variedad de tipos de Intersección a nivel.

Figura 502.01
Variedad de tipos de intersección a nivel

ESPECIAL FS	DE CUATRO RAMALES				DE TRES RAMALES				
	INTERSECCION EN X		INTERSECCION EN +		EMPALME EN Y		EMPALME EN T		
	ESTRELLA		SIMPLE		SIMPLE		SIMPLE		
	ENSANCHADA		ENSANCHADA		ENSANCHADA		ENSANCHADA		
	CANALIZADA		CANALIZADA		CANALIZADA		CANALIZADA		
VEAGE FIGURA 501.01		VEAGE FIGURA 501.01		VEAGE FIGURA 501.01		VEAGE FIGURA 501.01		VEAGE FIGURA 501.01	
ROTONDA		ROTONDA		ROTONDA		ROTONDA		ROTONDA	

Fuente DG-2013.

informativas, preventivas y restrictivas en concordancia con el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC.

En toda Intersección a nivel, salvo que se trate de dos vías de tipo local, la importancia de una vía prevalecerá sobre la de la otra, y por tanto, uno de ellos deberá enfrentar un signo PARE o una señal CEDA EL PASO.

La elección entre uno u otro se hará teniendo presente las siguientes consideraciones.

(a) Cuando exista un triángulo de visibilidad adecuado a las velocidades de diseño de ambas vías y las relaciones entre flujos convergentes no exijan una prioridad absoluta, se usará el signo CEDA EL PASO.

(b) Cuando el triángulo de visibilidad obtenido no cumpla con los mínimos requeridos para la velocidad de aproximación al cruce, o bien la relación de los flujos de tránsito aconseje otorgar prioridad absoluta al mayor de ellos, se utilizará el signo PARE.

(c) Cuando las intensidades de tránsito en ambos caminos, sean superiores a las aceptables para regulación por signos fijos (Pare o Ceda el Paso), se deberá

recurrir a un estudio técnico-económico que establezca la solución más conveniente. En cruces de carretera por zonas urbanas, se contemplará el uso de semáforos.

Intersecciones canalizadas

Las islas de canalización permiten resolver la situación planteada, al separar los movimientos más importantes en ramales de giro independientes.

Los elementos básicos para el trazado de ramales de giro canalizados son:

-El ancho del carril de giro y bermas.

-El tamaño mínimo aceptable para la isla de canalización.

Para determinar los radios de giros se considerará el alineamiento horizontal en planta. La Tabla 1.13 entrega los radios de giros mínimos.

TABLA 1.13 Radios mínimos en intersecciones canalizadas según peraltes mínimos y máximos.

VD (Km/H)	25	30	35	40	45	50	55	60	65
f Máximo	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16
Radio mínimo (m) (p=0%)	15	25	40	55	75	100	130	170	210
Radio mínimo (m) (p=6%)	(*)	20	30	45	60	80	100	125	150

Fuente: DGVU 2005.

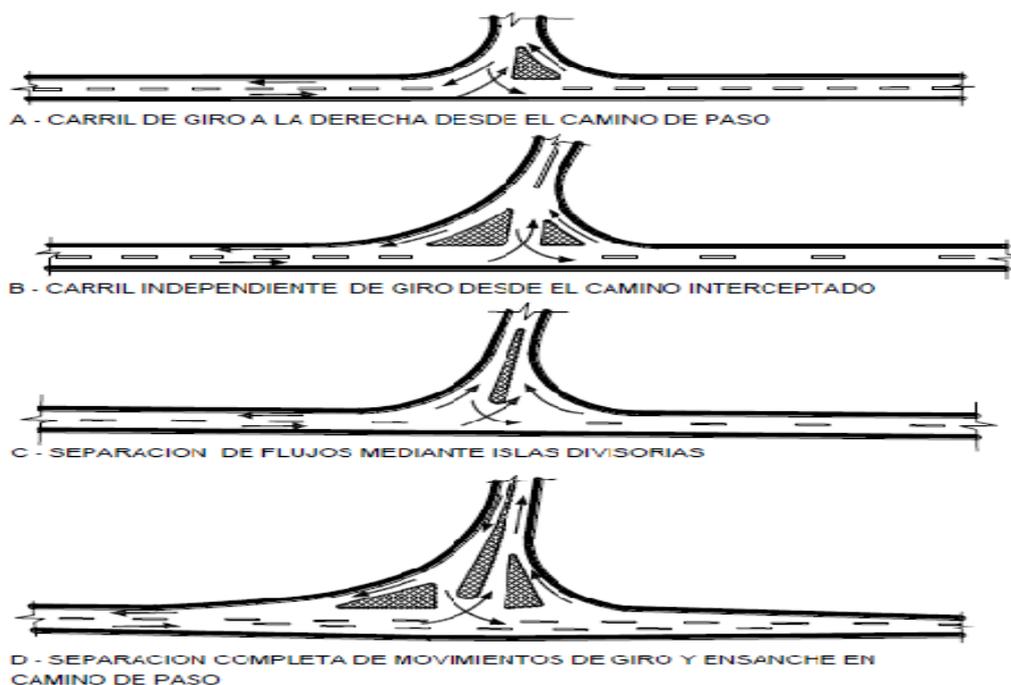
(*)Radio < a 15 no es aceptable en Intersecciones Canalizadas, salvo en curvas compuestas de tres centros. Se puede tener un radio mínimo de 15m para velocidades de giro de 25 km/h.

Casos de intersecciones canalizadas

Por lo general en las intersecciones canalizadas, las islas divisorias y los carriles de giro, se diseñan en las vías secundarias de las intersecciones importantes, o en empalmes menores cuando el esviaje es pronunciado.

En la **Figura 1.12**, se muestran 4 casos (A, B, C y D) de intersecciones canalizadas. Para el **caso D** de carreteras de dos carriles con volúmenes de tránsito alto, se aconseja diseñar carriles separados para cada uno de las corrientes importantes.

FIGURA 1.12. Casos de canalización con islas divisorias y carril de giro.



Fuente DG- 2013.

1.11. Criterios de diseño

La mejor solución para una intersección a nivel, es la más simple y segura posible. Esto significa que cada caso debe ser tratado cuidadosamente, recurriendo a todos los elementos de que se dispone (ensanches, islas o isletas, carriles auxiliares, etc.), con el criterio de evitar maniobras difíciles o peligrosas y recorridos innecesarios. En tal proceso, tener presente:

Preferencia de los movimientos más importantes.

En el diseño, debe especificarse la(s) vía(s) principales y secundarias con el fin de determinar la preferencia y las limitaciones del tránsito vehicular.

Reducción de las áreas de conflicto.

En las intersecciones a nivel no debe proyectarse grandes áreas pavimentadas, ya que ellas inducen a los vehículos y peatones a movimientos erráticos y confusión, con el consiguiente peligro de ocurrencia de accidentes.

Perpendicularidad de las intersecciones.

Las Intersecciones en ángulo recto, por lo general son las que proporcionan mayor seguridad, ya que permiten mejor visibilidad a los conductores y contribuyen a la disminución de los accidentes de tránsito.

Separación de los movimientos.

Cuando el diseño del proyecto lo requiera, la intersección a nivel estará dotada de vías de sentido único (carriles de aceleración o deceleración), para la separación del movimiento vehicular.

Canalización y puntos de giro.

Además de una adecuada señalización horizontal y vertical, la canalización y el diseño de curvas de radio contribuyen a la regulación de la velocidad del tránsito, empleando islas o sardineles se ofrece una mayor seguridad.

Visibilidad

La velocidad de los vehículos que acceden a la intersección, debe limitarse en función de la visibilidad, incluso llegando a la detención total. Entre el punto en que un conductor pueda ver a otro vehículo con preferencia de paso, debe existir como mínimo la distancia de visibilidad de parada.

Consideraciones de tránsito

Las principales consideraciones del tránsito son las siguientes:

- Volúmenes de tránsito vehicular, que confluyen a una intersección, su distribución y la proyección de los posibles movimientos, para determinar las capacidades de diseño de sus elementos.
- Su relación con el tránsito peatonal y de vehículos menores, así como con estadísticas de accidentes de tránsito.

Visibilidad de cruce**Distancia de visibilidad de cruce**

La presencia de intersecciones a nivel, hace que potencialmente se puedan presentar una diversidad de conflictos entre los vehículos que circulan por una y otra vía. La posibilidad de que estos conflictos ocurran, puede ser reducida

mediante la provisión apropiada de distancias de visibilidad de cruce y de dispositivos de control acordes.

La distancia mínima de visibilidad de cruce necesaria a lo largo de la vía principal se debe calcular mediante la siguiente fórmula:

$$d = 0.278 * Ve * (tp + ta)$$

Dónde:

d: Distancia mínima de visibilidad lateral requerida a lo largo de la vía principal, medida desde la intersección, en metros. Corresponde a las distancias d_1 y d_2 de la **Figura 1.13**.

V: Velocidad de diseño de la vía principal, en km/h. Corresponde a la Velocidad específica del elemento de la vía principal inmediatamente antes del sitio de cruce.

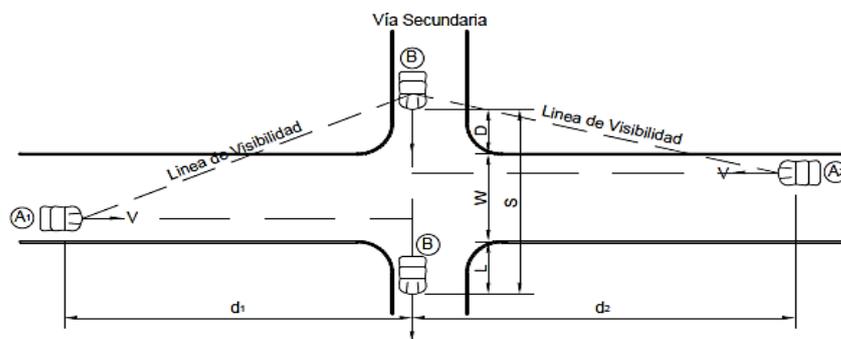
t_p : Tiempo de percepción – reacción del conductor que cruza, asumir(2.5 s).

t_a : Tiempo requerido para acelerar y recorrer la distancia S, cruzando la vía principal, en segundos.

En el tiempo t_p está incluido aquel necesario para que el conductor de un vehículo detenido por el "PARE" sobre la vía secundaria vea en ambas direcciones sobre la vía principal y deduzca si dispone del intervalo suficiente para cruzarla con seguridad.

El tiempo t_a necesario para recorrer la distancia S depende de la aceleración de cada vehículo. La distancia S se calcula como la suma de:

FIGURA 1.13. Distancia de visibilidad en intersecciones. Triangulo mínimo de visibilidad.



Fuente: DG-2013.

$$S = D + W + L$$

Por tanto, el valor de t_a , se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$t_a = \sqrt{\frac{2S}{9.8 * a}}$$

Dónde:

D : Distancia entre el vehículo parado y la orilla de la vía principal, adoptada como tres metros (3,0 m).

W : Ancho de la vía principal, en metros.

L : Depende del tipo de vehículo, así:

- 20,50 m para vehículos articulados (tracto camión con semirremolque).

- 12,30 m para camión de dos ejes

- 5,80 m para vehículos livianos

a : Aceleración del vehículo que realiza la maniobra de cruce, en m/s^2 .

- 0,055 para vehículos articulados.

- 0,075 para camiones de dos ejes (2).

- 0,150 para vehículos livianos.

TABLA 1.14 Distancia Mínima de visibilidad en la vía principal con ancho de 7.20 m, con dispositivo

"PARE" partiendo del reposo en la vía secundaria.

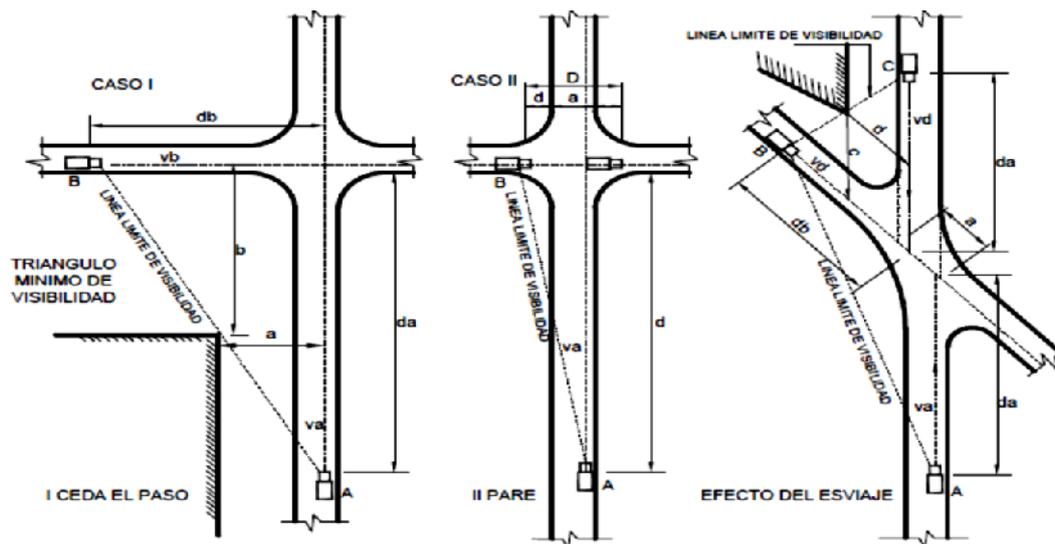
VELOCIDAD ESPECIFICA EN LA VIA PRINCIPAL km/h	DISTANCIA A LO LARGO DE LA VÍA PRINCIPAL A PARTIR DE LA INTERSECCIÓN d_1, d_2		
	TIPO DE VEHÍCULO QUE REALIZA EL CRUCE		
	LIVIANO L = 5,80 m	CAMIÓN DE DOS EJES L = 12,30 m	TRACTO CAMIÓN DE TRES EJES CON SEMIREMOLQUE DE DOS EJES L = 20.50 m
40	80	112	147
50	100	141	184
60	120	169	221
70	140	197	158
80	160	225	259

Fuente DG-2013.

Triángulo de visibilidad

El triángulo de visibilidad, es la zona libre de obstáculos, que permite a los conductores que acceden simultáneamente a una intersección a nivel, verse mutuamente a una distancia tal, que permita la maniobra de cruce con seguridad. La **Figura 1.14**, muestra ejemplos de triángulos de visibilidad.

FIGURA 1.14. Triángulo de Visibilidad.



Fuente DG-2013.

El triángulo mínimo de visibilidad segura, corresponde a dicha zona que tiene como lado una longitud igual a la distancia de visibilidad de parada.

Ramales de giro

El ancho de la calzada y las bermas en los ramales de giro, están reguladas por el volumen y composición de tránsito, y el radio de la curva circular asociada al giro. El diseño depende fundamentalmente de la importancia de la intersección y la disponibilidad de espacio. En los casos en que el tránsito no sea significativo y el espacio disponible sea limitado, el diseño contemplará dimensiones mínimas para circular a velocidades de 15 Km/h o menores.

Anchos de calzada en ramales de giro.

Los tipos de operación que puedan considerarse en el ramal de giro, dan origen a una primera clasificación de 03 casos del I, II y III.

Así mismo los casos A, B y C que guardan relación con la composición del tránsito, en función de los vehículos tipo y la proporción en que intervienen:

- **Caso A**, predominan los vehículos ligeros (VL), considerando el paso eventual de camiones o Buses (VP).
- **Caso B**, la presencia de vehículos tipo VP es superior al 5% y no sobrepasa el 25% del tránsito total. Eventualmente circulan vehículos articulados en muy baja proporción.
- **Caso C**, los vehículos tipo VP con más del 25% del tránsito total y/o los vehículos articulados (VA) circulan normalmente por el ramal bajo consideración.

La Tabla 1.15 y Tabla 1.16 Resume los anchos que deben adoptarse:

Carriles de cambio de velocidad.

Los carriles de cambio de velocidad tienen por finalidad permitir la salida o ingreso de los vehículos de una vía a otra, con un mínimo de perturbaciones; estos carriles, también posibilitan los giros en U en la misma vía. Dichos carriles de cambio de velocidad son de aceleración y deceleración. En las **Figura 1.15**, se muestra ejemplos de carriles de cambio de velocidad.

TABLA 1.15 Ancho del Pavimento en ramales (m).

R RADIO DEL BORDE INTERIOR DEL PAVIMENTO (BORDE DERECHO EN EL SENTIDO DE AVANCE)	ANCHO DEL PAVIMENTO EN (m) PARA								
	CASO 1			CASO2			CASO3		
	UNA PISTA DE UN SOLO SENTIDO DE CIRCULACIÓN SIN PERMITIR EL ADELANTAMIENTO			UNA PISTA DE UN SOLO SENTIDO CON PREVISIÓN PARA ADELANTAR A UN VEHÍCULO MOMENTÁNEAMENTE PARADO			2 PISTAS DE UN SOLO SENTIDO O DE DOBLE SENTIDO DE CIRCULACIÓN		
	CONDICIONES DEL TRÁFICO								
(m)	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15	4,8	5,1	6	6,3	7,2	8,1	9	9,9	11,1
22,5	4,5	4,8	5,4	6	6,6	7,5	8,4	9,1	10,2
30	4,2	4,8	5,1	5,7	6,3	7,2	8,1	9	9,9
45	3,9	4,5	4,8	5,4	6	6,9	7,8	8,7	9,3
60	3,9	4,5	4,8	5,4	6	6,6	7,8	8,4	8,7
90	3,5	4,5	4,5	5	5,7	6,3	7,5	8,1	8,4
120	3,5	4	4,5	5	5,7	6,3	7,5	8,1	8,4
150	3,5	4	4,5	5	5,7	6,3	7,5	8,1	8,1
RECTA	3,5	4	4	4,7	5,4	6	6,5	7	7

Fuente DGVU-2005.

TABLA 1.16 Modificación de anchos por bermas y sardinel (m).

Bermas sin revestir		Sin modificación	Sin modificación	Sin modificación
Sardinel montable		Sin modificación	Sin modificación	Sin modificación
Sardinel Elevado	Un lado	Añadir 0.30	Sin modificación	Sin modificación
	Dos lados	Añadir 0.30	Añadir 0.30	Añadir 0.30
Berma revestida a uno o ambos lados		Sin modificación	Deducir ancho de las bermas Ancho mínimo como caso I	Deducir 0.60 donde la berma sea de 1.20m como mínimo

Fuente DGVU-2005.

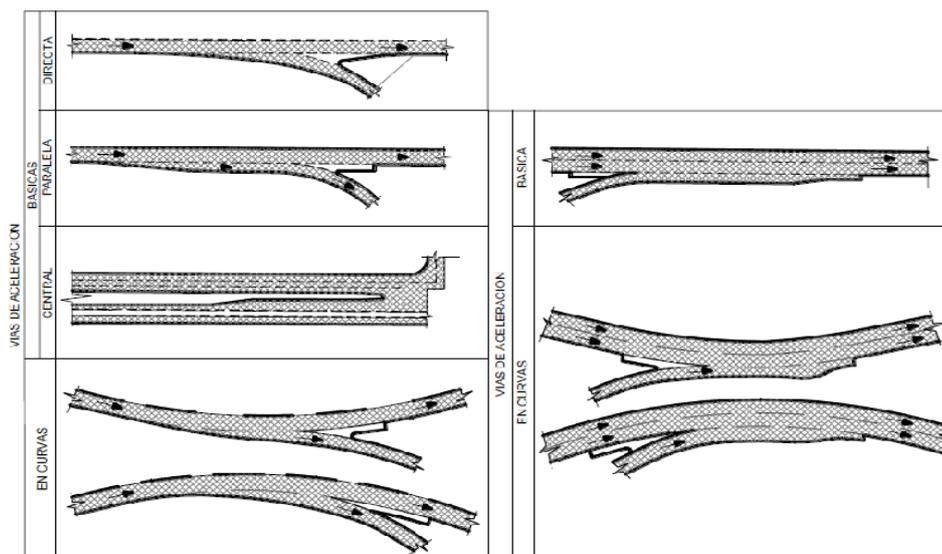
Carriles de Aceleración

El primero, Posibilita la maniobra de entrada a una vía principal, y siempre es paralelo al carril de destino, formando un ángulo en la parte final de la vía a la que ingresa.

Su longitud total (LT) es la suma de los largos de las zonas de aceleración propiamente dicha y de transición o cuña, en la que LT no superará en ningún caso los 300 metros.

La **Tabla 1.17**. presenta valores de LT en función a velocidades de diseño, y valores de LC fijos, en aplicación de la siguiente fórmula.

FIGURA 1.15 Carriles de cambio o variación de velocidad, son de aceleración y deceleración.



Fuente DG- 2013

$$LT = LA + LC$$

Dónde:

LT = Largo total

LA = Largo en zona de aceleración

LC = Largo de la cuña.

TABLA 1.17 Longitud total de Carriles de aceleración (LT).

Vc (Km/h)	Lc (m)	Vr = 0 (Km/h)	Vr = 30 (Km/h)	Vr = 40 (Km/h)	Vr = 50 (Km/h)	Vr = 60 (Km/h)	Vr = 70 (Km/h)	Vr = 80 (Km/h)	Vr = 90 (Km/h)
60	50	100	75	50					
70	50	150	120	100					
80	50	240	200	180	140	100			
90	75	300	275	250	220	170	140		
100	75	300	300	300	275	250	225	200	
110	75	300	300	300	300	300	250	250	250
≥120	75	300	300	300	300	300	300	300	300

Fuente DG- 2013.

Donde:

Vc = velocidad de carretera.

Vr = velocidad de ramal

En la **Figura 1.16**, se muestran los puntos singulares de los carriles de aceleración. En C se tiene el ancho final de la cuña (c) que deberá ser de 1 m, con el fin de hacer utilizable la zona de cuña. En B, inicio de la cuña y final de la zona de aceleración, se debe tener el ancho total del carril (b), el cual, si el carril fuera proyectado en una curva que requiera sobreecho, se obtiene con la siguiente fórmula:

$$b = b_0 + S_a.$$

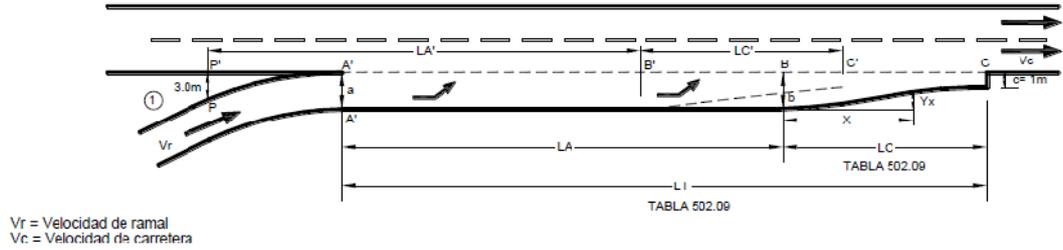
Dónde:

b: nuevo ancho total del carril

b₀: ancho inicial del carril

S_a: sobreecho

FIGURA 1.16. Puntos singulares de carril de aceleración.



Vr = Velocidad de ramal
Vc = Velocidad de carretera

NOTAS:

- (1) Esta zona se define según tópicos 502.11 (islas)
- (2) Peraltes y transiciones en figura 502.07
- (3) $Y_x = F(u-c)(F$ en tabla)

		DISTANCIAS "X" DESDE EL PUNTO B ó B' (m)														
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
Velocidad de Diseño (km/h)	Largo de Curva (Lc) (m)	VALORES "F" PARA EL CALCULO DE Yx														
60 - 80	50	0.0127	0.0829	0.1656	0.3190	0.5000	0.8810	0.8344	0.9371	0.9873	1.0000					
90 - 120	75	0.0053	0.0245	0.0629	0.1252	0.2129	0.3190	0.4382	0.5818	0.6810	0.7881	0.8748	0.9371	0.9755	0.9947	1.0000

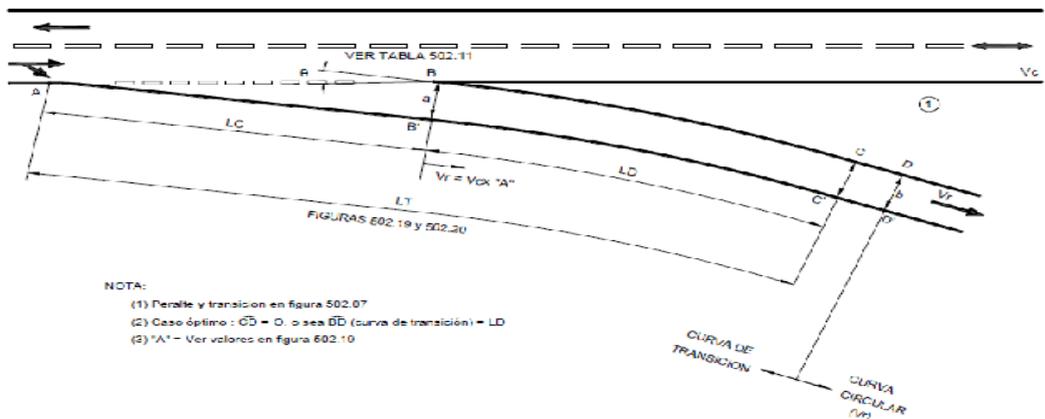
Fuente DG- 2013.

Carriles de Deceleración

El segundo, permite la salida de una vía principal, y generalmente es paralelo o casi paralelo al carril de origen.

Cuando la longitud de la curva de transición es mayor o igual que la longitud de deceleración (LD), que viene a ser el de mejor geometría para estos dispositivos, por cuanto se puede diseñar el ramal sobre la carretera con un ángulo de incidencia (\emptyset) que haga perceptible su función (**Figura 1.17**).

FIGURA 1.17 Carril de Desaceleración.



NOTA:

- (1) Peralte y transición en figura 502.07
- (2) Caso óptimo: $CD = D$, o sea DB (curva de transición) = LD
- (3) A' - Ver valores en figura 502.10

Fuente DG- 2013.

Cuando el trazado de los ramales no corresponda al caso de los mínimos absolutos, se debe cuidar que el ángulo de incidencia (\emptyset) no exceda los valores indicados en la **Tabla 1.18**

TABLA 1.18 Ángulo de incidencia (\emptyset).

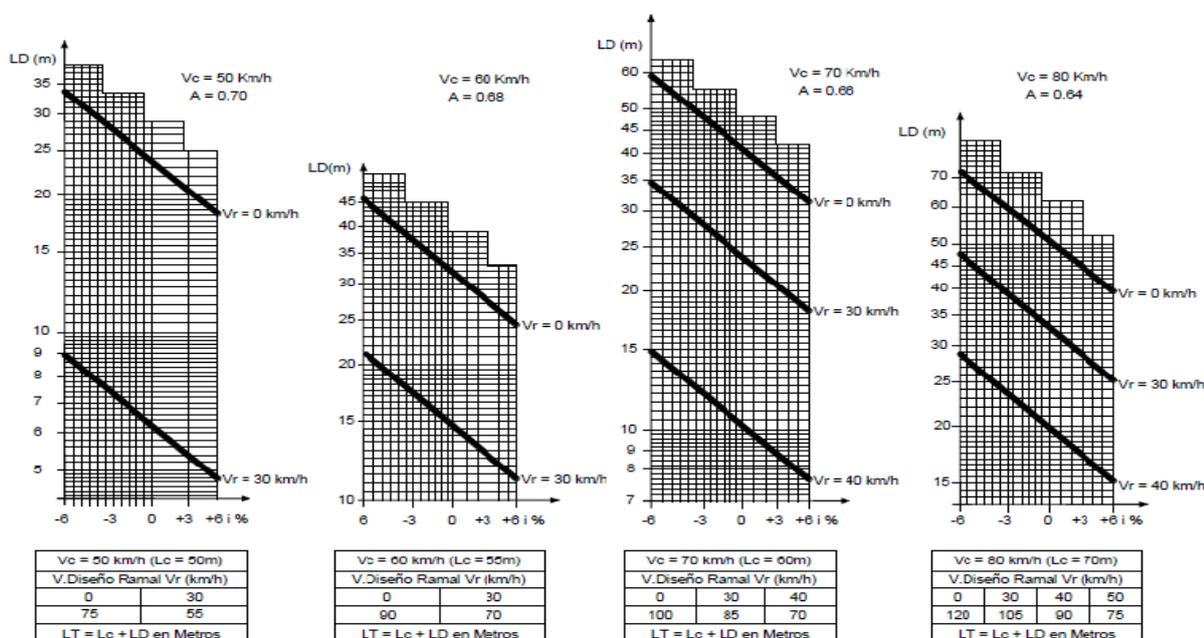
Tabla 502.11
Ángulo de incidencia (\emptyset) de carril de deceleración

Vc (Km/h)	< 60	60	70	80	90	100	110
\emptyset (°)	11,0	9,0	7,5	5,5	5,0	4,5	4,0

Fuente DG– 2013.

En la **Figura 1.18**, se muestra gráficamente valores de longitudes de carriles de deceleración (LD), con cuadros resúmenes para $LT=LC+LD$, para velocidades de diseño que van desde 50 Km/h hasta 80 Km/h, distintas velocidades de diseño de ramales, y en función de las pendientes longitudinales de la vía.

FIGURA 1.18. Longitudes de carriles de deceleración LD.



Fuente DG– 2013.

Carriles centrales de deceleración

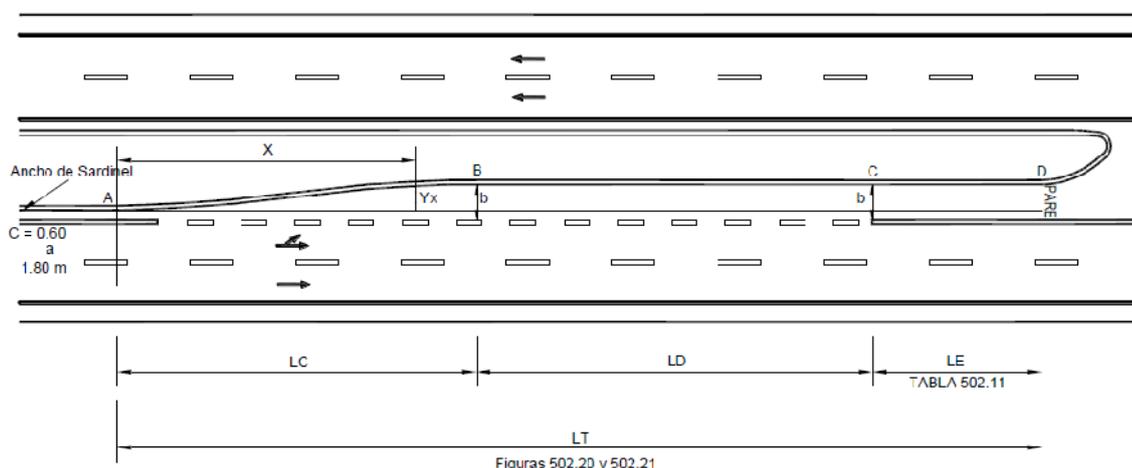
Se puede diseñar carriles de deceleración para girar a la izquierda desde una carretera principal, los cuales por lo general se sitúan en el centro de la carretera, con esta finalidad y si los volúmenes de tránsito lo requieren, se diseñarán los ensanchamientos necesarios en la zona de cruzamiento.

En la **Figura 1.19** se muestra un carril de este tipo. Las longitudes LC y LD son las que corresponden a la **Figura 1.20**, a las cuales hay que sumarle una longitud LE, a lo largo de la zona de espera, que depende del flujo vehicular.

Si existe un semáforo en el punto D de la **Figura 1.20**, la longitud de espera (LE) se determinará del cálculo del largo de las filas de vehículos en espera en un ciclo, estimándose en 7,5 m el espacio promedio requerido por cada vehículo.

Si en lugar de un semáforo, existe una señal "PARE", el valor de la longitud de espera (LE), se obtendrá de la **Tabla 1.19**

FIGURA 1.19. Carril central de deceleración.



NOTA: Para valores de $Y_x = f(x)$. Véase Tabla en figura 502.22 (C = 0.60 m, a = 1.20 m.)

Fuente DG- 2013.

TABLA 1.19. Valores de la longitud de espera (LE).

Nº Veh/h que giran	30	60	100	200	300
Longitud de espera LE (m)	8	15	30	60	75

Fuente DG– 2013.

Tránsito por el separador central

Las intersecciones tienen por finalidad posibilitar el tránsito vehicular que cruza la vía o realiza giros a la izquierda, por la zona del separador central.

La pendiente transversal en la zona del separador no debe superar el 5%, y el ancho de la abertura del separador central, no debe ser menor a 12 m.

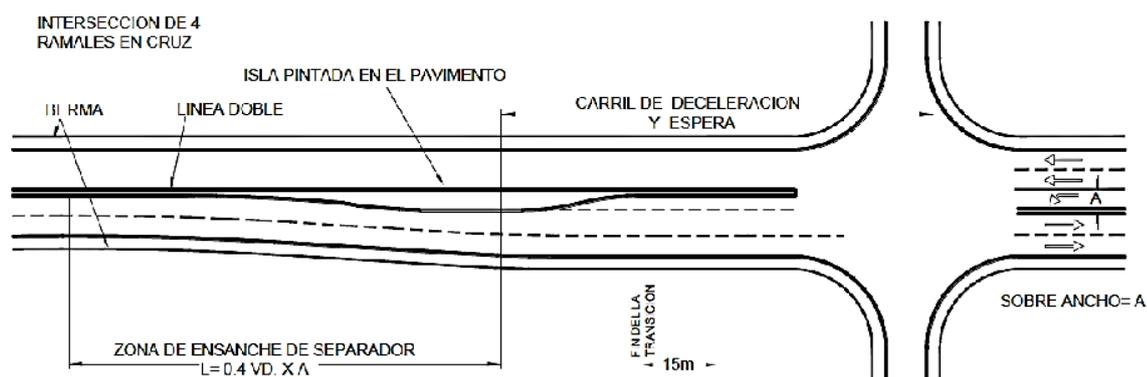
Cruces y giros a la izquierda

A continuación, se muestran algunos ejemplos de giros a la izquierda en intersecciones con separadores centrales y dimensiones de aberturas.

Giros en u en torno al separador central

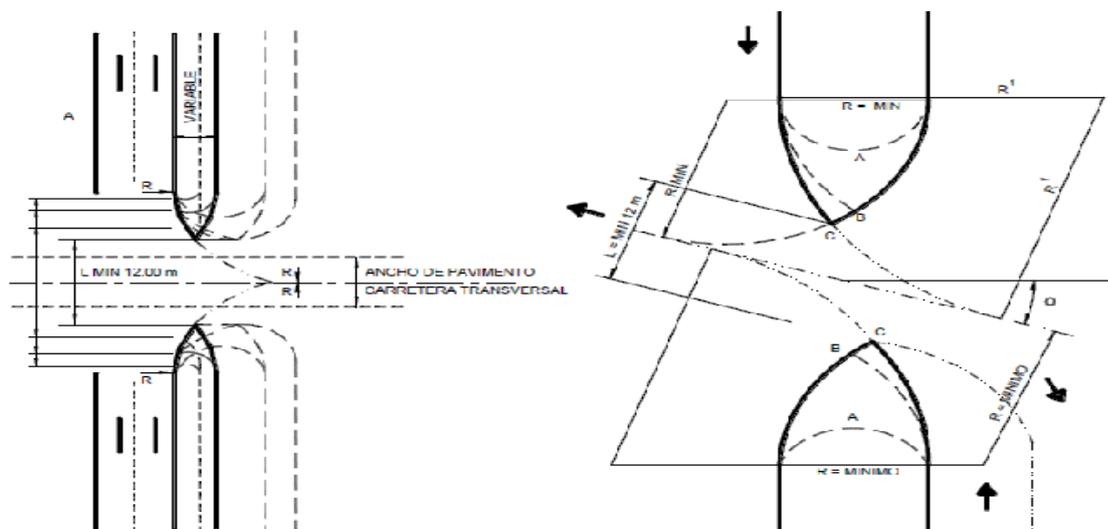
El diseño geométrico de carreteras, no debe considerar giros de esta naturaleza, por tratarse de maniobras que ponen en riesgo la seguridad vial;

FIGURA 1.20. Intersección a nivel en “cruz” para giros a la izquierda y de cruce.



Fuente DG– 2013.

FIGURA 1.21. Detalle de la abertura de un separador.



Fuente DG– 2013.

en todo caso, en las intersecciones a nivel, debe diseñarse **rotondas u otra solución adecuada**, para el retorno de los vehículos.

Islas

Una isla es una zona bien definida, situada entre los carriles de circulación y destinada a guiar el movimiento de vehículos o a servir de refugio para peatones. Se tienen los tipos de islas:

Islas Direccionales Son usadas para controlar y dirigir movimientos de tráfico en áreas pavimentadas muy espaciosas. La más común es la isla

TABLA 1.20. Dimensiones de separadores centrales para giros a la izquierda. Radio de giro mínimo 15m.

Esviaje	Ancho Separador (m)	Ancho de aberturas normales al camino que cruza (m)			R1 Caso C asimétrico (m)
		Semi-círculo A	Punta de Proyectil		
			Simétrico B	Asimétrico C	
0"	1,00	29,0	29,0	-----	-----
	2,00	28,0	23,0	-----	-----
	2,50	28,0	21,0	-----	-----
	3,00	27,0	19,0	-----	-----
	6,00	24,0	13,0	-----	-----
	9,00	21,0	12,0 mín.	-----	-----
	12,00	18,0	12,0 mín.	-----	-----
	15,00	15,0	12,0 mín.	-----	-----
	18,00	12,0	12,0 mín.	-----	-----

Fuente DG– 2013.

triangular, para giros a la derecha. Las islas centrales que sirve como guías.

Islas Divisorias Las islas divisorias son aplicables en avenidas de tráfico en doble sentido y cercano a intersecciones, también en carriles de espera.

Islas de Refugio Son las que sirven para proporcionar una zona de protección a los peatones, como evitar cruces largos en una intersección.

Tamaño y trazado de islas.

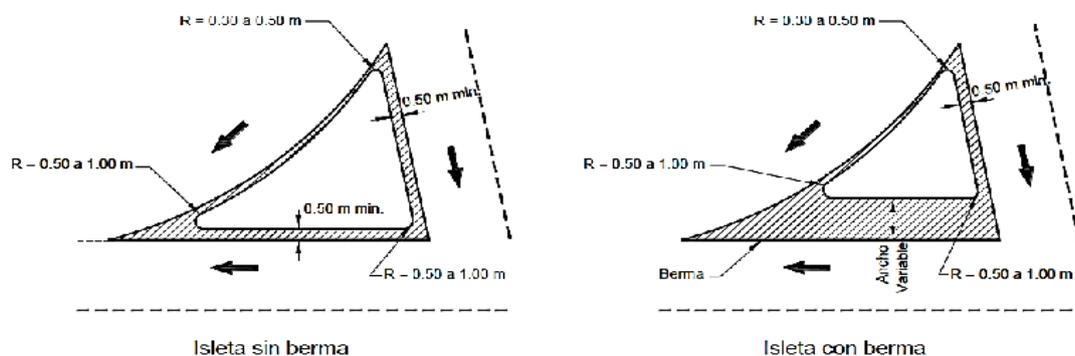
Las islas deben ser lo suficientemente grandes para llamar la atención de los conductores. La isla debe tener una superficie mínima de 4,5 m² preferible de 7 m². A su vez, las triangulares deben tener un lado mínimo de 2,4 metros y preferible de 3,6 metros. Las alargadas (con forma de gota) deben tener un largo mínimo de 3,6 a 6 metros y un ancho de 1,2 metros, salvo en aquellos casos donde el espacio esté limitado que pueden reducirse a un ancho mínimo absoluto de 0,6 metros.

La **Figura 1.22** muestra un ejemplo de Islas de canalización o direccional.

1.12. Estudio de Tránsito de la Intersección.

Se realizó el estudio de tránsito, en las horas de máxima demanda del día que corresponde de 6 am a 9 am, de 12 am a 3pm y de 6pm a 8pm, con intervalos de una hora. Debido a la complejidad de la toma de datos y así mismo para efectos de diseño de las intersecciones se necesita tener el valor de la Hora de Máxima demanda diaria semanal.

FIGURA 1.22. Islas de canalización o direccionales.



Fuente DG- 2013.

Teniendo en cuenta el Manual de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito, en su Capítulo 2 Parámetros y Elementos Básicos del Diseño, indica lo siguiente:

Para los casos en que no se dispone de la información existente de la variación diaria y estacional (mensual) de la demanda que en general es información que debe proveer la autoridad competente, referencialmente para los tramos viales, se requerirá realizar estudios que permitan localmente establecer los volúmenes y características del tránsito diario en, por lo menos, siete (7) días típicos de la semana, es decir normales de la actividad local.

Se va a considerar los siguientes movimientos o giros vehiculares:

Giros vehiculares: según la nomenclatura que se va a usar se tiene.

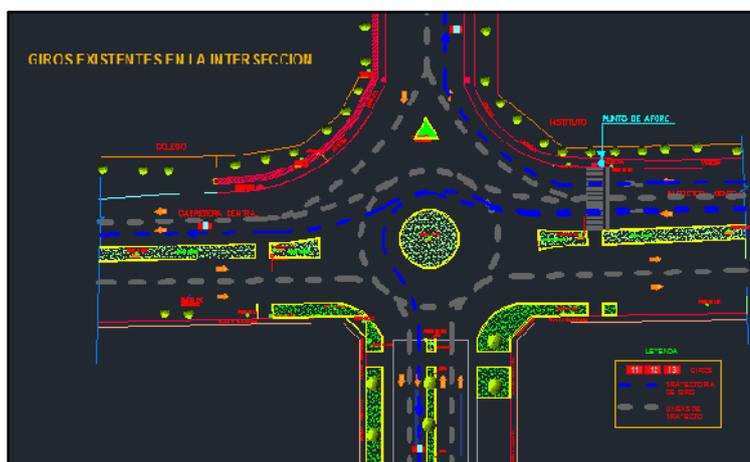
Giros 11, 12, 13; giros que vienen de Norte a Sur (Tingo María a Huánuco)

Giro 11: giros vehiculares que entran al Puente Esteban Pavletich.

Giro 12: giros vehiculares que continúan recto por la carretera central.

Giro 13: giros vehiculares que entran a la colectora.

FIGURA 1.23 Giros 11, 12, 13.



Fuente: propia.

Giros 21, 22, 23; giros que vienen de Este a Oeste (Colectora a la Carretera)

Giro 21: giros vehiculares que van hacia Tingo María.

Giro 22: giros vehiculares que continúan recto hacia el puente.

Giro 23: giros vehiculares que van hacia Lima.

FIGURA 1.24 Giros 21, 22, 23.



Fuente: propia.

Giros 31, 32, 33; giros que vienen de Sur a Norte (Lima a Tingo María)

Giro 31: giros vehiculares que van a la colectora.

Giro 32: giros vehiculares que van en dirección recta hacia el Norte.

Giro 33: giros vehiculares que entran al Puente Esteban Pavletich.

FIGURA 1.25 Giros 31, 32, 33.



Fuente: propia.

Giro 41, 42, 43; giros que vienen del Oeste al Este (Ovalo al Puente Esteban Pavletich).

Giro 41: giros vehiculares que se dirigen al Norte (Tingo María).

Giro 42: giros vehiculares que continúan recto hacia el Este (Puente Esteban Pavletich)

Giro 43: giros vehiculares que se dirigen al Sur (Lima).

FIGURA 1.26 Giros 41, 42, 43.



Fuente: propia.

En total existen 12 posibles movimientos de vehículos.

A continuación se muestra el resumen del estudio de tránsito realizado desde el día lunes 23/05/2016 al domingo 29/05/2016, en el Ovalo Esteban Pavletich. (**Tabla 1.21**)

Promedio de los aforos durante la semana es:

GIROS: 11, 12, 13, 21, 22, 23, 31, 32, 33, 41, 42, 43.

Obteniéndose la hora de mayor demanda vehicular desde las 7 a 8 am. Este dato nos servirá para el diseño de la intersección. Se muestra el tránsito según el sentido vehicular.

A partir de estos datos se obtendrá el tránsito futuro para la hora de mayor demanda vehicular.

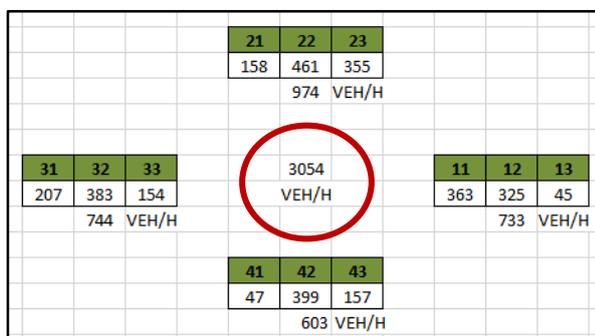
TABLA 1.21 Cuadro del promedio de aforos vehiculares.

INTERSECCION:		OVALO ESTEBAN PAVLETICH - AMARILIS - HUANUCO																													
PROMEDIO		FECHA: del 28 al 29 de mayo del 2016										TURNO: mañana - tarde																			
GIRO		11					12					14					21					22					24				
HORA / VEHICULO		M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E
06:00 - 07:00		83	101	2	4	7	71	84	6	9	13	12	13	0	1	0	54	42	0	4	5	111	126	0	2	2	80	92	2	4	7
07:00 - 08:00		139	194	2	4	4	138	161	3	8	15	19	22	1	2	1	55	81	2	4	5	214	218	0	3	1	166	178	4	3	4
08:00 - 09:00		118	144	2	3	5	108	124	2	7	12	14	17	1	1	0	50	61	1	3	4	160	182	0	3	2	129	131	3	4	5
09:00 - 10:00		93	114	1	3	6	82	96	0	0	14	11	13	0	1	0	39	48	2	5	4	125	143	0	2	1	97	104	2	3	5
10:00 - 11:00		124	152	2	4	7	109	128	1	7	13	10	18	0	1	1	52	64	1	3	6	167	190	0	3	1	130	139	2	3	4
11:00 - 12:00		101	124	1	3	5	88	104	1	5	12	12	14	1	1	0	43	52	1	3	4	136	154	0	1	1	105	113	1	3	5
12:00 - 13:00		118	160	2	4	5	121	141	6	8	17	15	17	0	2	0	58	71	2	4	5	160	212	0	3	2	143	154	1	4	5
13:00 - 14:00		118	137	1	4	5	95	112	7	7	12	11	13	0	1	1	43	56	0	2	5	148	170	0	2	1	113	122	2	4	7

INTERSECCION:		OVALO ESTEBAN PAVLETICH - AMARILIS - HUANUCO																													
PROMEDIO		FECHA: del 23 al 29 de mayo del 2016										TURNO: mañana - tarde																			
GIRO		31					32					33					41					42					43				
HORA / VEHICULO		M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E
05:00 - 07:00		45	56	0	3	2	81	97	7	8	16	34	41	0	4	2	10	13	0	1	0	95	110	0	2	1	32	45	0	1	0
07:00 - 08:00		50	103	0	6	3	155	170	2	14	22	66	81	0	4	3	20	28	0	1	0	184	211	0	2	2	70	85	0	1	1
08:00 - 09:00		67	81	0	5	2	116	142	1	12	16	50	61	0	3	3	25	29	0	1	0	138	158	0	3	1	53	60	0	2	1
09:00 - 10:00		53	65	0	3	2	92	111	2	12	18	35	43	0	5	4	12	15	0	1	0	109	132	0	2	1	42	51	0	2	2
10:00 - 11:00		75	85	0	5	2	123	150	0	11	15	52	64	0	5	2	16	21	0	1	1	146	167	0	2	1	56	66	0	1	1
11:00 - 12:00		67	70	0	3	2	95	122	1	13	20	43	52	0	3	3	13	17	0	0	0	118	136	0	2	2	45	56	0	3	1
12:00 - 13:00		82	95	0	5	2	136	165	2	11	13	58	71	0	4	4	17	23	0	1	0	161	185	0	3	1	62	76	0	1	1
13:00 - 14:00		65	74	0	3	1	107	117	7	11	15	45	59	0	4	1	17	14	0	1	0	128	146	0	2	1	48	56	0	1	1

Fuente: propia.

FIGURA 1.27 Transito Según Sentido Vehicular.



Fuente: propia.

Calculo de la Capacidad y Nivel de Servicio Sin Proyecto

Capacidad: $C = \left(\frac{V}{S}\right) * 1000$

Donde:

V: velocidad en Km/h.

S: Separación media mínima en mts.

Separación "S": $S = a + bv + cv^2$

Donde:

a: longitud de los vehículos

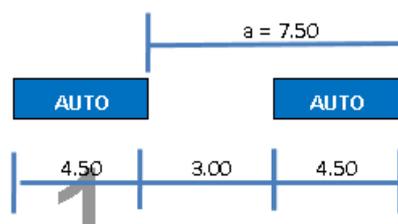
bv: tiempo de reacción de los conductores

cv^2 : distancia de frenado

Como se vio en el estudio de aforo vehicular en la que los vehículos circulaban a una velocidad promedio de 25km/h; entonces los valores de “b” y “c” son:

- $b*(25)=1.5$; donde $b=0.06$.
- $c*(25)^2=3$; donde $c=0.0048$.

Como “a” es la separación de la punta del carro hasta la punta del carro siguiente.



Entonces “S”:

$$S=7.50+0.06*(25)+0.0048*(25)^2$$

$$S=12 \text{ mts.}$$

Por lo tanto la capacidad de la intersección es:

$$C=(v/s)*1000; \quad C=(25/12)*1000$$

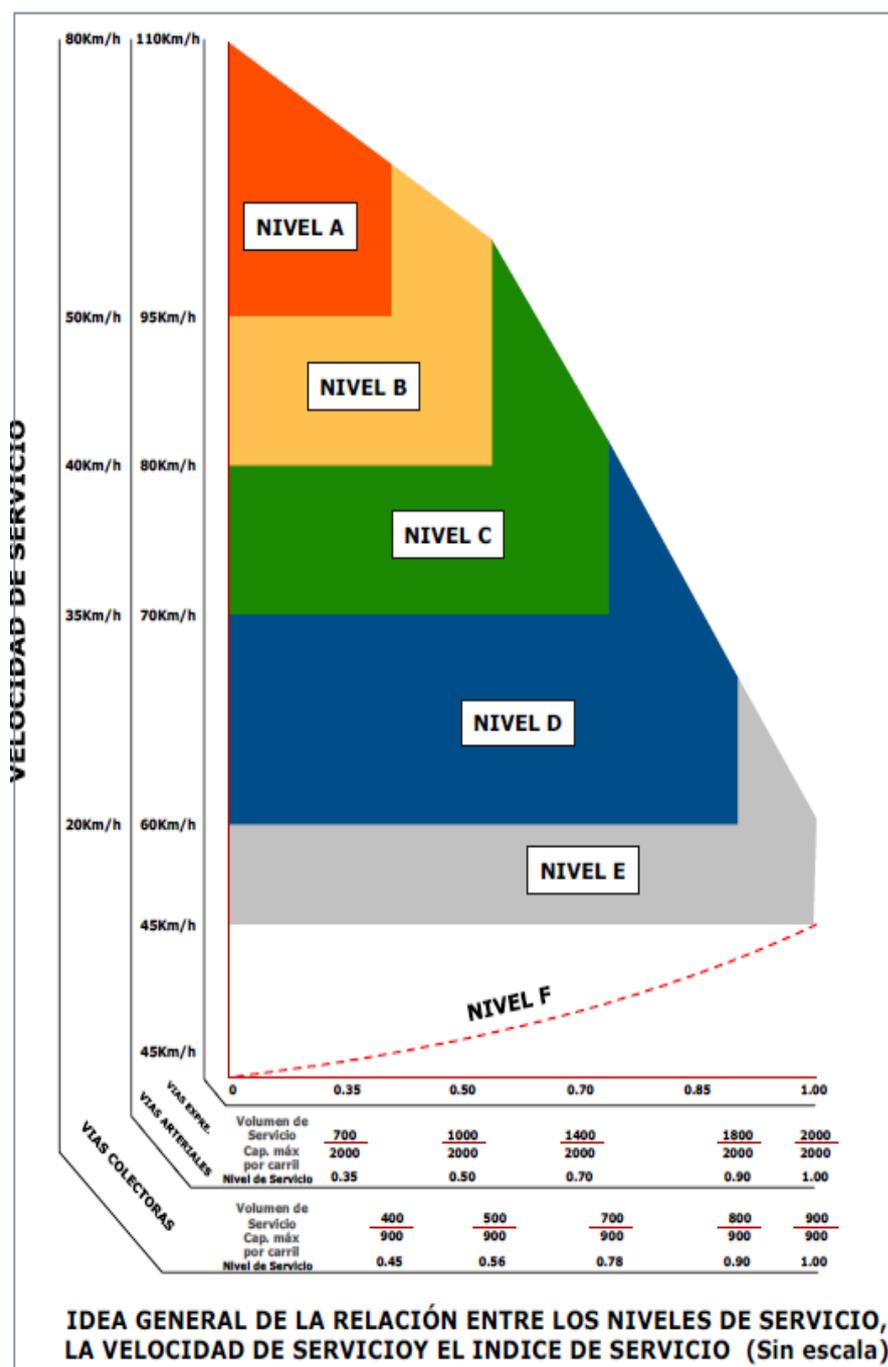
$$C=2083 \text{ Veh/h.}$$

Nivel de Servicio: $N=V/C$

$$N=3054/2083; \quad N=1.47$$

El nivel de servicio sin proyecto es de nivel “F”.(Figura 1.28)

FIGURA 1.28 Cuadro de Niveles de Servicios.



Fuente: Antonio Valdes Gonzales – Roldan Madri 1982

Se tiene resumen del Volumen de tránsito diario (TD), para ambos carriles (TABLA 1.22):

El Volumen de Tráfico Promedio Diario Semanal TPDS=TS/7=17,700 veh/día (8,850 veh/día/01 carril).

TABLA 1.22 Resumen del Volumen de tránsito diario (TD)

DIA	HUANUCO-FONAVI II (OVALO)	FONAVI II (OVALO) - HUANUCO	TRANSITO DIARIO TD (Veh. Mixtos/día)	%
LUNES	9,621	9,033	18,655	15.06
MARTES	9,132	8,516	17,648	14.24
MIERCOLES	8,517	7,935	16,453	13.28
JUEVES	8,658	8,134	16,792	13.55
VIERNES	10,493	9,821	20,314	16.40
SABADO	8,899	8,355	17,254	13.93
DOMINGO	8,621	8,165	16,787	13.55
		TS (Veh./día):	123,903	100.00
		TPDS (Veh./día):	17,700	

Fuente: propia.

Entonces el IMD (Índice Medio Diario) para el tramo que contiene al Puente Esteban Pabletich es **17,700 veh/día**.

Obteniéndose un promedio de 17,115 vehículos ligeros y 585 vehículos pesados, siendo el 96.69 % de vehículos pesados y 3.31 % de vehículos pesados, que transitan.

Las horas de mayor tránsito se observa en las mañanas desde las 7 hasta 9 a.m. Así mismo se tiene que el mayor tránsito se dio el día viernes y con hora de máxima demanda de 7 a 8 a.m. con un tránsito de 1108 veh/hora/01 carril.

Volúmenes de tránsito futuro

Relación entre el tránsito promedio diario anual (TPDA) y el tránsito promedio diario semanal (TPDS)

Como no es posible disponer de registros de volúmenes a lo largo de un año en todas las vías, se puede estimar el Tránsito Promedio Diario Anual en base al Tránsito Promedio Diario Semanal, mediante las siguientes formulas:

$$TPDA = TPDS \pm K\sigma$$

$$\sigma = \frac{S}{\sqrt{n}} x \left(\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TD_i - TPDS)^2}{n - 1}}$$

Dónde:

TPDA = Tránsito Promedio Diario Anual

TPDS = Tránsito Promedio Diario Semanal

K = número de desviaciones estándar, según el nivel de confiabilidad deseado.

σ = estimador de la desviación estándar poblacional.

S = desviación estándar de la distribución de los volúmenes de tránsito diario.

n = tamaño de la muestra en número de días de aforo.

N = tamaño de la población en número de días del año.

TD_i = volumen de tránsito del día "i".

TABLA 1.23 Valores de K para distintos niveles de confiabilidad

Nivel de Confiabilidad (%)	k
89.6	1.50
90.0	1.64
95.0	1.96
96.0	2.00
98.1	2.50

Fuente: DG-2013

Pronóstico del volumen de tránsito futuro.

El tránsito futuro es el volumen de tráfico que tendrá la vía cuando esté completamente en Servicio. Se puede pronosticar el tránsito futuro mediante índices de crecimiento aplicados a métodos aritméticos y geométricos.

El método aritmético se utiliza para poblaciones en constante crecimiento con volúmenes moderados de tráfico, su expresión es la siguiente:

$$TF = TA (1 + ni)$$

El método geométrico se utiliza para poblaciones con volúmenes de tráfico alto, su expresión es la siguiente:

$$TF = TA (1 + i)^n$$

Dónde:

TF : tránsito final.

TA : tránsito inicial (año base).

n : año a estimarse.

i : tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo.

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito (año actual en estudio). Definida en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico normalmente entre 2% y 6% a criterio.

“La proyección puede 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.”

TABLA 1.24 Tasa de crecimiento de las ciudades capitales, por departamento 2015.

Departamento	Ciudad Capital	Tasa de crecimiento 2015
Lima	Lima Metropol.	1,57
Arequipa	Arequipa	0,99
Loreto	Iquitos	1,26
Cusco	Cusco	1,77
Huánuco	Huánuco	1,31
Pasco	C. de Pasco	-0,43

Fuente: INEI.

TABLA 1.25 Producto Bruto Interno Según Departamentos 2015.

Departamento	Producto Bruto Interno 2015
Lima	6,00
Arequipa	8,70
Loreto	4,00
Piura	7,30
Cusco	5,20
Huánuco	8,80
Pasco	3,70

Fuente: INEI.

Relación entre el volumen horario de proyecto (VHP) y el tránsito promedio diario anual (TPDA)

Si se elabora una lista con los volúmenes horarios de una vía a lo largo de un año, y se ordena dichos volúmenes en forma descendente obteniendo los volúmenes de la 10ª, 20ava, 30ava,....., 100ava hora de máximo volumen, se puede obtener un factor de relación “k” entre el volumen horario de la nava hora y el TPDA. Considerando como volumen horario de proyecto a la 30ava hora de máximo volumen se tiene:

$$VHP = Kx(TPDA)$$

Dónde:

VHP = Volumen Horario de Proyecto

TPDA = Tránsito Promedio Diario Anual (del año de proyecto)

k = valor esperado de la relación entre el VHP y el TPDA.

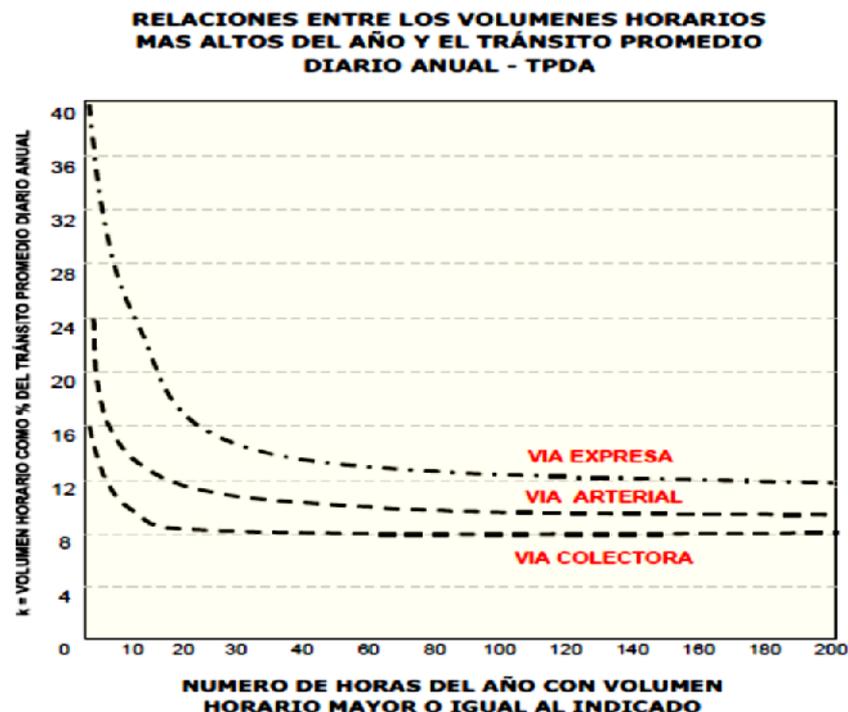
Por lo tanto, tomando como referencia las tres curvas anteriores, para proyecciones a años futuros en vías, se recomiendan los siguientes valores de k:

Para vías colectoras k = 0.08

Para vías arteriales k = 0.12

Para vías expresas k = 0.16

FIGURA 1.29 Grafico del Manual de Carreteras Urbanas – VCHI 2005



Fuente: DG-2013

Calculo del Transito Promedio Diario Anual en Función del Transito Promedio Diario Semanal.

Transito promedio diario semanal, TPDS:

n= 7 días.

N= 365 días.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TDi - TPDS)^2}{n-1}} = 682 \text{ veh. Mixtos / día / carril.}$$

Desviación estándar poblacional estimada, σ :

$$\sigma = \frac{S}{\sqrt{n}} \times \left[\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right] = 256 \text{ veh.mixtos / día / carril.}$$

Intervalos del TPDA:

Para un nivel de confiabilidad = 95%.

El valor de K será = 1.96

TABLA 1.26 Cantidad de vehículos según al día y sentido.

Días	Huánuco-FII (Ovalo) TDi(veh/d/carril)	FII (Ovalo) – Huánuco TDi(veh/d/carril)	TDi (veh/d/carril)	TPDS (veh/d/carril)	(TDi-TPDS) ²
Lunes	9,621	9,033	9,327	8,850	227529
Martes	9,132	8,516	8,824	8,850	676
Miercoles	8,517	7,935	8,226	8,850	389376
Jueves	8,658	8,134	8,396	8,850	206116
Viernes	10,493	9,821	10,157	8,850	1708249
Sabado	8,899	8,355	8,627	8,850	49729
Domingo	8,621	8,165	8,393	8,850	208849
			2790524		

Fuente: Propia

$$TPDA = TPDS \pm K\sigma$$

$$K\sigma = 501$$

Valor máximo TPDA es: 9351 veh. Mixtos / día / carril

Valor mínimo TPDA es: 8349 veh. Mixtos / día / carril

El intervalo de confianza TPDA será:

$$8,349 \leq TPDA \leq 9,351$$

TPDA = 9,351 veh. Mixtos / día / carril

Calculo del Transito Futuro y Volumen Horario de Proyecto para el Periodo de Diseño

TPDA = 9,351 veh. Mixtos / día / carril

TABLA 1.27 Tasa de crecimiento y producto bruto interno de Huánuco.

Departamento	Ciudad Capital	Tasa de crecimiento 2014 – 2015	Producto Bruto Interno 2014 - 2015
Huánuco	Huánuco	1.31	8.80

Fuente: INEI.

TABLA 1.28 Tasa de crecimiento según tipo de vehículo.

Tipo de Vehículo	% veh	TPDA (veh/día/c)	Tasa i
Veh. De pasajeros	96.69	9,042	1.31
Veh. De carga	3.31	310	8.80

Fuente: INEI.

n = 20 años

Utilizando el método aritmético de proyecto se tiene:

$$TPD_f = TPD_i(1 + ni)$$

TABLA 1.29 Resumen de TPDA, según tipo de vehículo.

Tipo de vehículo	TPDA (veh/día/c)
Veh. De pasajeros	11,410
Veh. De carga	854
	12,265

Fuente: Propia.

Utilizando el método geométrico de proyecto se tiene:

$$TPD_f = TPD_i(1 + i)^n$$

TABLA 1.30 Resumen de TPDS, según tipo de vehículo.

Tipo de vehículo	TPDS (veh/día/c)
Veh. De pasajeros	11,730
Veh. De carga	1,672
	13,402

Fuente: Propia.

Se observa que el método aritmético en proyecto es más conservador.

TPDA = 12,265 veh/hora/carril (futuro)

Relacionando el Volumen Horario de Proyecto (VHP) y el Transito Promedio Diario Anual (TPDA) para el Periodo de Diseño.

$$VHP = Kx(TPDA)$$

K = 0.12 Vias Colectoras.

VHP = 1,472 veh/hora/carril.

Distribuidos en:

Veh. De pasajeros 1,369 veh/hora/carril

Separación “S”: $S = a + bv + cv^2$

Donde:

a: longitud de los vehículos

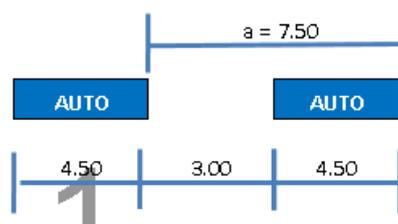
bv: tiempo de reacción de los conductores

cv^2 : distancia de frenado

se considera que con este diseño la velocidad promedio va a ser de 60km/h; entonces los valores de “b” y “c” son:

- $b*(70)=1.5$; donde $b=0.021428571$.
- $c*(70)^2=4.5$; donde $c=0.000918367$.

Como “a” es la separación de la punta del carro hasta la punta del carro siguiente.



Entonces “S”:

$$S = 7.50 + 0.021428571 * (70) + 0.000918367 * (70)^2$$

$$S = 13.50 \text{ mts.}$$

Por lo tanto la capacidad de la intersección es:

$$C = (v/s) * 1000; \quad C = (70/13.50) * 1000$$

$$C = 5185 \text{ Veh/h.}$$

Nivel de Servicio: $N = V/C$

$$N = 3912/5185; \quad N = 0.75$$

Proyectando en la figura 1.28 el nivel de servicio con proyecto es de nivel “C”.

óvalo no está claramente definido, y muchas curvas diferentes son llamadas óvalos. Éstas tienen en común lo siguiente:

- su forma no se aparta mucho de la de una circunferencia o una elipse.
- suelen tener uno o dos ejes de simetría.
- son curvas planas diferenciables (textura suave), simples (no se auto-intersecan), convexas, y cerradas.

- **Berma:** Parte de la estructura de la vía, destinada al soporte lateral de la calzada para el tránsito de peatones, semovientes y ocasionalmente al estacionamiento de vehículos y tránsito de vehículos

- **Isla:** Es definida en tránsito como el área situada entre carriles de circulación y destinada a controlar las corrientes del tránsito en sus diferentes movimientos y también como un refugio para los peatones. Las islas constituyen parte integrante del diseño geométrico de vías y deben ser incluidas en todos los proyectos de infraestructura vial.

- **Volumen vehicular:** Es el número de vehículos que pasa por un punto a lo largo de una carretera o de un carril durante una unidad de tiempo determinado. Este se mide en vehículos por días, vehículos por hora, etc.

- **Volúmenes de tránsito horarios:** Con base en la hora seleccionada, se definen los siguientes volúmenes de tránsito horarios, dados en vehículos por hora (veh/h):

Volumen horario de máxima demanda (VHMD)

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

Volumen horario de proyecto (VHP)

Es el volumen de tránsito horario de diseño.

- **Velocidad:** La velocidad es la magnitud física que muestra y expresa la variación en cuanto a posición de un objeto y en función del tiempo, que sería lo mismo que decir que es la distancia recorrida por un objeto en la unidad de tiempo. Pero además del tiempo, para definir la velocidad de desplazamiento de un objeto, será preciso tener en cuenta también la dirección y el sentido del mencionado desplazamiento. Por lo tanto, las unidades para definir la velocidad se fundamentan tanto en parámetros de distancia (metros, centímetros, kilómetros) como en variables relacionadas con el tiempo (segundos, minutos). Mientras que la unidad de velocidad más popular en el mundo de habla hispana es el kilómetro/hora, en los países sajones suele usarse aún la milla/hora. Sin embargo, en ciencias con la física o la química, se prefiere emplear el sistema internacional, por el cual se sugiere expresar las velocidades en metros/segundo.

Velocidad promedio de rodaje

Es aquella medida de tránsito basada en la observación del tiempo de viaje de los vehículos pasando por una sección de la carretera en una longitud conocida. Calculada dividiendo la longitud del segmento entre el tiempo promedio de rodaje de los vehículos pasando por dicho segmento.

El tiempo de rodaje es medido únicamente cuando los vehículos están en movimiento.

Velocidad promedio de viaje

Es una medida de tránsito basada en la observación del tiempo de viaje en una longitud dada de una carretera. Esto es la longitud del segmento dividido entre el tiempo promedio de viaje de los vehículos que pasan por dicho segmento, incluyendo todos los tiempos de demora por paradas.

Velocidad media espacial

Es definida como la velocidad promedio de todos los vehículos, ocupando una sección dada de la carretera sobre un período específico de

tiempo.

Velocidad media temporal

Es definida como la velocidad promedio de todos los vehículos, pasando por un punto de la carretera sobre un período específico de tiempo.

Velocidad de flujo libre

La velocidad de flujo libre FFS (por sus siglas en inglés, free flow speed): es la velocidad promedio de los vehículos en una carretera dada, medida bajo condiciones de un volumen bajo, cuando los conductores tienden a conducir a una velocidad alta sin restricciones de demoras.

Velocidad percentil

Es la velocidad por debajo de la cual un porcentaje de vehículos viajan en una dirección del tránsito. Así, una velocidad del 85 percentil significa que el 85% de los vehículos en el tránsito viajan a cierta velocidad o por debajo de ella.

La velocidad del 85 percentil es usada como una medida de la máxima velocidad razonable para el tránsito.

- **Deceleración:** Se dice que un vehículo desacelera cuando cambia o disminuye su velocidad en un determinado tiempo.
- **Aceleración:** Se dice que un vehículo acelera cuando cambia o aumenta su velocidad en un determinado tiempo.
- **Radio de giro:** El radio de giro es una medición que describe la capacidad de un determinado vehículo para girar. Cuanto más corto es el radio de giro de un vehículo se dice que este ofrece más maniobrabilidad.

Existen dos tipos de radios de giro, uno denominado radio de giro de ruedas, que describirá el radio formado por el recorrido de los neumáticos del vehículo, y el radio de giro pared, pared a pared, o entre paredes, que hará lo propio en función del ancho total del vehículo. La distinción entre estas dos

mediciones se hace necesaria al diferenciar el giro de un vehículo en calle, donde posiblemente el radio de giro de ruedas sea suficiente para determinar la maniobrabilidad del vehículo con respecto a los cordones de las veredas, mientras que en interiores esta medición podría resultar ineficaz, debiéndose considerar el ancho total del vehículo antes de que alcance las paredes.

- **Densidad:** La densidad describe la proximidad de otros vehículos dentro del tránsito. Es una medida sustituta para el confort del conductor y para la habilidad de maniobrar dentro del tránsito.
- **Demora:** La demora es un término genérico que describe el exceso o el tiempo inesperado perdido en el viaje. La única medida de atraso utilizada para definir el nivel de servicio en una carretera de dos vías, es el porcentaje de tiempo de atraso.
- **Nivel de servicio**

El HCM 2010 establece seis niveles de servicio LOS (por sus siglas en inglés, level of service), identificados subjetivamente por las letras desde la A hasta la F, donde al nivel de servicio A se logra un flujo vehicular totalmente libre, mientras que al nivel F se alcanza el flujo forzado que refleja condiciones de utilización a plena capacidad de la vía.

Una de las más discernibles medidas de la calidad de servicio es la cantidad de tiempo perdido en el viaje. La velocidad y el tiempo de viaje son utilizados para definir el nivel de servicio de una carretera.

Conviene aclarar que al hablar de congestionamiento en una carretera no es hablar de paralización de todo el movimiento.

El diseñador debe escoger, entre dichos extremos, el nivel de servicio que mejor se adecua a la realidad a desarrollar.

Un nivel de servicio es una designación que describe un rango operativo sobre un tipo particular de una carretera.

Las condiciones generales de operación para los niveles de servicio (del A al F), se describen de la siguiente manera:

A. Flujo libre de vehículos, bajos volúmenes de tránsito y relativamente altas velocidades de operación (90 km/hr o más). La demora de los conductores no es mayor al 35% del total del tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 490 veh/hr.

B. Flujo libre razonable, pero la velocidad empieza a ser restringida por las condiciones del tránsito (80 km/hr). La demora de los conductores no es mayor al 50% del total del tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 780 veh/hr.

C. Se mantiene en zona estable, pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad (70 Km./hr). La demora de los conductores alcanza el 65% del total del tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 1,190 veh/hr.

D. Acercándose a flujo inestable, los conductores tienen poca libertad para maniobrar. La velocidad se mantiene alrededor de los 60 Km./hr. La demora de los conductores es cercana al 80% del total del tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 1,830 veh/hr.

E. Flujo inestable, suceden pequeños congestionamientos. La velocidad cae hasta 40 Km./hr. La demora de los conductores es mayor al 80% del total del tiempo de viaje.

F. Flujo forzado, condiciones de “pare y siga”, congestión de tránsito.

Capacidad

Según El Manual de Capacidad de Carreteras HCM 2010 (P.2-2) un objetivo principal del análisis de la capacidad, es estimar el número máximo de vehículos que una carretera puede acomodar con razonable seguridad durante un período específico de tiempo. Sin embargo, las carreteras generalmente operan pobremente o cerca de la capacidad; son raras las planificadas que operan en el rango correcto. En consecuencia, el análisis de capacidad también estima el aumento de tránsito que una carretera puede acomodar mientras mantiene su nivel de operación prescrito.

La capacidad es el máximo número de vehículos que pueden circular en

un punto dado durante un período específico de tiempo, bajo condiciones prevalecientes de la carretera y el tránsito. Asumiendo que no hay influencia del tránsito más adelante, dentro del punto en análisis.

Las condiciones prevalecientes de la carretera se refieren a características geométricas como el número y uso de carriles, ancho de hombro, configuración de carriles y el alineamiento horizontal y vertical.

El flujo máximo del tránsito de una carretera es su capacidad, que ocurre cuando se alcanza la densidad crítica y el tránsito se mueve a la velocidad crítica. Esto regularmente ocurre en la hora pico del volumen del tránsito, la hora pico es el período más crítico.

La capacidad frecuentemente se mide en vehículos por hora (veh/hr).

Normas utilizadas:

- HCM HIGHWAY CAPACITY: Manual, Manual de Capacidad de Carreteras – 2010.
- Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2005 – MTC.
- Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005 – VCHI.
- Manual de Dispositivos de Control del Transito Automotor para Calles y Carreteras – MTC.

Capítulo II

Marco Metodológico

2.1. Tipo y nivel de investigación.

El enfoque del trabajo por las variables que se utiliza es de una investigación cualitativa y una investigación cuantitativa por lo que se considera una investigación mixta.

Se clasifica como una investigación descriptiva por lo que dentro de la recopilación de los datos se utiliza guías de observación, cuestionarios, etc. La misma que se cuantifica para su interpretación y toma de decisiones.

Según tipo de ocurrencia: De los hechos de la información.

La operación de investigación se clasifica como una investigación prospectiva, por lo que se registra la información según van ocurriendo los fenómenos o hechos en el presente y en el futuro.

Según el periodo o frecuencia de estudio.

Según esta clasificación la investigación es transversal por lo que se recopila la información en un segmento de tiempo (lunes a domingo).

Por su finalidad.

La presente investigación es aplicada, por lo que se toma como base la aplicación de conocimientos existentes o difundidas.

2.2. Población Muestral

Todos los vehículos que transitan en el ovalo Esteban Pabletich. Con un promedio de 123,903 veh/semana.

Se ha considerado un muestreo no probabilístico, es decir se ha tomado una muestra intencional a todos los vehículos que circulan de lunes a domingo en horarios establecidos.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos e información.

Para el conteo vehicular:

Se adaptó a la necesidad el cuadro que presenta el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) para los aforos y conteos vehiculares.

2.3.1. Aforos vehiculares.

La evaluación del control de flujo vehicular clasificado se hizo según indica el formato del MTC, haciendo el conteo vehicular por intervalos de 1 Hora.

El trabajo se realizó durante 7 días, en un total de 48 horas a la semana y 8 horas por cada día.

En trabajo consistió en la toma de lecturas referidas al número y tipo de vehículos que realicen ciertos giros o movimientos en la intersección en estudios comprendidos en los planos de giros.

Se cuenta con 4 puntos de alimentación directa al tráfico en el Ovalo Esteban Pabletich, cada punto de alimentación cuenta con 3 giros direccionales, haciendo un total de 12 giros.

Los encargados a realizar los aforos de los giros fueron previamente capacitados por el encargado, donde se les brindó los conocimientos previos, con eso se garantizó el correcto trabajo.

Capítulo III

Resultados

3.1. Procesamiento de Datos

Criterios de diseño

Para el diseño del tramo que contiene al puente E. Pabletich, de las intersecciones ubicadas en los extremos del tramo que contiene al puente Pabletich y las demás intersecciones necesarias para integrar las vías de forma adecuada, se considerara los siguientes parámetros de Diseño:

3.1.1. Alineamiento horizontal

• Alineamientos rectos

Las longitudes de rectas comprendidas entre curvas, se sugiere no sean inferiores de 100 a 200 m. por razones de confort y seguridad.

TABLA 1.6. Longitud mínima de tangentes.

VELOCIDAD DIRECTRIZ		LONGITUD MÍNIMA DE TANGENTES PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO			
		EXPRESAS Y ARTERIALES		COLECTORAS Y LOCALES	
		1 	2 	3 	4 
Km/h	m/s	Metros	Metros	Metros	Metros
30	8.33	—	—	15	20
40	11.11	—	—	20	25
50	13.88	35	50	25	30
60	16.66	45	60	30	35
80	22.22	60	80	—	—

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas (DGVU– 2005).

Las longitudes en tangente de la **Tabla 1.6**, son derivados de las formulas:

$$L_{\min.s} : 1,39 V$$

$$L_{\min.o} : 2,78 V$$

$$L_{\max} : 16,70 V$$

Análisis del tramo que contiene al puente Pavletich:

-La velocidad de diseño es de 40km/h

-El tramo que contiene al puente, es considerado una vía colectora.

La Longitud Mínima de Tangente es 25m”

Curvas horizontales

A) Curvas circulares

Para el diseño de vías, cuya velocidad directriz sea igual o mayor de 60 kph se utilizarán espirales.

B) Radios mínimos

Utilizaremos la siguiente fórmula:

$$R_m = \frac{V^2}{127 * (P_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})}$$

Dónde:

R_m : Radio Mínimo

V : Velocidad de diseño

P_{máx} : Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).

f_{máx} : Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

El resultado de la aplicación de la formula se aprecia en la **Tabla 1.7:**

Para la intersección:

-La velocidad de diseño en el ramal de giro será el mínimo de 20km/h

-Peralte máximo de 4%

ENTONCES EL RADIO MÍNIMO es 15m”

TABLA 1.7 Radios mínimos.

Velocidad de diseño (Km/hr)	Coef. Fricción Transversal f máx.	Valor Real de R Mínimo con p máx. deseable		Valor Práctico de R Mínimo con p máx. deseable	
		p máx. 4%	p máx. 6%	p máx. 4%	p máx. 6%
20	0.18	14.32	13.12	15	15
30	0.17	33.75	30.81	35	30
40	0.17	59.99	54.78	60	55
50	0.16	98.43	89.48	100	90
60	0.15	149.19	134.98	150	135

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas (DGVU– 2005).

Sobreeancho.

Este ancho adicional se calcula según la fórmula (AASHTO):

$$S = n \left[R - \sqrt{R^2 - b^2} \right] + \frac{v}{10\sqrt{R}}$$

S = Sobreeancho, en metros

n = número de carriles

R = radio de la curva en el eje, en metros

v = velocidad directriz, en km/h

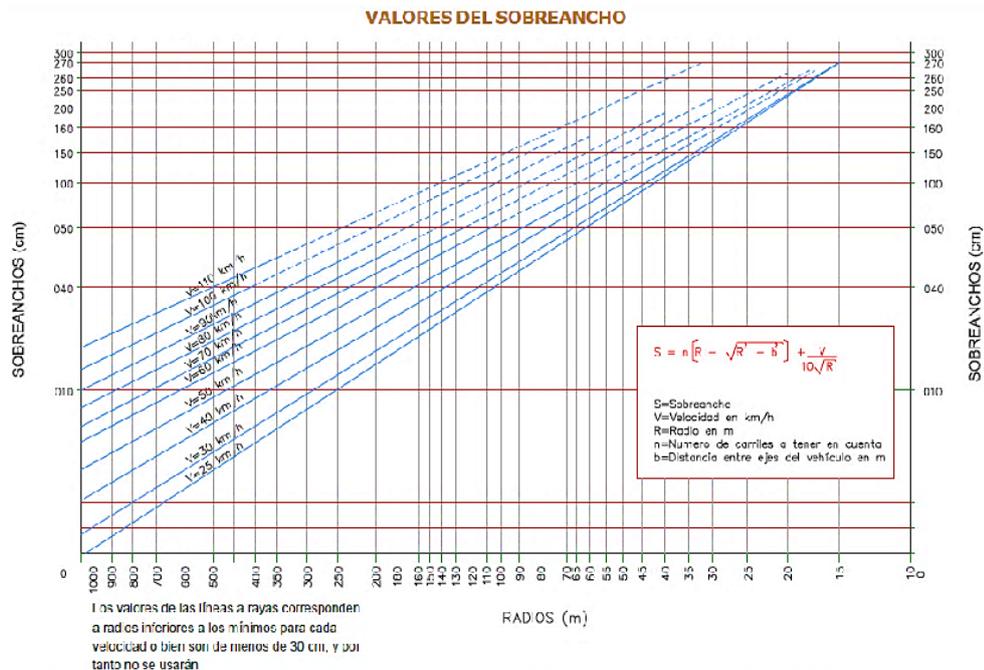
b = distancia entre ejes del vehículo típico de proyecto, en metros

Para simplificar la determinación de los valores y forma de efectuar la transición de sobreeanchos se recomienda consultar la Figura 2.8 Donde (n)= 2 y (b)= 6.

“El valor mínimo del sobreeancho a aplicar en nuestro caso es de 0,40 m.”

(Figura 1.5)

FIGURA 1.5. Sobreeanchos. Fuente: DGVU– 2005.



Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas (DGVU– 2005).

3.1.2. Alineamiento vertical

Perfil longitudinal

Elementos de diseño

Los elementos de diseño del Perfil Longitudinal son las Tangentes Verticales más conocidas como **Pendiente y las Curvas Verticales**, ambos forman la Rasante de la vía.

A) Pendientes

La pendiente es el cociente entre la variación vertical y variación horizontal según:

$$p\% = \frac{d(\text{cota})}{d(\text{longitud})} \times 100$$

P% = pendiente.

d (cota) = diferencias de cotas.

d (longitud) = distancia entre puntos.

Pendientes Mínimas.

Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0,5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales.

Pendientes Máximas.

Se muestra el cuadro de pendiente máxima según el Tipo de Terreno.

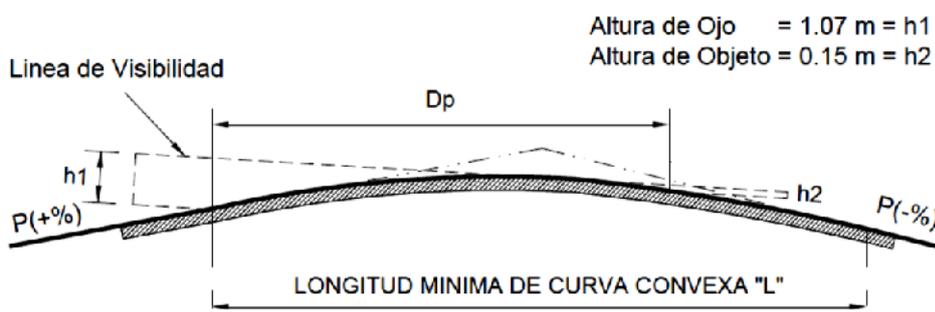
TABLA 1.8 Pendientes Máximas.

TIPO DE VÍA	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso
Vía Expresa	3%	4%	4%
Vía Arterial	4%	5%	7%
Vía Colectora	6%	8%	9%
Vía Local	Según topografía	10%	10%
Rampas de acceso o salidas a vías libres de Intersecciones	6% - 7%	8% - 9%	8% - 9%

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas (DGVU– 2005).

- “En el tramo que contiene al puente visualizamos una pendiente promedio de 2%”
 - “En el ovalo Pabletich se tiene una pendiente promedio de 1.5%, con pendientes de los accesos:
 - Ingreso de Huánuco – Ovalo E. Pabletich, con una pendiente de 2%.
 - Salida de Ovalo E. Pabletich - Fonavi II, con una pendiente de 3%.
 - Vía Nacional PE-18A: Huánuco-Tingo María con una pendiente de 1%.
 - Vía Nacional PE-18A: Huánuco-Lima con una pendiente de -4%.”
- “Por lo tanto se tiene una pendiente promedio (<4%).”

FIGURA 1.8 Longitud mínima de curva vertical parabólica con distancia de visibilidad de parada.



Fuente: DG-2013.

Para el caso $L > Dp$

$$L = \frac{A(Dp^2)}{100 (\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$$

Para el caso $Dp > L$

$$L = 2Dp^2 - \frac{200 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A}$$

Siendo:

L = Longitud horizontal de la curva vertical (m)

D_p = Distancia de visibilidad de parada (m)

A = Valor absoluto de la diferencia algebraica de pendientes en porcentaje.

Características geométricas en secciones transversales

Los elementos de la sección transversal considerados son:

- Número de carriles
- Ancho de los carriles
- Bombeo y Peralte (Pendiente Transversal)
- Bermas

A) Número de carriles

“Para nuestro estudio se plantea como una vía de 04 carriles con 02 carriles por sentido de tránsito, pero estas separadas en cada sentido, considerando el primer sentido por el tramo que contiene al puente Pabletich hacia la vía colectora (amarilis) y el segundo sentido desde la Calle acceso desde vía colectora hacia la ciudad de Huánuco (por el camal, nuevo trazo).”

B) Ancho de carriles

Asumimos los valores indicados en el Tabla 1.9

“**Nota:** Para las zonas de curva, se usarán los anchos hallados para tramos rectos y se les agregarán los sobre anchos.

-Para las vías en estudio se tendrá el ancho de cada carril de 3.30 m - 3.60 m. Entonces el ancho de cada calzada, será de 6.60m - 7.20m.”

C) Bombeo y peralte

Bombeo. - De la tabla 1.10“

-Las vías serán asfaltadas.

- Las vías se encuentran en la ciudad de Huánuco (zona sierra con altitud de 1920 m.s.n.m), y se tiene una precipitación de igual o mayor a 500 mm/año.”

“El Bombeo de las Calzadas serán de 2.00%”

TABLA 1.9. Ancho de carriles en tramos rectos.

CLASIFICACION DE VIAS		Velocidad (Km/Hr)	Ancho Recomendable (Mts)	Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal (Mts)	Ancho Mínimo de Carril único del tipo Solo Bus (Mts)	Ancho de dos carriles juntos (mts)
	LOCAL	30 A 40	3	2.75	3.50 (4)	6.5
	COLECTORA	40 A 50	3.3	3	3.50 (4)	6.5
		50 A 60	3.3	3.25	3.5	6.75
ARTERIAL		60 a 70	3.5	3.25	3.75	6.75
		70 a 80	3.5	3.5	3.75	7
EXPRESA		80 a 90	3.6	3.5	3.75	7.25
		89 a 100	3.6	3.5	No aplica.	No aplic.

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas (DGVU– 2005).

TABLA 1.10. Valores del bombeo de la calzada.

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación: < 500 mm/año	Precipitación: > 500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,0
Tratamiento Superficial	2,5	2,5 – 3,0
Afirmado	3,0 – 3,5	3,0 – 4,0

Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas (DGVU– 2005)

Peralte. - El peralte máximo en vías urbanas se indica la tabla 1.11

“El Peralte máximo absoluto será de 4,0 %”

TABLA 1.11. Valores de peralte máximo.

	Peralte Máximo (p) Absoluto
Cruce de Áreas Urbanas	6,0 %
vías expresas y arteriales	6,0 %
vías locales y colectoras.	4,0 %

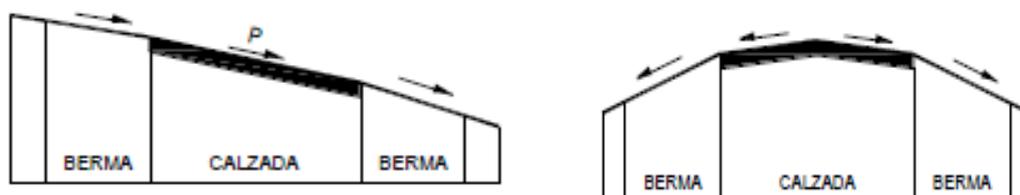
Fuente: Manual de diseño geométrico de vías urbanas (DGVU– 2005).

D) Bermas

Las bermas deben tener de mínimo 0,5 m de ancho, para la localización de señalización y defensas.

Las bermas deben obedecer la misma inclinación de la calzada. Ver Fig. 1.10.

FIGURA 1.10. Inclinación de Bermas en calzada.



Fuente: DG-2013.

Intersecciones

“Para dar solución al problema del tránsito de la zona de estudio, se considerará las Intersecciones a nivel, y en un futuro debido al crecimiento del parque automotor se podrá plantear Intersecciones a desnivel porque estas brindan una mejor capacidad de servicio.”

Tipos de intersección.

Cada uno de estos tipos básicos puede variar considerablemente en forma, desarrollo o grado de canalización, como se muestra en la Figura 1.11

TABLA 1.12 Tipos básicos de Intersección a nivel.

Intersección	Ramales	Ángulos de cruzamiento
En T	tres	entre 60° y 120°
En Y	tres	< 60° y >120°
En X	cuatro	< 60°
En +	cuatro	>60°
En estrella	más de cuatro	-
Intersecciones Rotatorias o rotondas	más de cuatro	-

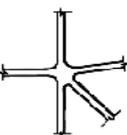
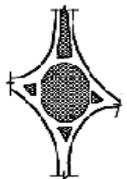
Fuente DG-2013.

Criterios de diseño

En tal proceso, tener presente:

FIGURA 1.11. Variedad de tipos de Intersección a nivel.

Figura 502.01
Variedad de tipos de intersección a nivel

ESPECIALS	DE CUATRO RAMALES				DE TRES RAMALES				
	INTERSECCION EN X		INTERSECCION EN +		EMPALME EN Y	EMPALME EN T			
 	EN ESTRELLA		SIMPLE		SIMPLE		SIMPLE		
			ENSANCHADA		ENSANCHADA		CANALIZADAS		ENSANCHADA
			CANALIZADA		CANALIZADA				CANALIZADAS

Fuente DG-2013.

Preferencia de los movimientos más importantes.

Determinar la preferencia y las limitaciones del tránsito vehicular.

Reducción de las áreas de conflicto. En las intersecciones a nivel no debe proyectarse grandes áreas pavimentadas, ya que ellas inducen a los vehículos

y peatones a movimientos erráticos y confusión, con el consiguiente peligro de ocurrencia de accidentes.

Perpendicularidad de las intersecciones.

Las Intersecciones en ángulo recto, por lo general son las que proporcionan mayor seguridad, ya que permiten mejor visibilidad a los conductores y contribuyen a la disminución de los accidentes de tránsito.

Separación de los movimientos.

Cuando el diseño del proyecto lo requiera, la intersección a nivel estará dotada de vías de sentido único (carriles de aceleración o deceleración), para la separación del movimiento vehicular.

Canalización y puntos de giro.

Además de una adecuada señalización horizontal y vertical, la canalización y el diseño de curvas de radio contribuyen a la regulación de la velocidad del tránsito, empleando islas o sardineles se ofrece una mayor seguridad.

Visibilidad

La velocidad de los vehículos que acceden a la intersección, debe limitarse en función de la visibilidad, incluso llegando a la detención total. Entre el punto en que un conductor pueda ver a otro vehículo con preferencia de paso, debe existir como mínimo la distancia de visibilidad de parada.

Consideraciones de tránsito

Las principales consideraciones del tránsito son las siguientes:

-Volúmenes de tránsito vehicular, que confluyen a una intersección, su distribución y la proyección de los posibles movimientos, para determinar las capacidades de diseño de sus elementos.

-Su relación con el tránsito peatonal y de vehículos menores, así como con estadísticas de accidentes de tránsito.

Teniendo en cuenta los Criterios de diseño, Consideraciones de tránsito y el entorno de la zona de estudio, se optó por colocar en el Ovalo E. Pabletich:

- un paso a desnivel superior.
- Islas direccionales canalizadas.
- Nuevo trazo de desvío de la carretera central hacia Huánuco (dos carriles en un solo sentido).

Visibilidad de cruce

Distancia de visibilidad de cruce

La presencia de intersecciones a nivel, hace que potencialmente se puedan presentar una diversidad de conflictos entre los vehículos que circulan por una y otra vía. La posibilidad de que estos conflictos ocurran, puede ser reducida mediante la provisión apropiada de distancias de visibilidad de cruce y de dispositivos de control acordes.

La distancia mínima de visibilidad de cruce necesaria a lo largo de la vía principal se debe calcular mediante la siguiente fórmula:

$$d = 0.278 * Ve * (tp + ta)$$

Dónde:

d : Distancia mínima de visibilidad lateral requerida a lo largo de la vía principal, medida desde la intersección, en metros. Corresponde a las distancias d1 y d2 de la **Figura 1.13**.

V: Velocidad de diseño de la vía principal, en km/h. Corresponde a la Velocidad específica del elemento de la vía principal inmediatamente antes del sitio de cruce.

tp : Tiempo de percepción – reacción del conductor que cruza, asumir(2.5 s).

ta : Tiempo requerido para acelerar y recorrer la distancia S, cruzando la vía principal, en segundos.

En el tiempo tp está incluido aquel necesario para que el conductor de un vehículo detenido por el "PARE" sobre la vía secundaria vea en ambas direcciones sobre la vía principal y deduzca si dispone del intervalo suficiente para cruzarla con seguridad.

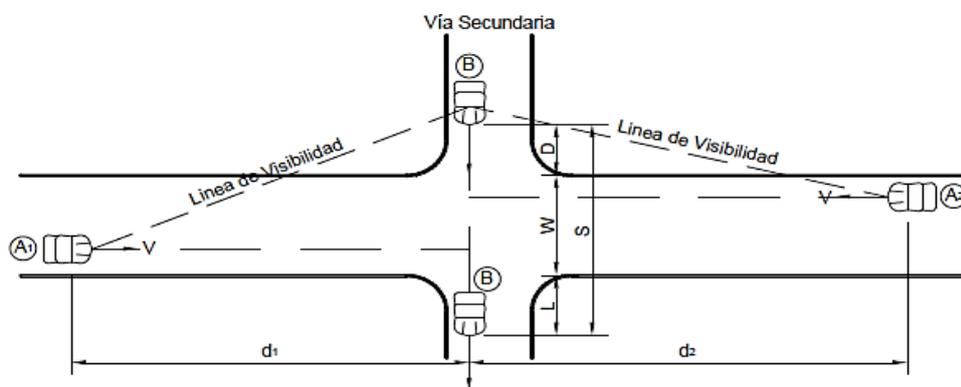
El tiempo t_a necesario para recorrer la distancia S depende de la aceleración de cada vehículo. La distancia S se calcula como la suma de:

$$S = D + W + L$$

Por tanto, el valor de t_a , se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$t_a = \sqrt{\frac{2S}{9.8 * a}}$$

FIGURA 1.13. Distancia de visibilidad en intersecciones. Triángulo mínimo de visibilidad.



Fuente: DG-2013.

Dónde:

D : Distancia entre el vehículo parado y la orilla de la vía principal, adoptada como tres metros (3,0 m).

W : Ancho de la vía principal, en metros.

L : Depende del tipo de vehículo, así:

- 20,50 m para vehículos articulados (tracto camión con semirremolque).

- 12,30 m para camión de dos ejes

- 5,80 m para vehículos livianos

a : Aceleración del vehículo que realiza la maniobra de cruce, en m/s^2 .

- 0,055 para vehículos articulados.

- 0,075 para camiones de dos ejes (2).

- 0,150 para vehículos livianos.

Triángulo de Visibilidad

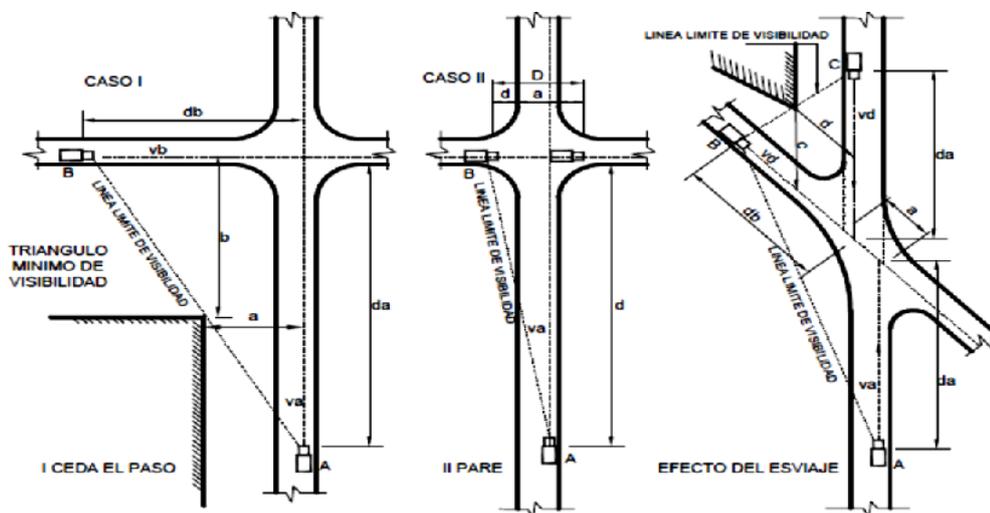
El triángulo de visibilidad, es la zona libre de obstáculos, que permite a los conductores que acceden simultáneamente a una intersección a nivel, verse mutuamente a una distancia tal, que permita la maniobra de cruce con seguridad. La **Figura 1.14**, muestra ejemplos de triángulos de visibilidad.

TABLA 1.14 Distancia Mínima de visibilidad en la vía principal con ancho de 7.20 m, con dispositivo "PARE" partiendo del reposo en la vía secundaria.

VELOCIDAD ESPECIFICA EN LA VIA PRINCIPAL km/h	DISTANCIA A LO LARGO DE LA VÍA PRINCIPAL A PARTIR DE LA INTERSECCIÓN d_1, d_2		
	TIPO DE VEHÍCULO QUE REALIZA EL CRUCE		
	LIVIANO L = 5,80 m	CAMIÓN DE DOS EJES L = 12,30 m	TRACTO CAMIÓN DE TRES EJES CON SEMIREMOLQUE DE DOS EJES L = 20.50 m
40	80	112	147
50	100	141	184
60	120	169	221
70	140	197	158
80	160	225	259

Fuente DG-2013.

FIGURA 1.14 Triángulo de Visibilidad.



Fuente DG-2013.

El triángulo mínimo de visibilidad segura, corresponde a dicha zona que tiene como lado una longitud igual a la distancia de visibilidad de parada.

Señalización de Intersecciones

Toda intersección debe estar convenientemente regulada mediante señales informativas, preventivas y restrictivas en concordancia con el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC.

En toda Intersección a nivel, salvo que se trate de dos vías de tipo local, la importancia de una vía prevalecerá sobre la de la otra, y por tanto, uno de ellos deberá enfrentar un signo PARE o una señal CEDA EL PASO.

La elección entre uno u otro se hará teniendo presente las siguientes consideraciones.

(a) Cuando exista un triángulo de visibilidad adecuado a las velocidades de diseño de ambas vías y las relaciones entre flujos convergentes no exijan una prioridad absoluta, se usará el signo CEDA EL PASO.

(b) Cuando el triángulo de visibilidad obtenido no cumpla con los mínimos requeridos para la velocidad de aproximación al cruce, o bien la relación de los flujos de tránsito aconseje otorgar prioridad absoluta al mayor de ellos, se utilizará el signo PARE.

(c) Cuando las intensidades de tránsito en ambos caminos, sean superiores a las aceptables para regulación por signos fijos (Pare o Ceda el Paso), se deberá recurrir a un estudio técnico-económico que establezca la solución más conveniente. En cruces de carretera por zonas urbanas, se contemplará el uso de semáforos.

“Debido a que la zona de estudio se encuentra urbanizada, no se cuenta con un triángulo de visibilidad adecuado, se utilizará el signo PARE y en horas punta de tráfico se tendrá que utilizar el uso de semáforos.”

Intersecciones canalizadas

Las islas de canalización permiten resolver la situación planteada, al separar los movimientos más importantes en ramales de giro independientes.

Los elementos básicos para el trazado de ramales de giro canalizados son:

-El ancho del carril de giro y bermas.

-El tamaño mínimo aceptable para la isla de canalización.

Para determinar los radios de giros se considerará el alineamiento horizontal en planta. La Tabla 1.13 entrega los radios de giros mínimos.

TABLA 1.13 Radios mínimos en intersecciones canalizadas según peraltes mínimos y máximos.

VD (Km/H)	25	30	35	40	45	50	55	60	65
f Máximo	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16
Radio mínimo (m) (p=0%)	15	25	40	55	75	100	130	170	210
Radio mínimo (m) (p=6%)	(*)	20	30	45	60	80	100	125	150

Fuente: DGVU 2005.

(*) Radio < a 15 no es aceptable en Intersecciones Canalizadas, salvo en curvas compuestas de tres centros. Se puede tener un radio mínimo de 15m para velocidades de giro de 25 km/h.

Casos de intersecciones canalizadas

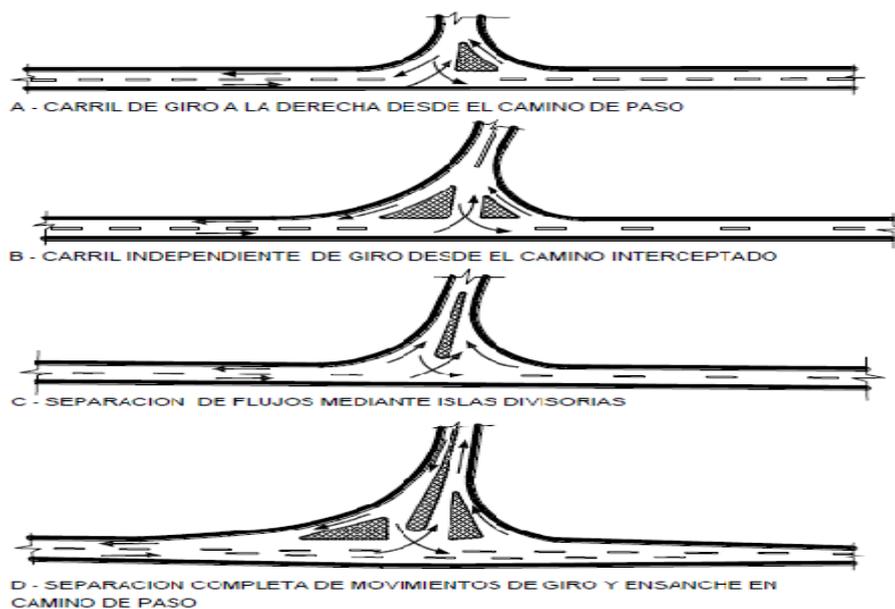
Por lo general en las intersecciones canalizadas, las islas divisorias y los carriles de giro, se diseñan en las vías secundarias de las intersecciones importantes, o en empalmes menores cuando el esviaje es pronunciado.

En la **Figura 1.12**, se muestran 4 casos (A, B, C y D) de intersecciones canalizadas. Para el **caso D** de carreteras de dos carriles con volúmenes de tránsito alto, se aconseja diseñar carriles separados para cada uno de las corrientes importantes.

Ramales de giro

El ancho de la calzada y las bermas en los ramales de giro, están reguladas por el volumen y composición de tránsito, y el radio de la curva circular asociada al giro. El diseño depende fundamentalmente de la importancia de la intersección y la disponibilidad de espacio. En los casos en que el tránsito no sea significativo y el espacio disponible sea limitado, el diseño contemplara dimensiones mínimas para circular a velocidades de 15 Km/h o menores.

FIGURA 1.12. Casos de canalización con islas divisorias y carril de giro.



Fuente DG- 2013.

Anchos de calzada en Ramales de Giro.

Los tipos de operación que puedan considerarse en el ramal de giro, dan origen a una primera clasificación de 03 casos del I, II y III.

Así mismo los casos A, B y C que guardan relación con la composición del tránsito, en función de los vehículos tipo y la proporción en que intervienen:

- **Caso A**, predominan los vehículos ligeros (VL), considerando el paso eventual de camiones o Buses (VP).
- **Caso B**, la presencia de vehículos tipo VP es superior al 5% y no sobrepasa el 25% del tránsito total. Eventualmente circulan vehículos articulados en muy baja proporción.
- **Caso C**, los vehículos tipo VP con más del 25% del tránsito total y/o los vehículos articulados (VA) circulan normalmente por el ramal bajo consideración.

La Tabla 1.15 y Tabla 1.16 Resume los anchos que deben adoptarse:

TABLA 1.15 Ancho del Pavimento en ramales (m).

R RADIO DEL BORDE INTERIOR DEL PAVIMENTO (BORDE DERECHO EN EL SENTIDO DE AVANCE)	ANCHO DEL PAVIMENTO EN (m) PARA								
	CASO 1			CASO2			CASO3		
	UNA PISTA DE UN SOLO SENTIDO DE CIRCULACIÓN SIN PERMITIR EL ADELANTAMIENTO			UNA PISTA DE UN SOLO SENTIDO CON PREVISIÓN PARA ADELANTAR A UN VEHÍCULO MOMENTÁNEAMENTE PARADO			2 PISTAS DE UN SOLO SENTIDO O DE DOBLE SENTIDO DE CIRCULACIÓN		
	CONDICIONES DEL TRÁFICO								
(m)	A	B	C	A	B	C	A	B	C
15	4,8	5,1	6	6,3	7,2	8,1	9	9,9	11,1
22,5	4,5	4,8	5,4	6	6,6	7,5	8,4	9,1	10,2
30	4,2	4,8	5,1	5,7	6,3	7,2	8,1	9	9,9
45	3,9	4,5	4,8	5,4	6	6,9	7,8	8,7	9,3
60	3,9	4,5	4,8	5,4	6	6,6	7,8	8,4	8,7
90	3,5	4,5	4,5	5	5,7	6,3	7,5	8,1	8,4
120	3,5	4	4,5	5	5,7	6,3	7,5	8,1	8,4
150	3,5	4	4,5	5	5,7	6,3	7,5	8,1	8,1
RECTA	3,5	4	4	4,7	5,4	6	6,5	7	7

DGVU-2005.

TABLA 1.16 Modificación de anchos por bermas y sardinel (m).

Bermas sin revestir		Sin modificación	Sin modificación	Sin modificación
Sardinel montable		Sin modificación	Sin modificación	Sin modificación
Sardinel Elevado	Un lado	Añadir 0.30	Sin modificación	Sin modificación
	Dos lados	Añadir 0.30	Añadir 0.30	Añadir 0.30
Berma revestida a uno o ambos lados		Sin modificación	Deducir ancho de las bermas Ancho mínimo como caso I	Deducir 0.60 donde la berma sea de 1.20m como mínimo

DGVU-2005.

“Para las intersecciones con islas direccionales se consideran:

-El Radio en el Ramal de giro hacia la derecha, para una velocidad de 20km/h, es 15m y considerando el caso 1.

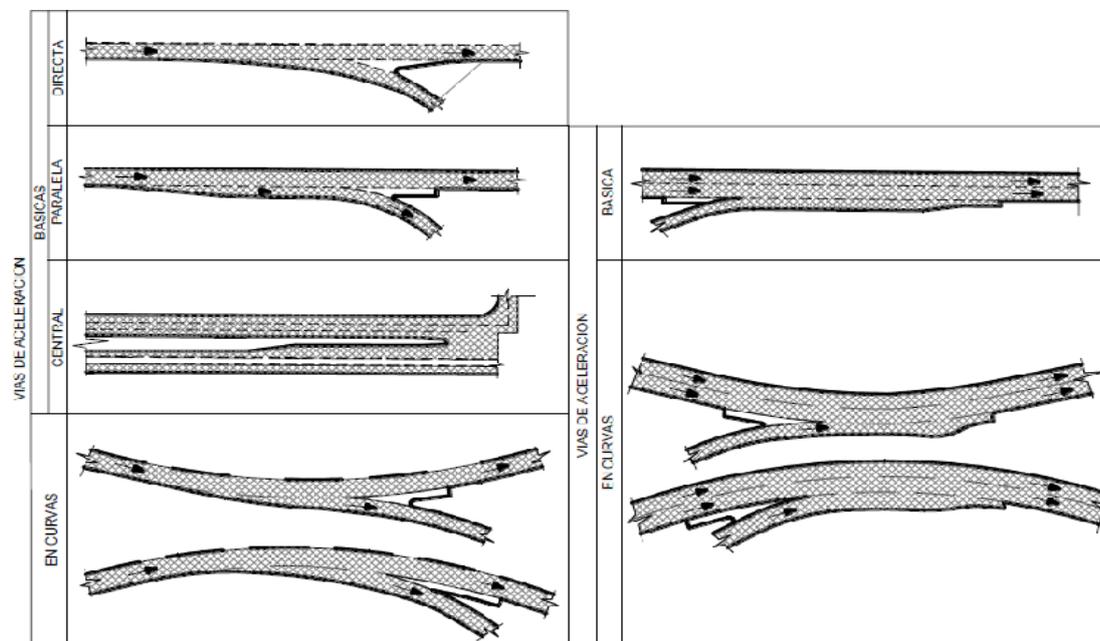
El ancho del pavimento del Ramal de giro, se tiene 5.1m y 0.30m (por Sardinel 01 lado)= 5.4m, se usara 5.5m.”

Carriles de cambio de velocidad

Los carriles de cambio de velocidad tienen por finalidad permitir la salida o ingreso de los vehículos de una vía a otra, con un mínimo de perturbaciones; estos carriles, también posibilitan los giros en U en la misma vía.

Dichos carriles de cambio de velocidad son de aceleración y deceleración. En las **Figura 1.15**, se muestra ejemplos de carriles de cambio de velocidad.

FIGURA 1.15. Carriles de cambio o variación de velocidad, son de aceleración y deceleración.



Fuente DG- 2013

Carriles de aceleración

El primero, Posibilita la maniobra de entrada a una vía principal, y siempre es paralelo al carril de destino, formando un ángulo en la parte final de la vía a la que ingresa.

Su longitud total (LT) es la suma de los largos de las zonas de aceleración propiamente dicha y de transición o cuña, en la que LT no superará en ningún caso los 300 metros.

La **Tabla 1.17**. presenta valores de LT en función a velocidades de diseño, y valores de LC fijos, en aplicación de la siguiente fórmula.

$$LT = LA + LC$$

Dónde:

LT = Largo total

LA = Largo en zona de aceleración

LC = Largo de la cuña

TABLA 1.17 Longitud total de Carriles de aceleración (LT).

Vc (Km/h)	Lc (m)	Vr = 0 (Km/h)	Vr = 30 (Km/h)	Vr = 40 (Km/h)	Vr = 50 (Km/h)	Vr = 60 (Km/h)	Vr = 70 (Km/h)	Vr = 80 (Km/h)	Vr = 90 (Km/h)
60	50	100	75	50					
70	50	150	120	100					
80	50	240	200	180	140	100			
90	75	300	275	250	220	170	140		
100	75	300	300	300	275	250	225	200	
110	75	300	300	300	300	300	250	250	250
≥120	75	300	300	300	300	300	300	300	300

Fuente DG- 2013.

En la **Figura 1.16**, se muestran los puntos singulares de los carriles de aceleración. En C se tiene el ancho final de la cuña (c) que deberá ser de 1 m, con el fin de hacer utilizable la zona de cuña. En B, inicio de la cuña y final de la zona de aceleración, se debe tener el ancho total del carril (b), el cual, si el carril fuera proyectado en una curva que requiera sobreancho, se obtiene con la siguiente fórmula:

$$b = b_0 + S_a.$$

Dónde:

b : nuevo ancho total del carril

b₀ : ancho inicial del carril

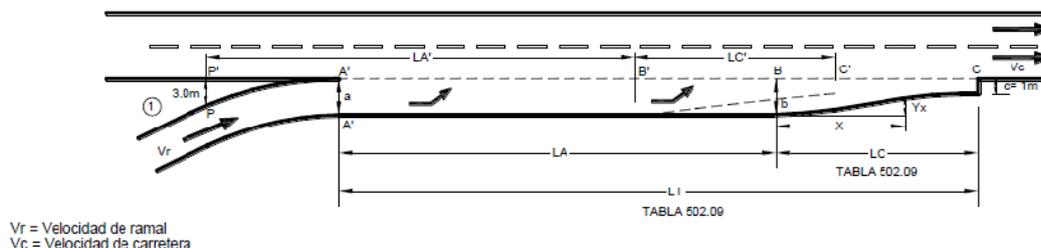
S_a : sobreancho

Carriles de deceleración

El segundo, permite la salida de una vía principal, y generalmente es paralelo o casi paralelo al carril de origen.

Cuando la longitud de la curva de transición es mayor o igual que la longitud de deceleración (LD), que viene a ser el de mejor geometría para estos dispositivos, por cuanto se puede diseñar el ramal sobre la carretera con un ángulo de incidencia (\emptyset) que haga perceptible su función (**Figura 1.17**).

FIGURA 1.16. Puntos singulares de carril de aceleración.



Vr = Velocidad de ramal
Vc = Velocidad de carretera

NOTAS:

- (1) Esta zona se define según tópico 502.11 (islas)
- (2) Peraltes y transiciones en figura 502.07
- (3) $Y_x = F(u-c)(F$ en tabla)

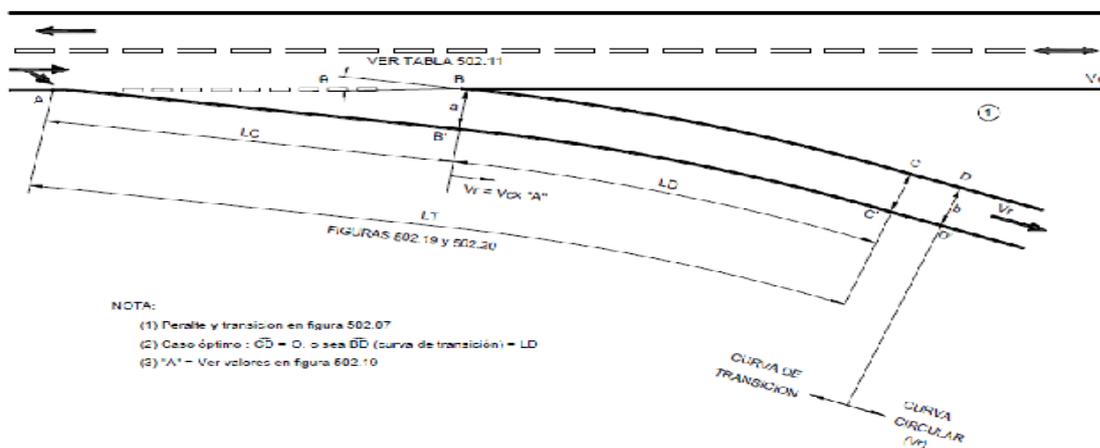
		DISTANCIAS "X" DESDE EL PUNTO B ó B' (m)														
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
Velocidad de Diseño (km/h)	Largo de Cuneo (Lc) (m)	VALORES "F" PARA EL CALCULO DE Yx														
60 - 80	50	0.0127	0.0829	0.1656	0.3190	0.5000	0.8810	0.8344	0.9371	0.9873	1.0000					
90 - 120	75	0.0053	0.0245	0.0629	0.1252	0.2129	0.3190	0.4382	0.5818	0.6810	0.7881	0.8748	0.9371	0.9755	0.9947	1.0000

Fuente DG- 2013.

Cuando el trazado de los ramales no corresponda al caso de los mínimos absolutos, se debe cuidar que el ángulo de incidencia (\emptyset) no exceda los valores indicados en la **Tabla 1.18**.

“Debido al tránsito de la zona, las intersecciones tendrán señalización de pare y activación de semáforos de preferencia en horas punta, entonces el respectivo giro a la derecha se realizará con velocidades bajas, será adecuado las curvas de radio simple”.

FIGURA 1.17. Carril de Desaceleración.



NOTA:

- (1) Peralte y transición en figura 502.07
- (2) Caso óptimo : $\overline{CD} = 0$, o sea \overline{BD} (curva de transición) = LD
- (3) "A" - Ver valores en figura 502.10

Fuente DG- 2013.

TABLA 1.18 Ángulo de incidencia (\emptyset).

Tabla 502.11
Ángulo de incidencia (\emptyset) de carril de deceleración

VC (Km/h)	< 60	60	70	80	90	100	110
\emptyset (°)	11,0	9,0	7,5	5,5	5,0	4,5	4,0

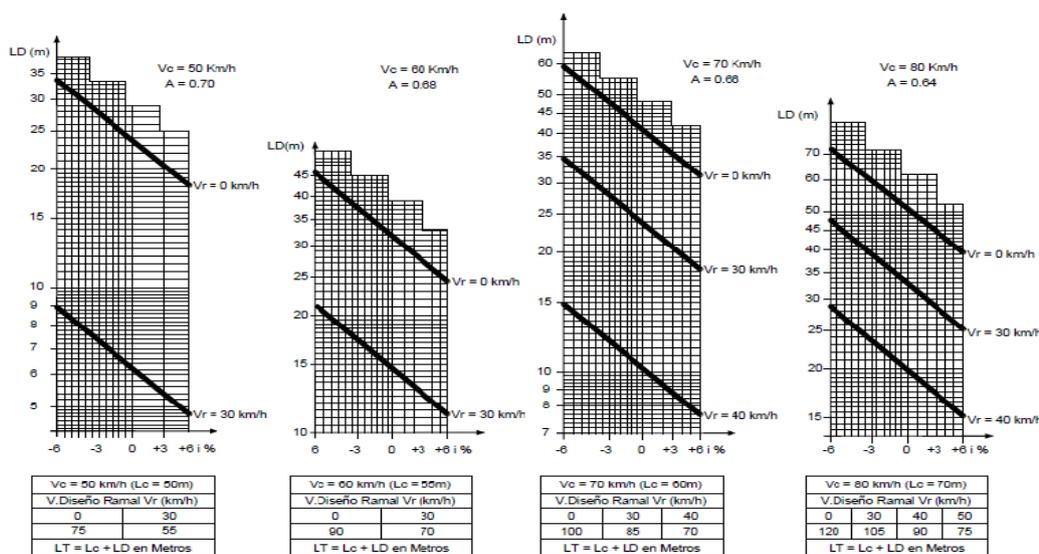
Fuente DG- 2013.

En la **Figura 1.18**, se muestra gráficamente valores de longitudes de carriles de deceleración (LD), con cuadros resúmenes para $LT=LC+LD$, para velocidades de diseño que van desde 50 Km/h hasta 80 Km/h, distintas velocidades de diseño de ramales, y en función de las pendientes longitudinales de la vía.

Carriles centrales de deceleración

Se puede diseñar carriles de deceleración para girar a la izquierda desde una carretera principal, los cuales por lo general se sitúan en el centro de la carretera, con esta finalidad y si los volúmenes de transito lo requieren, se diseñarán los ensanchamientos necesarios en la zona de cruzamiento. En la **Figura 1.19** se muestra un carril de este tipo. Las longitudes LC y LD son las que corresponden a la **Figura 1.18**, a las cuales hay que sumarle una longitud LE, a lo largo de la zona de espera, que depende del flujo vehicular.

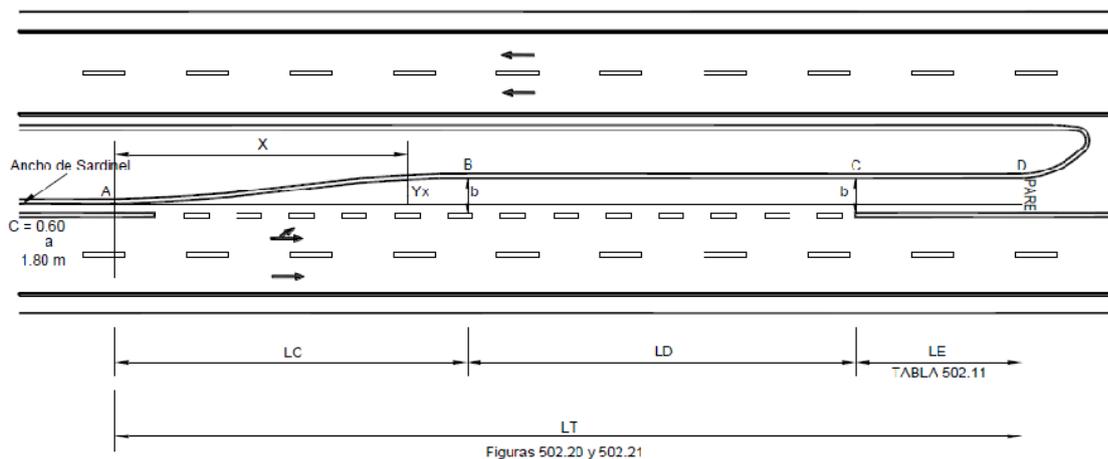
FIGURA 1.18. Longitudes de carriles de deceleración LD.



Fuente DG- 2013.

Si existe un semáforo en el punto D de la **Figura 1.19**, la longitud de espera (LE) se determinará del cálculo del largo de las filas de vehículos en espera en un ciclo, estimándose en 7,5 m el espacio promedio requerido por cada vehículo.

FIGURA 1.19. Carril central de deceleración.



NOTA. Para valores de $Yx = f(x)$. Vea Tabla en figura 502.22 ($C = 0.60 \text{ m}$, $a = 1.20 \text{ m}$.)

Fuente DG– 2013.

Si en lugar de un semáforo, existe una señal "PARE", el valor de la longitud de espera (LE), se obtendrá de la **Tabla 1.19**

TABLA 1.19 Valores de la longitud de espera (LE).

Nº Veh/h que giran	30	60	100	200	300
Longitud de espera LE (m)	8	15	30	60	75

Fuente DG– 2013.

Tránsito por el separador central

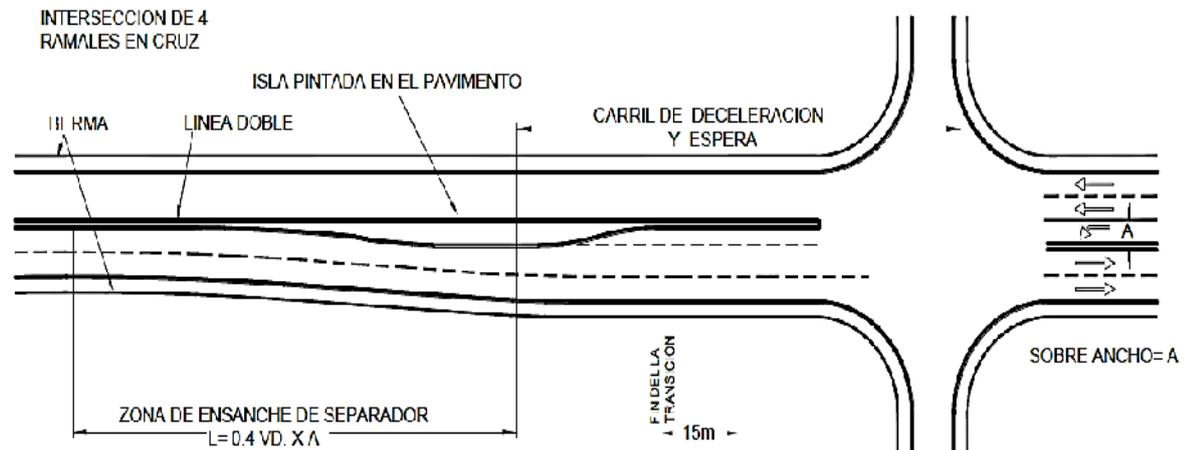
Las intersecciones tienen por finalidad posibilitar el tránsito vehicular que cruza la vía o realiza giros a la izquierda, por la zona del separador central.

La pendiente transversal en la zona del separador no debe superar el 5%, y el ancho de la abertura del separador central, no debe ser menor a 12 m.

a. Cruces y giros a la izquierda

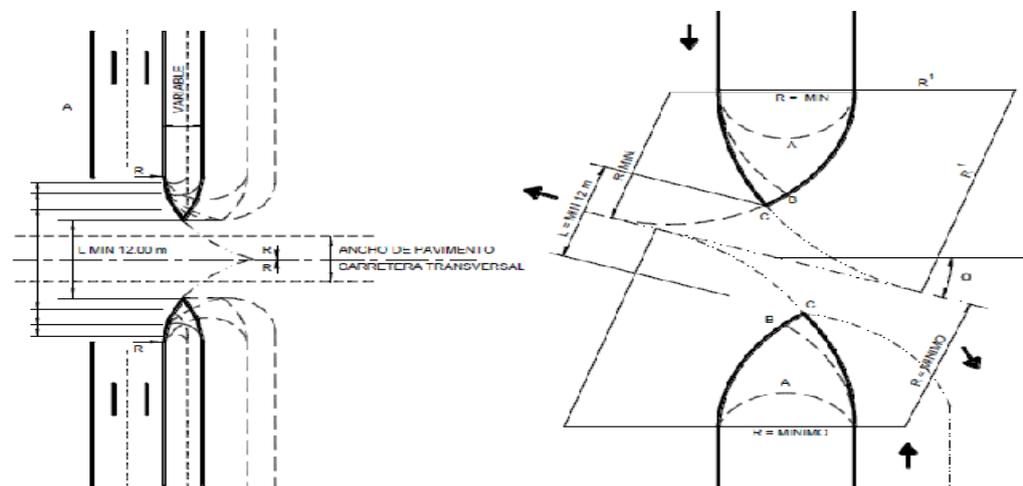
A continuación, se muestran algunos ejemplos de giros a la izquierda en intersecciones con separadores centrales y dimensiones de aberturas.

FIGURA 1.20. Intersección a nivel en “cruz” para giros a la izquierda y de cruce.



Fuente DG- 2013.

FIGURA 1.21. Detalle de la abertura de un separador.



Fuente DG- 2013.

b. Giros en U en torno al separador central

El diseño geométrico de carreteras, no debe considerar giros de esta naturaleza, por tratarse de maniobras que ponen en riesgo la seguridad vial; en todo caso, en las intersecciones a nivel, debe diseñarse **rotondas u otra**

TABLA 1.20 Dimensiones de separadores centrales para giros a la izquierda. Radio de giro mínimo

15m.

Esviaje	Ancho Separador (m)	Ancho de aberturas normales al camino que cruza (m)			R1 Caso C asimétrico (m)
		Semi-circulo A	Punta de Proyectil		
			Simétrico B	Asimétrico C	
0"	1,00	29,0	29,0	-----	-----
	2,00	26,0	23,0	-----	-----
	2,50	28,0	21,0	-----	-----
	3,00	27,0	19,0	-----	-----
	5,00	24,0	13,0	-----	-----
	9,00	21,0	12,0 min.	-----	-----
	12,00	18,0	12,0 min.	-----	-----
	15,00	15,0	12,0 min.	-----	-----
	18,00	12,0	12,0 min.	-----	-----

Fuente DG– 2013.

solución adecuada, para el retorno de los vehículos.

Islas.

Una isla es una zona bien definida, situada entre los carriles de circulación y destinada a guiar el movimiento de vehículos o a servir de refugio para peatones. Se tienen los tipos de islas:

Islas Direccionales Son usadas para controlar y dirigir movimientos de tráfico en áreas pavimentadas muy espaciosa. La más común es la isla triangular, para giros a la derecha. Las islas centrales que sirve como guías.

Islas Divisorias Las islas divisorias son aplicables en avenidas de tráfico en doble sentido y cercano a intersecciones, también en carriles de espera.

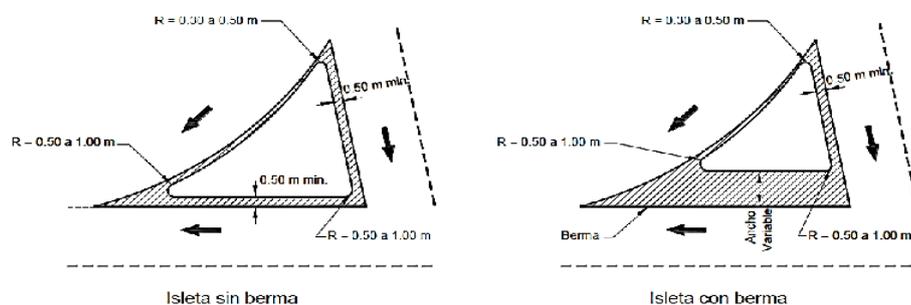
Islas de Refugio Son las que sirven para proporcionar una zona de protección a los peatones, como evitar cruces largos en una intersección.

Tamaño y Trazado de Islas.

Las islas deben ser lo suficientemente grandes para llamar la atención de los conductores. La isla debe tener una superficie mínima de 4,5 m² preferible de 7 m². A su vez, las triangulares deben tener un lado mínimo de 2,4 metros y preferible de 3,6 metros. Las alargadas (con forma de gota) deben tener un largo mínimo de 3,6 a 6 metros y un ancho de 1,2 metros, salvo en aquellos casos donde el espacio esté limitado que pueden reducirse a un ancho mínimo absoluto de 0,6 metros.

La **Figura 1.22** Muestra un ejemplo de Islas de canalización o direccional.

FIGURA 1.22. Islas de canalización o direccionales.



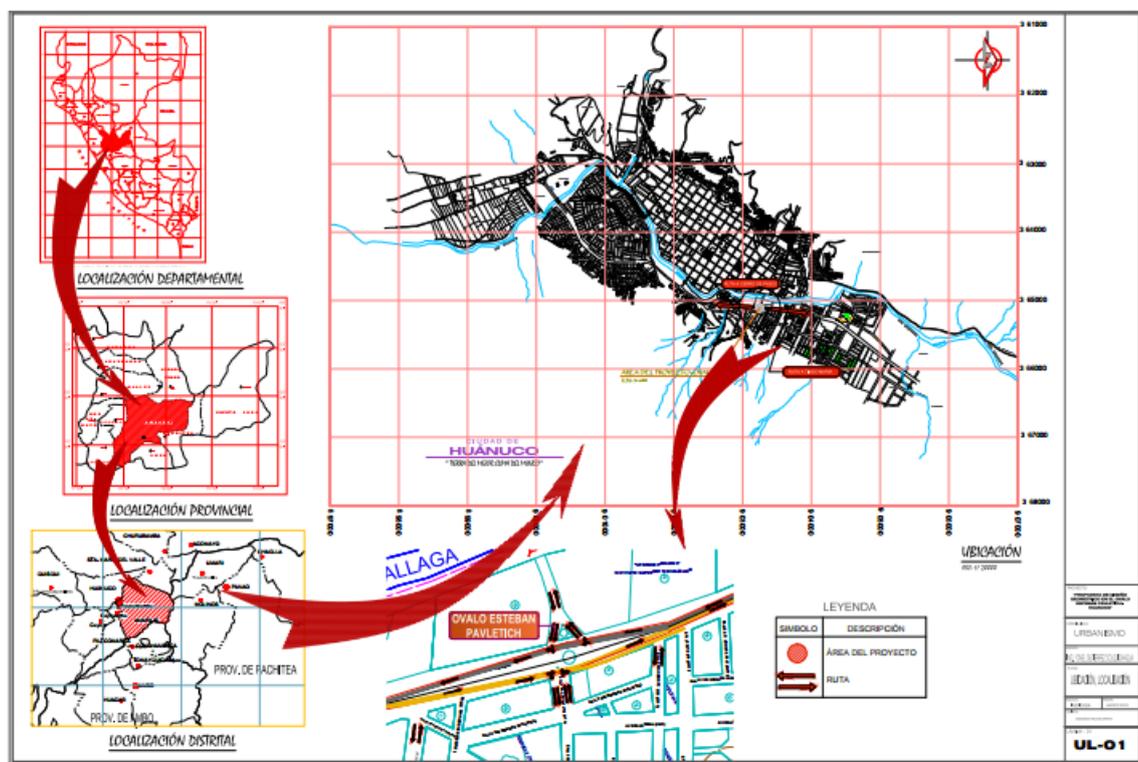
Fuente DG- 2013.

Por lo visto y expuesto en los capítulos anteriores en el presente trabajo, en la cual se propone un diseño geométrico que mejorará la congestión vehicular haciendo que los niveles de servicio del Ovalo Esteban Pabletich sean buenos.

Lo que se propuso hacer en el diseño fue aislar los puntos de conflicto, que son los causantes de la congestión vehicular y tratar de que se reduzca sustancialmente en la intersección.

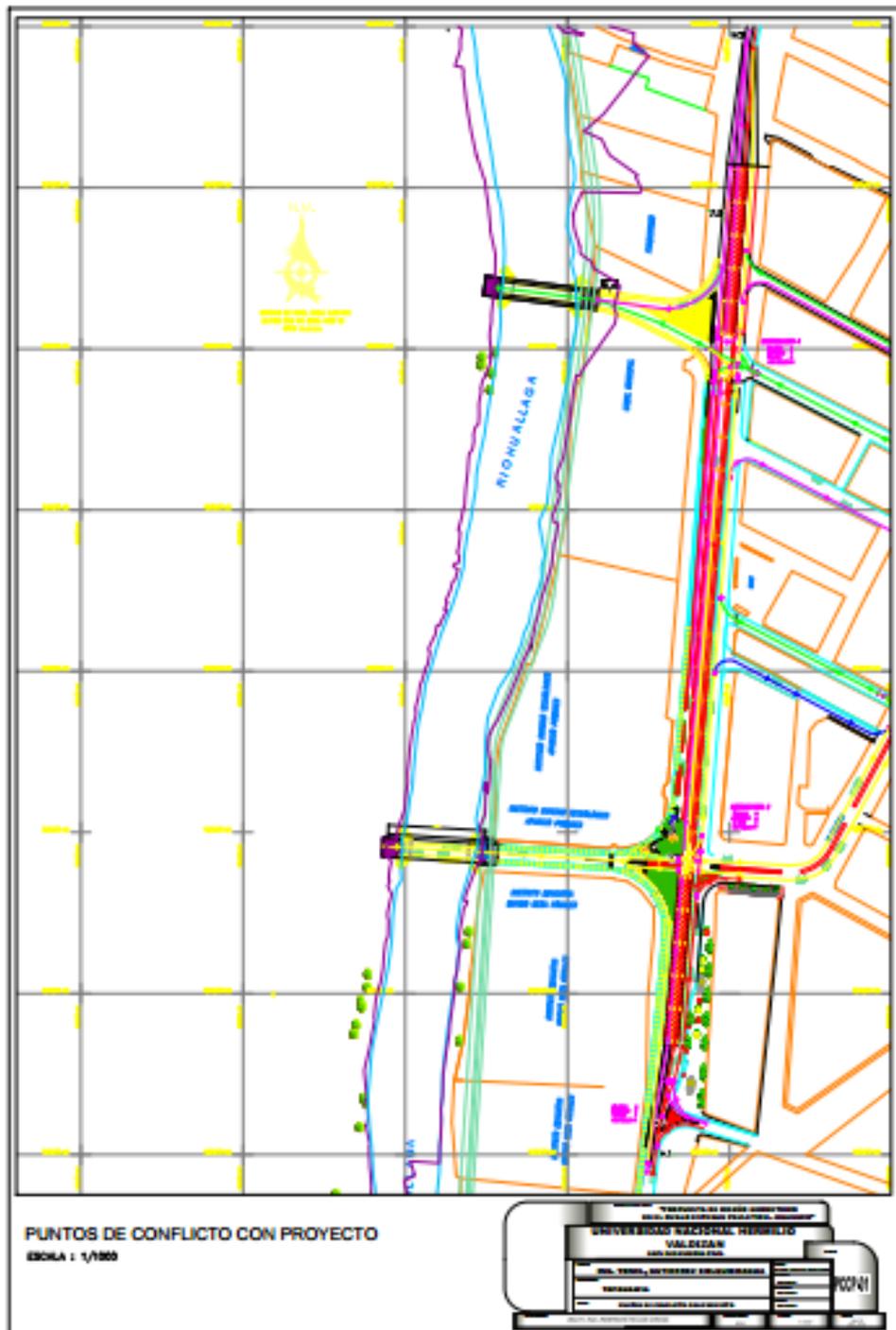
3.1.3. Generar planos:

FIGURA 1.32. Plano de ubicación y localización.



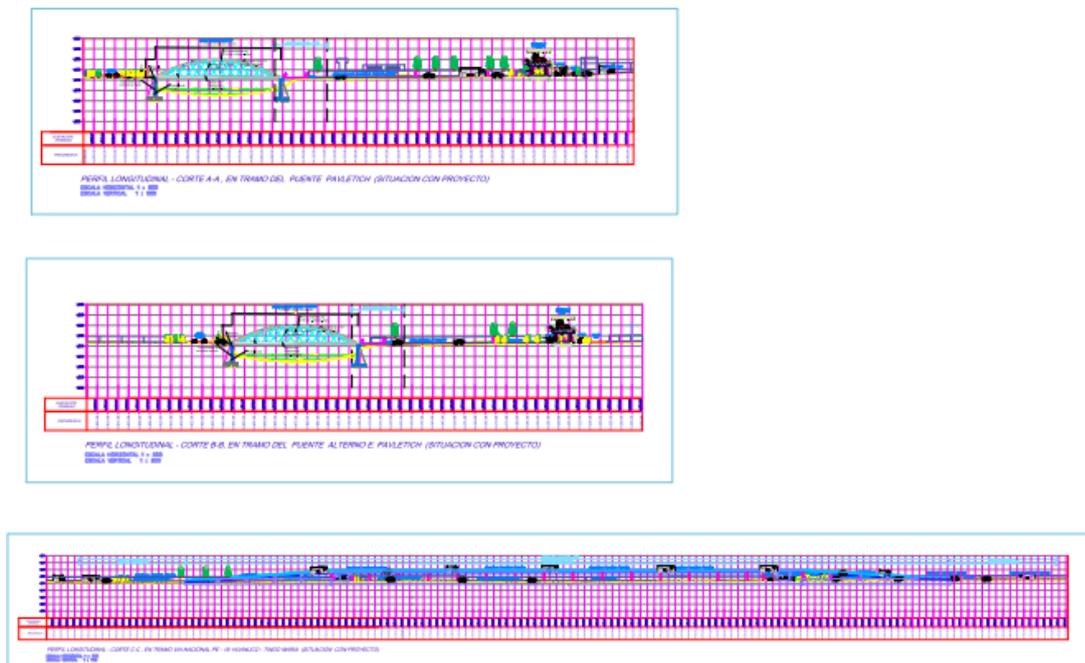
Fuente: Propia.

FIGURA 1.33. Puntos de conflicto con proyecto.

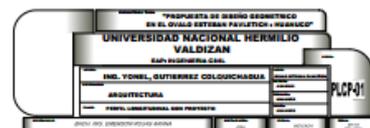


Fuente: Propia.

FIGURA 1.34. Perfil longitudinal con proyecto.



PERFIL LONGITUDINAL CON PROYECTO
 ESCALA : INDICADA



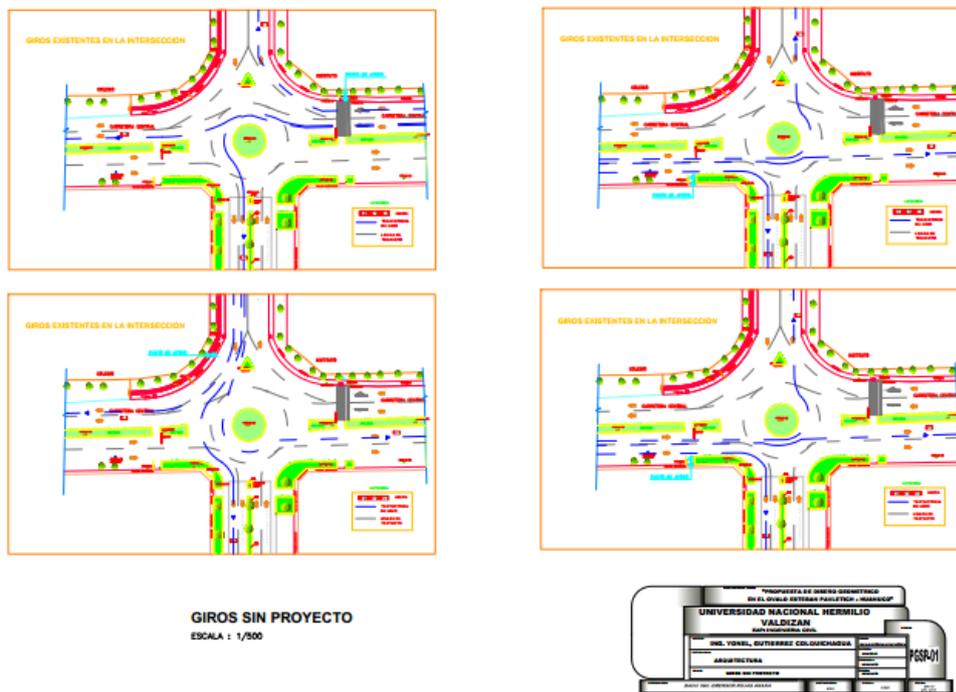
Fuente: Propia.

FIGURA 1.35. Planta general.



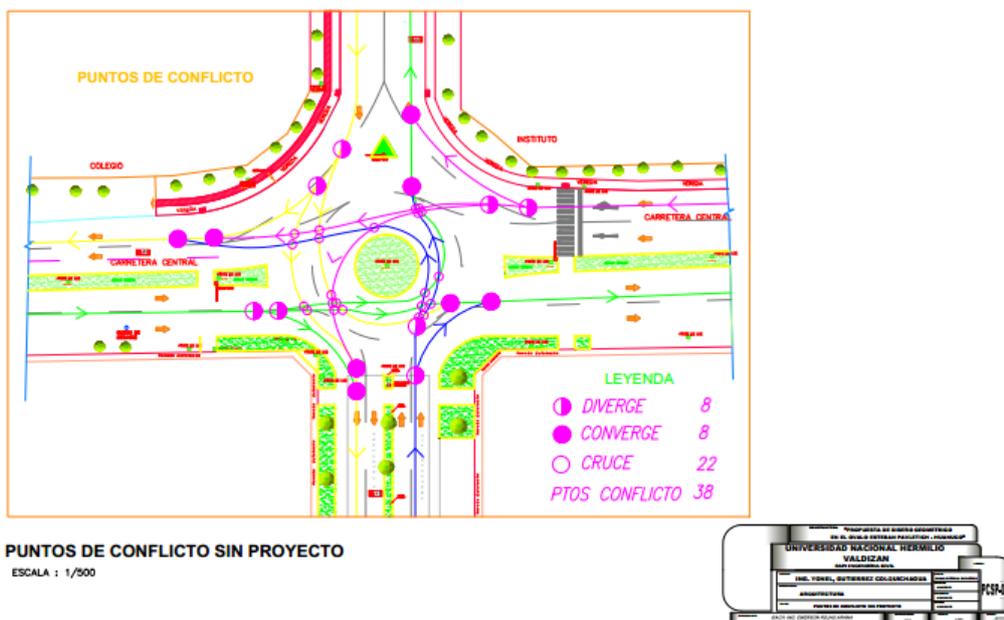
Fuente: Propia.

FIGURA 1.36. Plano de giros sin proyecto.



Fuente: Propia.

FIGURA 1.37. Puntos de conflicto sin proyecto.



Fuente: Propia.

3.1.4. Niveles de servicios y puntos de conflicto.

Según la tabla y los parámetros de diseño se tiene que el nivel de servicio es de nivel C.

TABLA 3.1 Niveles de Servicios.

NIVEL A	Flujo libre de vehículos, bajos volúmenes de tránsito y relativamente altas velocidades de operación (90 km/hr o más). La demora de los conductores no es mayor al 35% del total del tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 490 veh/hr.
NIVEL B	Flujo libre razonable, pero la velocidad empieza a ser Restringida por las condiciones del tránsito (80 km/hr). La demora de los conductores no es mayor al 50% del total del tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 780 veh/hr.
NIVEL C	Se mantiene en zona estable, pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad (70 Km./hr). La demora de los conductores alcanza el 65% del total del tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 1,190 veh/hr.
NIVEL D	Acercándose a flujo inestable, los conductores tienen poca libertad para maniobrar. La velocidad se mantiene alrededor de los 60 Km./hr. La demora de los conductores es cercana al 80% del total del tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 1,830 veh/hr.
NIVEL E	Flujo inestable, suceden pequeños congestionamientos. La velocidad cae hasta 40 Km./hr. La demora de los conductores es mayor al 80% del total del tiempo de viaje.
NIVEL F	Flujo forzado, condiciones de “pare y siga”, congestión de tránsito.

Fuente: Highway Capacity Manual 2000 (HCM2000).

Los puntos de conflicto son reducidos como indica la siguiente tabla:

TABLA 3.2 Resumen de Puntos de Conflicto.

CONDICION	INTERSECCION	CONVERGENTE	DIVERGENTE	CRUCE	TOTAL
SIN PROYECTO	1	8	8	22	38
CON PROYECTO	1	2	3	3	8
	2	5	5	5	15
	3	2	3	1	6

Fuente: Propia

Esta tabla indica la reducción de 38 puntos de conflictos a solo 8 y el traslado de 15 y 6 puntos de conflicto en otras intersecciones respectivamente.

3.1.5. Del Diseño Geométrico.

¿Por qué se pensó en el paso a desnivel?

Como se trata de una intersección (Ovalo Esteban Pabletich) en la que la que forma parte una vía de primer orden o vía nacional que conecta a las regiones de Huánuco - Pasco por el sur y Huánuco – Ucayali por el norte.

Entonces estamos frente a una vía de clasificación nacional PE-18A, en la que se tiene que priorizar por su alto tránsito, entonces se pensó en dar una continuidad a la vía, esto implicaba que se tenía que aislar de la intersección, ya sea mediante un viaducto o un paso a desnivel.

So opto por el diseño de un paso a desnivel ya que si se tratara de un viaducto se tendría que pensar en la evacuación de las aguas pluviales y eso sería más complicado de diseñar ya que muy cerca de esta vía se encuentra el rio Huallaga y eso implica saber los niveles freáticos de estas aguas.

¿Por qué se hizo un nuevo trazo de desvió de la carretera central y no se implementó 2 carriles adicionales en la vía que conecta al Puente con el Ovalo Esteban Pabletich?

El principal inconveniente para la implementación de dos carriles adicionales es el ancho que se tiene (desde el colegio hasta el instituto), el cual es muy reducido.

Si hacemos un desvió de la carretera centra hacia la ciudad de Huánuco (muy cerca al camal), esto haría que también aliviemos la congestión en el Ovalo Esteban Pabletich ya que también estaríamos trasladando algunos puntos de conflicto y reduciendo así los puntos de conflicto en el Ovalo.

Este nuevo trazo permite que vía que conecta el Puente con el Ovalo tenga un solo sentido en dos carriles (entrando a la carretera) y por otro lado el nuevo trazo de vía también tenga un solo sentido en dos carriles (entrando a Huánuco).

Conclusiones

1. Con este diseño geométrico planteado en el presente trabajo de investigación va a mejorar considerablemente los niveles de servicio y puntos de conflicto en el transporte vehicular en el Ovalo Esteban Pavletich – Huánuco.
Existen muchas soluciones al respecto, pero se consideró la más adecuada planteada en el presente trabajo de investigación.
2. Dar una continuidad a la carretera central aislándolo de la intersección mejora mucho los niveles de servicio.
3. El nivel de servicio en la carretera central va a ser de nivel C con un flujo de 1,190 veh/hr y con una velocidad máxima de 70 km/h.
4. Con el diseño geométrico propuesto se redujo los puntos de conflicto en el Ovalo Esteban Pavletich, para un mejor flujo vehicular.
5. Se consideró islas para dar un mejor flujo vehicular y seguridad vial.

Recomendaciones

- Se recomienda hacer aforos vehiculares en puntos estratégicos en la ciudad de Huánuco, utilizando la tecnología como cámaras de conteo vehicular.
- Para un diseño óptimo se recomienda trasladar los puntos de conflicto en una intersección congestionada (punto crítico), hacia uno menos congestionado.
- Se recomienda actualizar el planeamiento urbano de la zona.
- Teniendo en cuenta el crecimiento del parque automotor se recomienda la posibilidad de plantear un buypass o de lo contrario hacer un nuevo trazo de carretera.
- Se recomienda a la Universidad Hermilio Valdizan promover el estudio y la investigación en el campo de la ingeniería de transporte y tránsito.
- Se recomienda al Gobierno Regional de Huánuco y a la Municipalidad Provincial de Huánuco, tomar decisiones para controlar el crecimiento descontrolado del parque automotor.

Referencias Bibliográficas

- Chávez V. (2005). Manual de Diseño Geométrico de vías Urbanas - 2005 - VCHI. Lima, Perú: ICG "Instituto de la Construcción y Gerencia".
- Nicholas J./Lester A. Hoel. (2005). "Ingeniería de tránsito y carreteras." México:Thomson Editores S.A. de C.V.
- Castelán, E. (2007). "Diseño de Caminos y Carreteras". Perú: ALPE.
- Braestrup M./ Rodriguez, M./ Morales, R./ Rivva, E./ Gonzales, M./ Husni, R. (2008). Ingeniería de tránsito. Lima- Perú: ICG "Instituto de la Construcción y Gerencia".
- Gómez, R. (2009). "Guía de la Ingeniería de Transito". Perú: ALPE.
- Veizaga, R. (2010). "Ingeniería de Transito". Perú: ALPE
- National academy of engineering. (2010). Highway capacity manual. EE.UU: HCM.
- Otero, L. (2015). "Alternativa de solución vial a la intersección de las Av. A. Cáceres y Av. Ramón Mugica, Piura". Universidad de Piura. Piura-Perú.
- Guzman, J. (2015). "Rediseño del Ovalo de Naranjal". Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima - Perú. Sitio web: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6035>.
- Díaz, F. (2012). "Análisis vial de dos intersecciones sin semáforo en zona aledaña a nuevo Terrapuerto de Piura". Universidad de Piura. Piura-Perú.
- Esquivel, W. (2011). "Elementos de diseño y planeamiento de intersecciones urbanas". Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima - Perú.
- Rivera, J./ Das Neves, G./ Villanueva, M./ Rolón R. (2008). "Análisis por micro simulación de las mini-rotondas urbanas". *Ingeniería*, 12(3), pag. 33-41. Argentina.
- Cornelio, D. (2015). "Análisis de Flujo Vehicular en el Ovalo Esteban Pabletich de la Ciudad de Huánuco Utilizando el Software PTV VISSIM7", Universidad de Huánuco. Huánuco – Perú.

Anexos:

Anexo 1: Fichas de Aforos Vehiculares

Para la Presentación de Datos.

Debemos tener en cuenta lo siguiente:

Tipos de Vehículos: se tuvo en cuenta la siguiente nomenclatura

- M: Mototaxis
- A: Autos (Tico, Sedan), Camionetas
- B: Combis, Buses, Custer
- 2E: Camión 2 Ejes
- 3E: Camión 3 Ejes, Camión Semi- Remolque, Camión Remolque.

TABLA A1. Cuadro de aforos vehiculares.

INTERSECCION: OVALO ESTEBAN PAVLETICH - AMARILIS - HUANUCO					
AFORADOR:					
DIA:					
TURNO: mañana - tarde					
GIRO / VEHICULO	M	A	B	2E	3E
06:00 - 07:00					
07:00 - 08:00					
08:00 - 09:00					
12:00 - 13:00					
13:00 - 14:00					
14:00 - 15:00					
16:00 - 17:00					
18:00 - 19:00					

Fuente: propia.

Afros Vehiculares: Según giro y tipo de vehículo.

Aforo del día lunes (23/05/2016)

GIROS: 11, 12, 13, 21, 22, 23, 31, 32, 33, 41, 42, 43.

TABLA A2. Cuadro de afros vehiculares de giros del día lunes.

INTERSECCION:		OVALO ESTEBAN PAVLETICH - AMARILIS - HUANUCO																													
DIA: LUNES		FECHA: 23 de mayo del 2016																													
TURNO: mañana - tarde																															
GIRO		11					12					14					21					22					23				
HORA / VEHICULO		M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E
06:00 - 07:00	84	102	0	0	0	73	86	0	0	13	14	11	0	0	0	30	43	0	0	7	113	120	0	3	1	87	94	1	4	7	
07:00 - 08:00	163	205	2	0	1	147	172	2	11	16	20	21	0	2	0	70	85	1	5	5	225	250	0	2	1	175	187	5	3	5	
08:00 - 09:00	175	154	3	2	4	110	129	0	8	12	15	18	1	1	0	53	55	1	3	4	169	192	0	4	2	131	140	3	4	4	
12:00 - 13:00	101	123	1	3	3	83	103	0	0	15	12	14	0	0	1	42	52	1	5	3	135	154	0	2	1	105	112	2	2	3	
13:00 - 14:00	137	101	3	0	9	117	138	2	8	10	10	19	0	0	1	50	09	1	1	0	180	200	0	3	1	170	150	2	3	1	
14:00 - 15:00	169	133	0	3	5	95	112	0	7	14	13	15	1	2	1	46	55	2	5	4	146	165	0	3	2	114	122	0	2	6	
16:00 - 17:00	143	174	3	4	6	125	146	8	6	13	17	20	0	2	0	60	73	1	4	5	101	118	0	2	2	148	150	1	5	7	
18:00 - 19:00	117	143	3	0	7	103	120	8	8	9	10	17	0	0	0	45	00	0	3	2	158	173	0	1	0	122	131	3	1	2	

INTERSECCION:		OVALO ESTEBAN PAVLETICH - AMARILIS - HUANUCO																													
DIA: MARTES		FECHA: 23 de mayo del 2016												TURNO: mañana - tarde																	
GIRO		11					12					13					41					42					43				
HORA / VEHICULO	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	
06:00 - 07:00	47	58	0	2	3	85	101	0	8	17	49	43	0	1	4	10	14	0	0	0	98	113	0	1	2	38	45	0	0	0	
07:00 - 08:00	99	116	0	6	4	155	202	0	13	22	70	86	0	3	4	21	28	0	0	1	196	225	0	2	2	75	92	0	1	2	
08:00 - 09:00	71	87	0	5	4	124	151	0	13	18	53	65	0	4	3	15	21	0	0	0	147	169	1	0	0	56	69	0	0	0	
12:00 - 13:00	57	69	0	5	2	99	122	1	11	16	42	52	0	5	6	11	17	0	0	0	128	135	0	2	1	45	55	0	3	1	
13:00 - 14:00	51	59	0	8	3	132	162	0	12	10	59	69	0	4	4	17	22	0	0	0	157	169	0	3	0	60	71	0	1	2	
14:00 - 15:00	62	75	1	4	0	107	131	3	11	19	45	56	0	3	3	14	18	0	0	0	128	145	1	1	3	49	60	0	0	1	
18:00 - 19:00	97	96	0	4	2	140	172	1	12	15	60	73	0	4	5	15	24	0	0	0	167	171	0	2	2	64	78	0	3	0	
19:00 - 20:00	69	81	0	3	2	119	141	8	13	10	59	60	0	5	3	15	19	0	1	1	137	158	0	3	0	53	61	0	1	2	

Fuente: propia.

Aforo del día martes (24/05/2016)

GIROS: 11, 12, 13, 21, 22, 23, 31, 32, 33, 41, 42, 43.

TABLA A3. Cuadro de aforos vehiculares de giros del día martes.

INTERSECCION:		OVALO ESTEBAN PAVLETICH - AMARILIS - HUANUCO																													
DIA: MARTES		FECHA: 24 de mayo del 2016												TURNO: mañana - tarde																	
GIRO		11					12					13					21					22					23				
HORA / VEHICULO	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	
05:00 - 07:00	75	97	2	3	7	69	81	3	9	13	12	15	0	1	0	33	41	0	3	4	106	121	0	1	2	82	88	0	5	7	
07:00 - 08:00	158	194	3	4	5	139	162	5	8	15	19	22	0	0	1	66	82	0	6	4	213	242	0	4	1	165	177	4	3	4	
08:00 - 09:00	110	145	1	3	4	104	122	2	7	12	14	17	0	2	0	50	61	1	3	3	150	181	0	1	2	124	133	2	4	3	
12:00 - 13:00	95	115	2	3	4	83	97	0	9	14	11	13	0	1	1	40	45	3	5	5	128	145	0	2	2	99	106	1	5	8	
13:00 - 14:00	127	155	0	4	5	111	130	0	8	12	15	18	0	0	0	53	65	1	3	6	170	193	0	3	1	132	141	3	5	4	
14:00 - 15:00	103	125	2	3	4	90	105	2	7	13	12	14	0	1	0	43	53	2	2	3	138	157	0	1	0	107	115	0	3	5	
18:00 - 19:00	135	160	2	3	0	118	135	0	9	12	16	19	1	2	0	56	65	2	5	4	182	205	0	3	1	170	180	2	4	5	
19:00 - 20:00	111	135	0	3	2	97	114	5	7	13	9	13	0	0	1	46	57	0	2	5	149	169	0	1	2	115	124	2	3	6	

Fuente: propia.

Aforo del día miércoles (25/05/2016)

GIROS: 11, 12, 13, 21, 22, 23, 31, 32, 33, 41, 42, 43.

INTERSECCION:		OVALO ESTEBAN PAVLETICH - AMARILIS - HUANUCO																													
DIA: MARTES		FECHA: 24 de mayo del 2016												TURNO: mañana - tarde																	
GIRO		31					32					33					41					42					43				
HORA / VEHICULO	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	
05:00 - 07:00	45	55	0	2	3	78	95	5	8	14	33	41	0	5	2	11	13	0	1	0	93	106	0	2	2	29	43	0	2	0	
07:00 - 08:00	90	109	1	6	4	156	191	4	18	22	67	81	0	3	3	20	26	0	0	0	185	213	0	3	0	71	87	0	0	1	
08:00 - 09:00	67	82	0	5	3	117	143	0	11	14	59	61	0	2	3	15	20	0	0	1	139	151	0	2	1	53	65	0	2	0	
12:00 - 13:00	54	65	0	3	2	94	114	2	12	18	40	49	0	4	4	12	16	0	1	0	111	128	0	3	1	43	52	0	1	2	
13:00 - 14:00	72	88	0	5	3	125	153	1	11	14	53	65	0	3	3	16	21	0	0	1	148	170	1	0	0	57	70	0	1	0	
14:00 - 15:00	56	71	0	3	4	101	124	0	14	20	43	53	0	2	3	13	17	0	2	0	120	136	0	3	2	46	57	0	4	1	
18:00 - 19:00	76	93	0	6	2	133	162	3	9	12	57	69	0	3	3	17	22	0	1	1	158	181	0	2	2	60	71	0	1	0	
19:00 - 20:00	66	77	0	2	0	109	134	7	14	14	47	57	0	2	2	15	17	0	0	0	130	145	0	2	1	50	55	0	2	0	

TABLA A4. Cuadro de aforos vehiculares de giros del día miércoles.

INTERSECCION:		OVALO ESTEBAN PAVLETICH - AMARILIS - HUANUCO																																		
DIA: MIERCOLES		FECHA: 25 de mayo del 2016																																		
		TURNO: mañana										tarde																								
GIRO		11					12					13					21					22					24									
HORA / VEHICULO		M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E
06:00 - 07:00	71	87	2	3	0	62	73	7	8	11	12	10	0	3	3	30	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
07:00 - 08:00	143	171	1	1	1	125	146	5	7	15	17	20	0	1	1	50	73	2	5	1	191	218	0	2	2	148	159	3	1	3						
08:00 - 09:00	107	131	1	3	5	94	110	1	6	11	13	15	1	1	1	45	55	2	4	7	143	163	0	3	2	111	119	3	4	3						
09:00 - 10:00	86	105	0	2	4	75	88	0	8	13	10	12	0	0	0	38	44	3	5	5	115	131	0	2	1	80	88	1	5	7						
10:00 - 11:00	127	159	0	1	0	100	117	0	7	11	14	16	1	3	3	78	99	0	3	0	203	247	0	3	1	119	127	2	1	1						
11:00 - 13:00	93	113	2	3	4	81	95	2	5	11	11	13	0	0	0	39	48	1	2	3	124	141	0	1	0	97	103	3	3	5						
13:00 - 15:00	171	143	1	1	4	106	124	7	8	11	14	17	0	1	1	51	62	3	4	8	163	185	0	2	1	126	135	2	5	5						
15:00 - 17:00	100	122	2	4	0	87	102	2	6	12	10	12	0	3	3	44	52	0	3	4	134	152	0	3	2	104	111	0	4	0						

INTERSECCION:		OVALO ESTEBAN PAVLETICH - AMARILIS - HUANUCO																																		
DIA: MIERCOLES		FECHA: 25 de mayo del 2016																																		
		TURNO: mañana										tarde																								
GIRO		31					32					33					41					42					43									
HORA / VEHICULO		M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E
06:00 - 07:00	40	49	0	4	2	70	85	7	7	16	30	28	0	1	1	10	12	0	2	0	83	96	0	2	1	26	39	0	3	2						
07:00 - 08:00	61	76	0	5	4	140	172	3	16	20	60	73	0	3	3	18	24	0	1	1	167	191	0	1	2	64	76	0	1	1						
08:00 - 09:00	60	71	0	1	2	100	129	0	10	15	40	50	1	1	2	13	19	0	1	2	125	149	0	3	2	48	57	0	2	3						
09:00 - 10:00	48	59	0	2	2	84	103	2	11	16	36	44	0	2	3	11	14	0	3	0	100	115	0	2	2	38	47	0	1	1						
10:00 - 11:00	64	79	0	4	3	112	137	1	10	13	48	59	0	4	2	14	19	0	2	2	133	153	1	1	1	51	63	0	1	1						
11:00 - 13:00	52	61	0	3	1	91	112	2	13	18	35	49	0	2	3	12	16	0	0	0	108	129	0	2	2	42	51	0	3	2						
13:00 - 15:00	68	84	0	5	2	119	145	4	8	11	51	62	0	4	3	15	20	0	3	1	142	168	0	3	1	54	67	0	1	2						
15:00 - 17:00	55	71	0	3	2	98	120	4	12	16	42	51	0	4	4	14	18	0	2	0	117	134	0	2	2	45	56	0	2	1						

Fuente: propia.

Aforo del día jueves (26/05/2016)

GIROS: 11, 12, 13, 21, 22, 23, 31, 32, 33, 41, 42, 43.

TABLA A5. Cuadro de aforos vehiculares de giros del día jueves

INTERSECCION:		OVALO ESTEBAN PAVLETICH - AMARILIS - HUANUCO																																		
DIA: JUEVES		FECHA: 26 de mayo del 2016																																		
		TURNO: mañana										tarde																								
GIRO		11					12					13					21					22					23									
HORA / VEHICULO		M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E
06:00 - 07:00	75	92	1	3	8	66	77	3	8	12	13	14	0	0	0	32	39	0	4	3	101	115	0	4	2	76	84	1	4	5						
07:00 - 08:00	151	164	2	4	3	132	155	1	10	18	21	19	0	1	2	63	78	2	5	5	203	230	0	3	1	157	169	4	3	3						
08:00 - 09:00	113	138	3	5	9	99	116	2	7	12	13	16	2	1	0	47	58	0	2	3	152	173	1	0	3	118	129	2	1	1						
09:00 - 10:00	91	111	1	2	8	79	93	0	8	14	11	13	0	0	0	38	47	2	4	3	122	138	0	3	1	94	101	2	2	3						
10:00 - 11:00	121	146	2	5	8	106	124	1	7	14	14	17	0	1	0	51	62	0	3	5	162	184	0	5	2	126	135	1	3	4						
11:00 - 13:00	98	120	1	3	0	86	101	1	6	12	12	14	2	2	2	41	51	2	0	1	132	150	0	3	2	102	110	2	1	0						
13:00 - 15:00	128	157	3	4	6	112	132	7	7	11	15	18	0	2	0	54	65	1	4	4	172	195	0	4	2	134	143	0	4	5						
15:00 - 17:00	106	125	0	5	7	92	105	5	7	15	14	17	0	1	0	44	54	0	3	5	142	161	0	1	1	110	118	2	3	10						

INTERSECCION:		OVALO ESTEBAN PAVLETICH - AMARILIS - HUANUCO																																		
DIA: JUEVES		FECHA: 26 de mayo del 2016																																		
		TURNO: mañana										tarde																								
GIRO		31					32					33					41					42					43									
HORA / VEHICULO		M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E
06:00 - 07:00	39	52	0	2	3	77	91	0	7	13	29	38	0	4	3	5	12	0	0	0	88	101	0	2	1	33	41	0	0	0						
07:00 - 08:00	89	104	1	7	1	149	188	0	12	20	53	78	0	5	4	19	25	0	1	0	177	208	0	3	3	68	83	0	2	1						
08:00 - 09:00	64	78	0	4	4	112	136	2	12	16	48	58	1	6	3	14	19	0	0	0	132	150	0	4	2	51	62	1	2	2						
09:00 - 10:00	51	61	1	5	1	80	100	1	10	17	38	47	0	7	3	11	15	0	0	1	106	122	0	2	0	41	50	0	1	3						
10:00 - 11:00	82	88	0	6	3	119	145	0	9	15	51	62	0	8	3	15	20	0	1	0	211	242	0	1	1	91	99	0	2	1						
11:00 - 13:00	55	68	0	3	1	97	118	2	10	17	41	50	0	3	4	12	16	0	0	1	115	130	0	1	1	44	54	0	1	2						
13:00 - 15:00	87	87	1	4	2	126	154	2	11	14	54	66	1	7	5	18	21	0	1	0	150	172	1	4	2	58	70	0	0	1						
15:00 - 17:00	71	85	0	2	2	104	127	0	12	19	41	54	0	4	3	13	17	0	0	0	124	142	0	2	0	35	48	0	2	1						

Fuente: propia.

Aforo del día viernes (27/05/2016)

GIROS: 11, 12, 13, 21, 22, 23, 31, 32, 33, 41, 42, 43.

TABLA A6. Cuadro de aforos vehiculares de giros del día viernes.

INTERSECCION:		OVALO ESTEBAN PAVLETICH - AMARILIS - HUÁNUCO																													
DÍA: VIERNES		FECHA: 27 de mayo del 2016																													
		TURNO: mañana - tarde																													
GIRO		11					12					13					21					22					23				
HORA / VEHICULO		M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E
06:00 - 07:00		93	114	3	4	8	82	96	8	11	15	11	13	1	1	0	35	43	1	4	5	125	142	0	1	2	97	104	3	0	8
07:00 - 08:00		186	228	0	3	5	163	191	0	9	19	22	26	0	0	0	78	95	2	3	5	250	281	0	2	2	131	208	6	1	6
08:00 - 09:00		140	171	4	4	3	172	143	2	8	14	17	20	0	1	0	54	77	2	3	4	188	213	0	2	1	146	156	3	4	4
12:00 - 13:00		112	137	1	3	7	98	115	0	11	17	13	16	1	1	0	47	53	1	5	3	150	171	0	4	1	116	125	3	2	4
13:00 - 14:00		179	182	1	1	7	190	158	2	9	24	18	21	0	2	1	62	77	2	1	7	200	228	0	2	2	105	166	2	3	5
14:00 - 15:00		171	148	0	2	5	105	124	0	8	15	14	17	1	1	0	51	62	1	2	4	163	185	0	1	1	126	135	0	4	6
18:00 - 19:00		156	194	5	4	6	179	162	6	11	14	15	22	0	1	1	66	82	2	3	5	213	242	0	4	2	155	177	2	5	8
19:00 - 20:00		130	159	1	3	4	114	134	9	9	15	15	18	0	0	0	50	57	1	2	0	175	195	0	1	1	136	146	4	4	7

INTERSECCION:		OVALO ESTEBAN PAVLETICH - AMARILIS - HUÁNUCO																													
DÍA: VIERNES		FECHA: 27 de mayo del 2016																													
		TURNO: mañana - tarde																													
GIRO		31					32					33					41					42					43				
HORA / VEHICULO		M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E
06:00 - 07:00		53	64	0	3	2	92	112	9	9	16	23	48	0	7	2	12	15	0	1	0	109	125	0	2	1	42	51	0	1	1
07:00 - 08:00		105	129	0	6	3	154	224	0	16	26	28	76	0	3	4	23	31	0	0	0	218	250	0	3	2	84	102	0	0	0
08:00 - 09:00		73	97	0	7	2	118	168	0	13	16	20	72	0	2	3	17	23	0	0	0	164	188	1	2	1	53	77	0	1	1
12:00 - 13:00		63	77	0	3	2	110	135	2	14	21	17	57	0	7	5	14	19	0	1	0	131	150	0	3	1	50	61	0	1	2
13:00 - 14:00		84	103	0	5	2	147	180	0	18	17	18	77	0	4	3	19	25	0	0	1	174	200	0	2	1	67	82	0	2	0
14:00 - 15:00		68	84	0	4	2	110	146	1	17	23	21	52	0	2	4	15	20	0	0	0	142	163	1	3	2	54	66	0	3	1
18:00 - 19:00		90	109	0	7	3	109	192	3	11	14	17	81	0	7	5	20	26	0	2	0	185	213	0	2	2	72	87	0	2	1
19:00 - 20:00		74	90	0	4	1	129	157	12	16	17	25	57	0	2	3	16	22	0	0	0	153	175	0	2	1	59	72	0	2	0

Fuente: propia.

Aforo del día sábado (28/05/2016)

GIROS: 11, 12, 13, 21, 22, 23, 31, 32, 33, 41, 42, 43.

TABLA A7. Cuadro de aforos vehiculares de giros del día sábado.

INTERSECCION:		OVALO ESTEBAN PAVLETICH - AMARILIS - HUÁNUCO																													
DÍA: SÁBADO		FECHA: 28 de mayo del 2016																													
		TURNO: mañana - tarde																													
GIRO		11					12					13					21					22					23				
HORA / VEHICULO		M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E
06:00 - 07:00		88	108	3	1	8	77	91	5	11	13	10	12	1	1	0	37	46	1	1	5	119	135	0	2	2	92	99	3	2	7
07:00 - 08:00		155	189	0	3	4	135	159	3	6	7	18	22	0	0	1	65	80	2	3	4	208	236	0	2	2	161	173	5	3	5
08:00 - 09:00		126	142	3	4	3	201	113	2	7	12	14	16	0	0	0	49	60	1	3	4	156	177	0	1	0	121	129	3	3	3
12:00 - 13:00		85	109	1	3	7	78	92	2	9	14	11	13	1	2	0	37	46	1	5	5	120	137	0	2	2	93	100	2	2	4
13:00 - 14:00		119	146	3	4	7	104	122	1	7	11	14	17	0	0	0	50	61	1	4	7	160	182	0	3	2	124	133	2	2	4
14:00 - 15:00		97	113	0	2	5	85	103	0	6	8	11	14	1	0	0	41	50	1	2	4	130	148	0	0	2	101	108	0	3	5
18:00 - 19:00		130	150	0	1	5	118	138	5	7	12	16	18	0	2	0	56	69	1	3	5	163	212	0	2	1	140	150	0	1	3
19:00 - 20:00		104	128	1	4	3	91	107	11	8	11	5	10	0	0	0	44	54	1	2	6	145	172	0	5	0	109	116	3	4	9

INTERSECCION:		OVALO ESTEBAN PAVLETICH - AMARILIS - HUÁNUCO																													
DÍA: SÁBADO		FECHA: 28 de mayo del 2016																													
		TURNO: mañana - tarde																													
GIRO		41					42					43					44					45									
HORA / VEHICULO		M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E
06:00 - 07:00		50	61	0	3	1	87	107	9	9	15	17	45	0	2	2	11	15	0	0	0	104	119	0	3	0	29	49	0	0	0
07:00 - 08:00		87	107	0	5	1	152	186	0	15	25	55	79	0	2	2	19	26	0	2	0	181	208	0	0	2	69	85	0	2	0
08:00 - 09:00		66	80	0	6	0	114	140	1	12	15	49	60	0	2	2	14	19	0	2	0	136	155	1	3	0	52	64	0	2	0
12:00 - 13:00		51	62	0	2	2	88	108	3	13	20	38	46	0	5	4	11	15	0	0	0	144	164	0	1	1	40	45	0	3	1
13:00 - 14:00		67	82	0	1	0	118	141	0	12	16	50	61	0	1	1	15	20	0	1	1	240	269	0	2	1	51	65	0	0	0
14:00 - 15:00		55	67	0	3	2	95	117	0	12	22	41	50	0	2	3	12	16	0	0	0	113	130	1	2	2	44	53	0	2	1
18:00 - 19:00		76	91	0	6	1	133	162	1	11	13	57	69	0	4	2	17	22	0	0	0	156	181	0	3	0	60	74	0	1	1
19:00 - 20:00		58	72	0	3	0	103	126	9	15	16	44	54	0	3	1	4	4	0	1	0	122	143	0	2	1	47	57	0	0	0

Fuente: propia.

Aforo del día domingo (29/05/2016)

GIROS: 11, 12, 13, 21, 22, 23, 31, 32, 33, 41, 42, 43.

TABLA A8. Cuadro de aforos vehiculares de giros del día sábado.

INTERSECCION:		OVALO ESTEBAN PAVLETICH - AMARIUS - HUANUCO																																	
DIA: DOMINGO		FECHA: 29 de mayo del 2016																																	
		TURNO: mañana - tarde																																	
HORA / VEHICULO	11					12					13					21					22					23									
	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E					
06:00 - 07:00	88	107	1	2	3	90	82	3	10	12	12	7	0	1	0	33	41	1	3	3	138	131	0	1	1	91	33	3	2	0					
07:00 - 08:00	153	167	2	3	4	122	143	4	5	13	16	20	2	2	0	58	72	2	3	5	205	234	0	3	0	159	171	1	3	5					
08:00 - 09:00	104	128	2	3	5	91	107	3	6	10	12	15	0	0	0	44	54	0	3	3	154	175	0	2	2	109	117	2	3	3					
12:00 - 13:00	80	95	1	1	0	90	83	1	8	12	10	11	0	2	0	39	41	1	1	0	108	123	0	2	1	89	99	2	2	1					
13:00 - 14:00	107	121	0	3	5	94	110	0	6	10	13	15	0	0	1	45	55	2	3	5	144	164	0	3	1	112	120	2	2	4					
14:00 - 15:00	87	107	2	5	4	76	60	0	6	11	10	12	2	1	0	37	45	1	3	5	117	133	0	0	1	91	97	1	3	4					
18:00 - 19:00	145	178	0	1	0	127	149	3	8	13	13	13	0	1	1	61	73	2	3	3	170	229	0	2	2	151	162	0	1	3					
19:00 - 20:00	157	145	0	5	10	82	55	10	5	12	9	9	0	0	0	55	48	0	2	5	131	155	0	1	0	98	105	1	4	3					

INTERSECCION:		OVALO ESTEBAN PAVLETICH - AMARIUS - HUANUCO																																	
DIA: DOMINGO		FECHA: 29 de mayo del 2016																																	
		TURNO: mañana - tarde																																	
HORA / VEHICULO	31					32					33					41					42					43									
	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E	M	A	B	2E	3E					
06:00 - 07:00	38	55	0	3	2	78	88	10	7	14	33	45	0	3	1	10	13	0	1	0	63	107	0	4	1	26	44	0	1	0					
07:00 - 08:00	79	56	0	4	3	137	167	4	5	22	56	71	0	6	3	17	23	0	2	1	163	187	1	0	2	58	60	0	1	2					
08:00 - 09:00	59	72	0	3	1	103	129	1	11	14	49	37	0	1	2	13	17	0	3	0	122	170	0	3	0	47	57	0	1	1					
12:00 - 13:00	45	56	0	2	0	75	87	1	12	18	34	41	0	5	4	10	13	0	2	0	94	120	0	1	0	36	44	0	1	1					
13:00 - 14:00	65	66	0	4	2	106	123	0	11	15	45	55	1	6	1	13	18	0	1	0	126	144	0	2	2	48	50	0	2	1					
14:00 - 15:00	49	60	0	3	0	86	105	0	11	20	37	43	0	7	3	11	14	0	1	1	102	117	0	0	0	39	48	0	3	2					
18:00 - 19:00	82	100	0	5	2	143	175	1	12	14	61	75	0	4	2	18	24	0	0	0	170	195	0	3	0	65	80	0	1	1					
19:00 - 20:00	64	65	0	3	1	93	155	5	6	14	56	87	0	5	1	4	4	0	0	1	110	126	0	3	1	42	52	0	1	2					

Fuente: propia.

Anexo 3: Panel Fotográfico
Del Levantamiento Topográfico



Fotografía N°01: equipos usados en el levantamiento topográfico.



Fotografía N°02: Tomando la altitud con GPS.



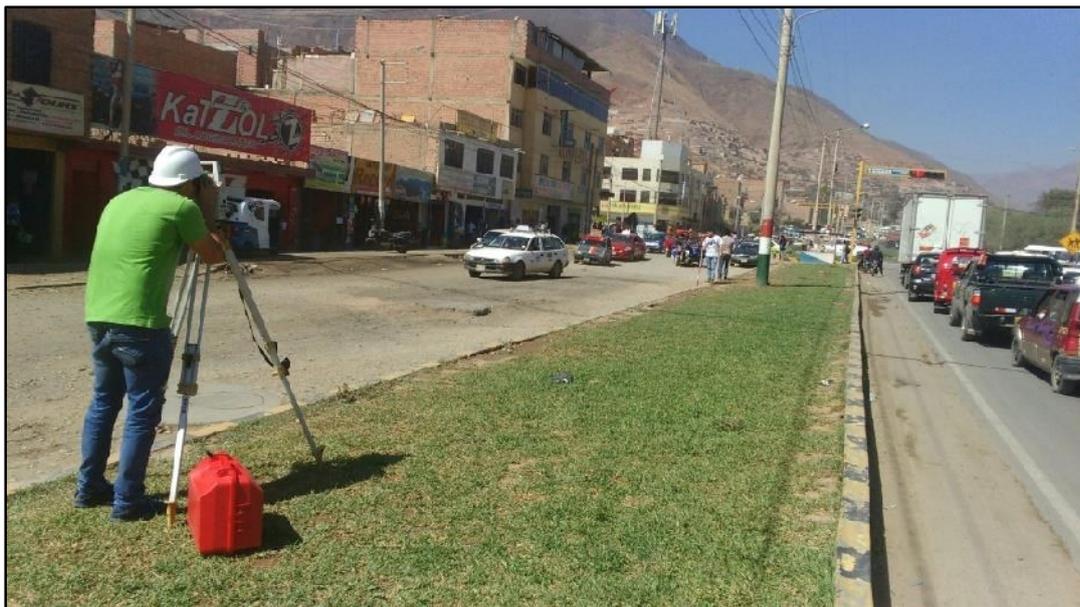
Fotografía N°03: Tomando los datos topográficos.



Fotografía N°04: Tomando los datos topográficos.

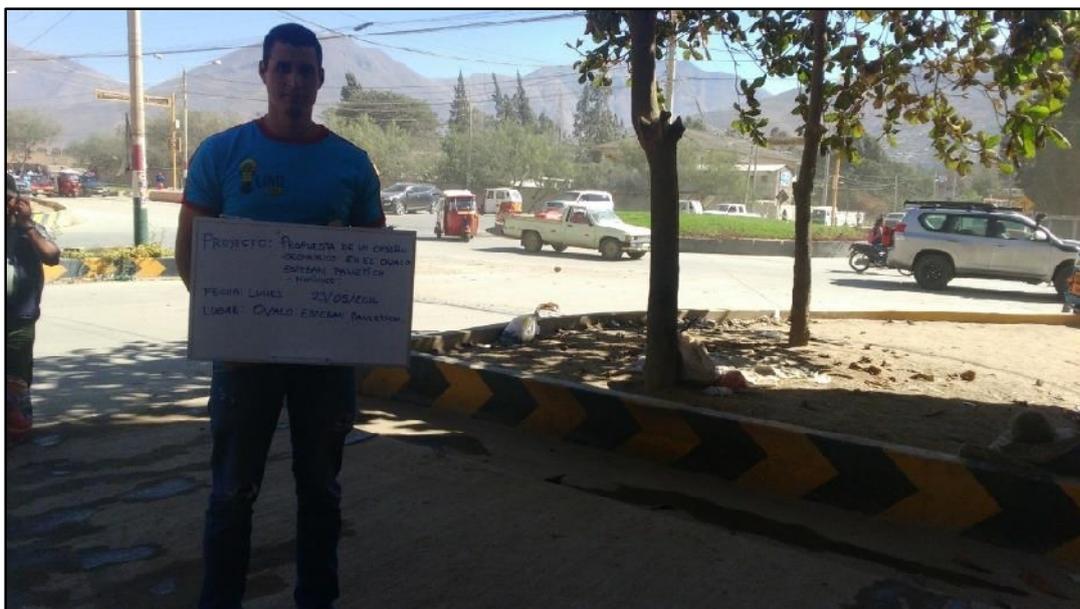


Fotografía N°05: Tomando los datos topográficos.



Fotografía N°06: Tomando los datos topográficos.

De los Aforos:



Fotografía N°07: Aforo realizado el día lunes 23/05/2016.



Fotografía N°08: Equipo de apoyo de aforos.



Fotografía N°09: Toma de datos de aforos.



Fotografía N°10: Toma de datos de aforos del día viernes 27/05/2016.



Fotografía N°11: Equipo de apoyo de aforos.

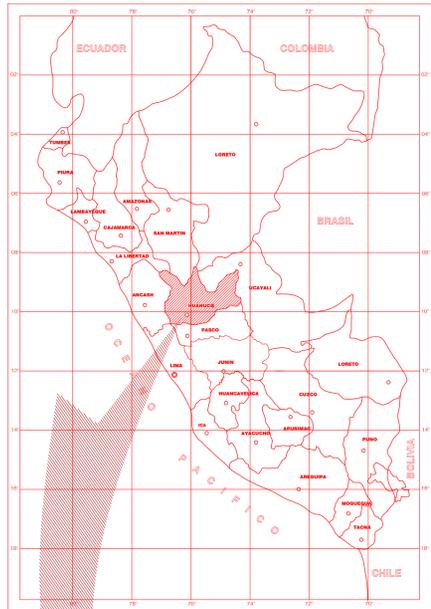


Fotografía N°12: Toma de datos de aforos.

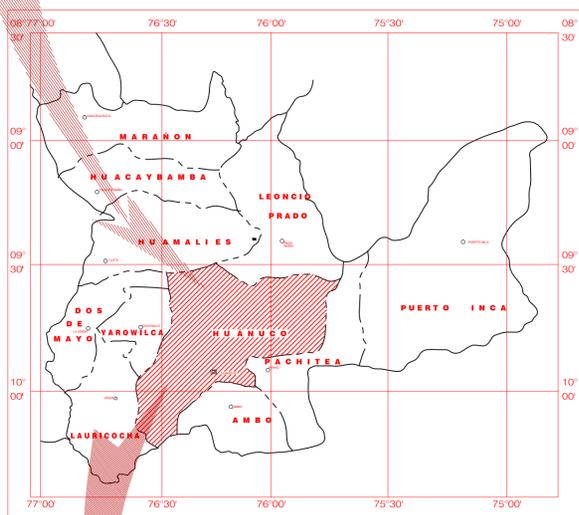


Fotografía N°13: Toma de datos de aforos.

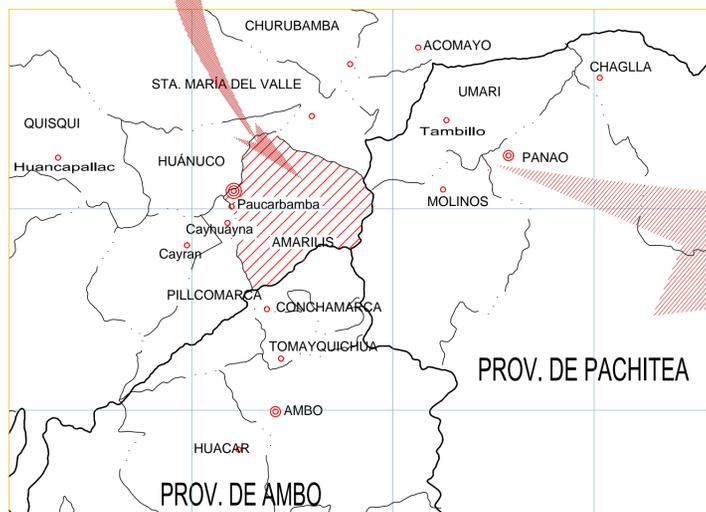
Anexo 4: Planos.



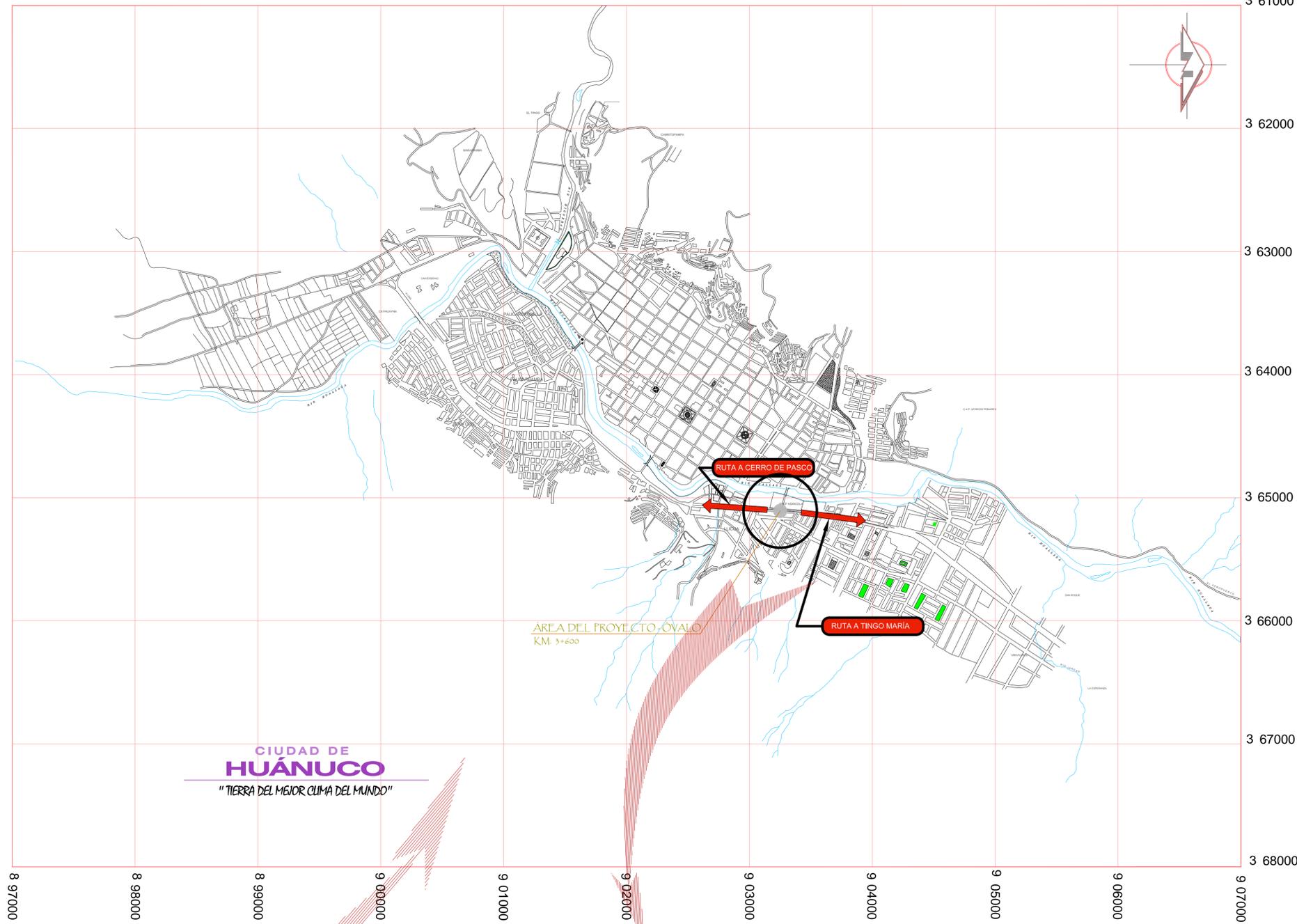
LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL



LOCALIZACIÓN PROVINCIAL



LOCALIZACIÓN DISTRITAL



CIUDAD DE HUÁNUCO

"TIERRA DEL MEJOR CLIMA DEL MUNDO"

ÁREA DEL PROYECTO, OVALITO
KM. 3+600

RUTA A CERRO DE PASCO

RUTA A TINGO MARÍA

UBICACIÓN

ESC. 1/ 20000

ALLAGA

OVALO ESTEBAN PAVLETICH

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ÁREA DEL PROYECTO
	RUTA

PROYECTO:
"PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO EN EL OVALITO ESTEBAN PAVLETICH - HUÁNUCO"

ESPECIALIDAD:
URBANISMO

ASESOR:
ING. YONEL GUTIERREZ COLQUICHAGUA

PLANO:
UBICACIÓN, LOCALIZACIÓN

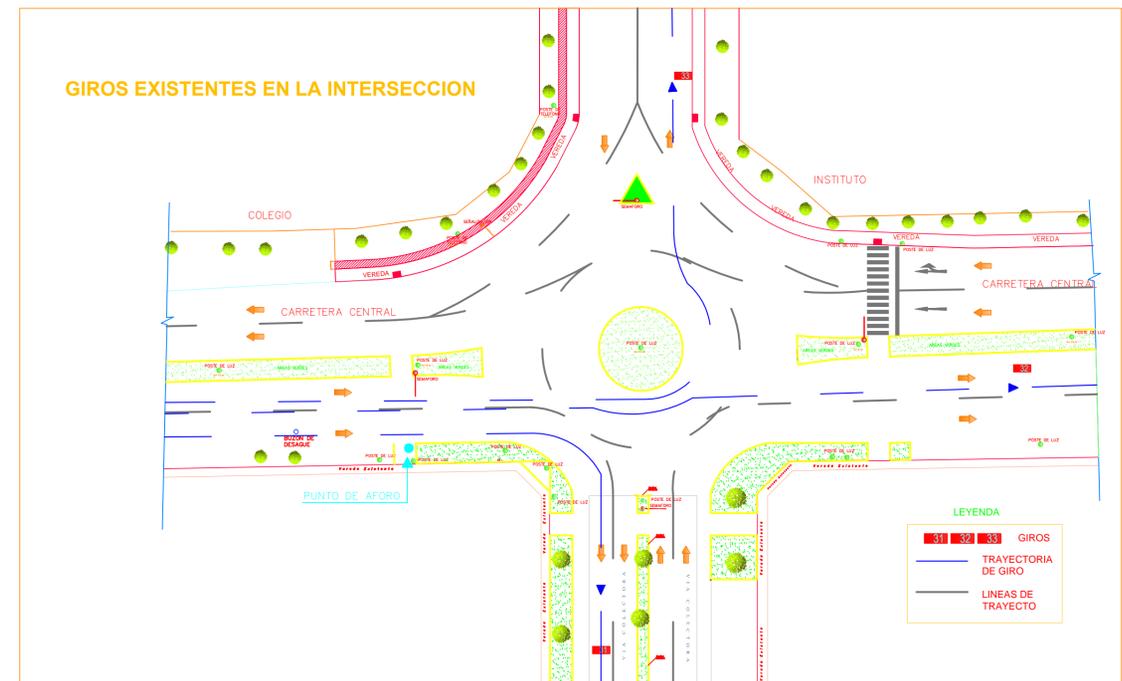
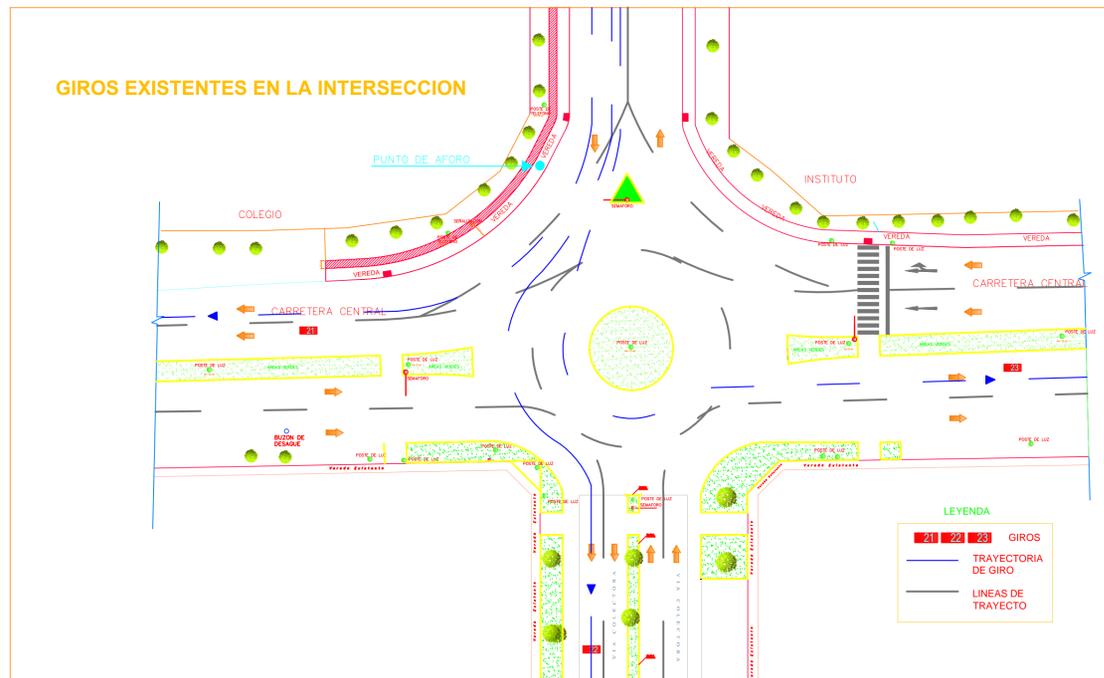
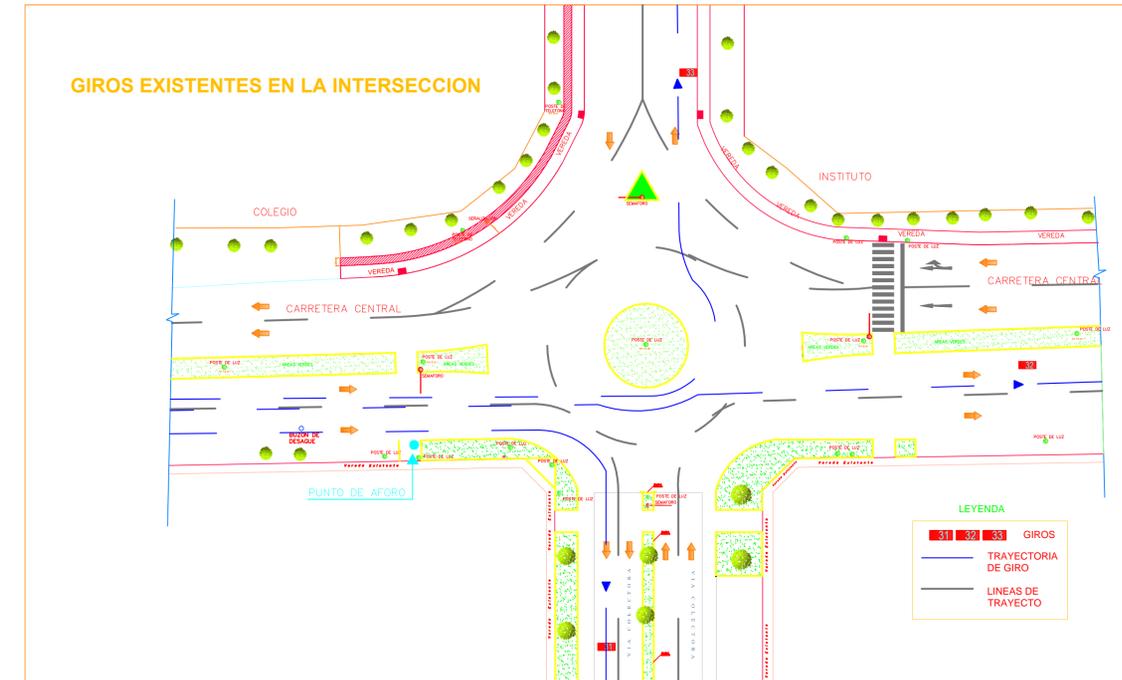
ESCALA:
INDICADA

FECHA:
AGOSTO 2016

TESISTA:
EMERSON ROJAS ARANA

LÁMINA : 01

UL-01



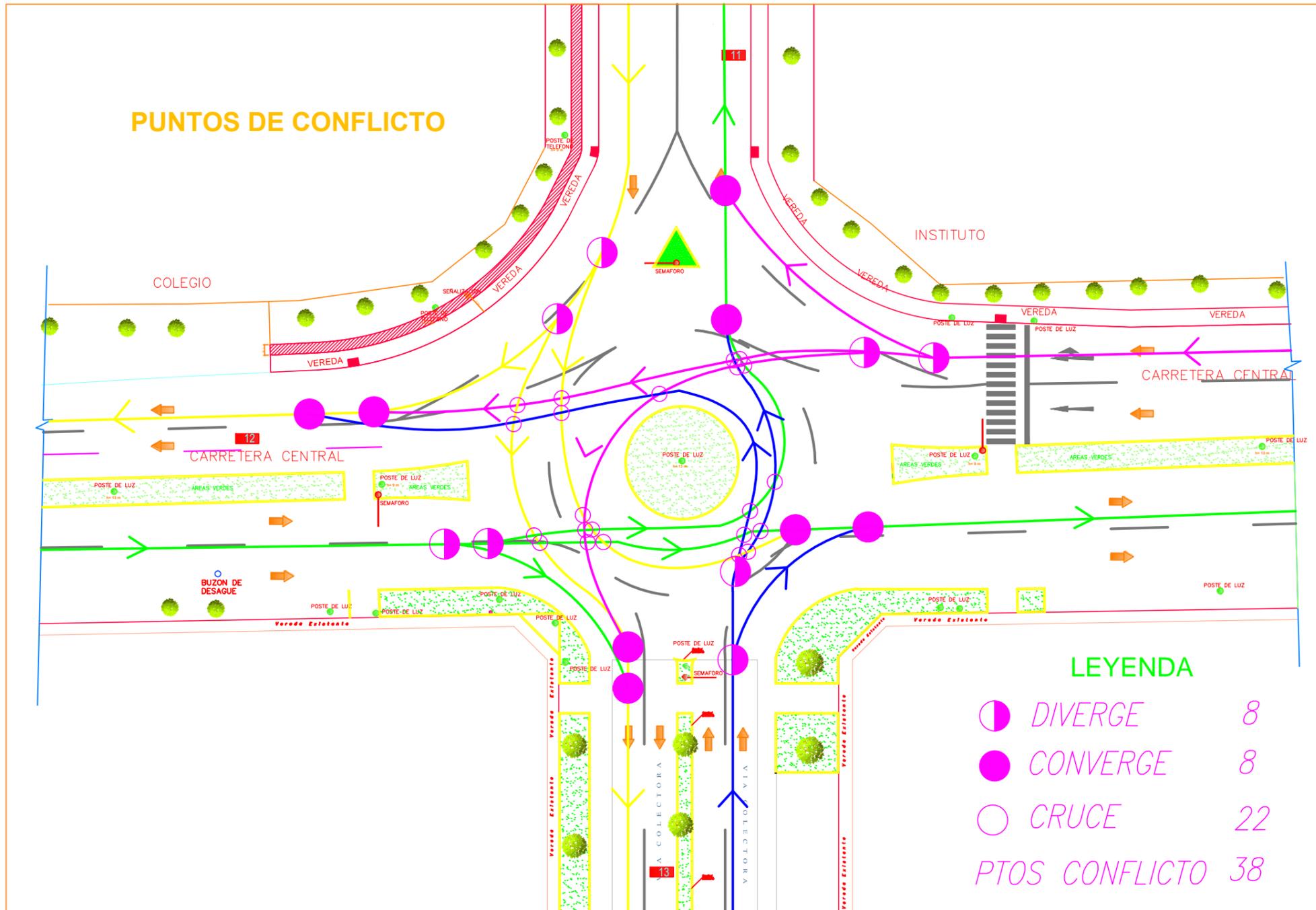
GIROS SIN PROYECTO

ESCALA : 1/500

PROYECTO DE TESIS: "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO EN EL OVALO ESTEBAN PAVLETICH - HUANUCO"			
UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN EAP: INGENIERIA CIVIL			
ASESOR:	ING. YONEL, GUTIERREZ COLQUICHAGUA	LUGAR:	OVALO ESTEBAN PAVLETICH
ESPECIALIDAD:	ARQUITECTURA	DISTRITO:	AMARILIS
PLANO:	GIROS SIN PROYECTO	PROVINCIA:	HUANUCO
		REGION:	HUANUCO
RESPONSABLE:	BACH. ING. EMERSON ROJAS ARANA	DIGITALIZACION:	ERA
		ESCALA:	1/500
		FECHA:	MAYO DEL 2016

PGSP-01

PUNTOS DE CONFLICTO



LEYENDA

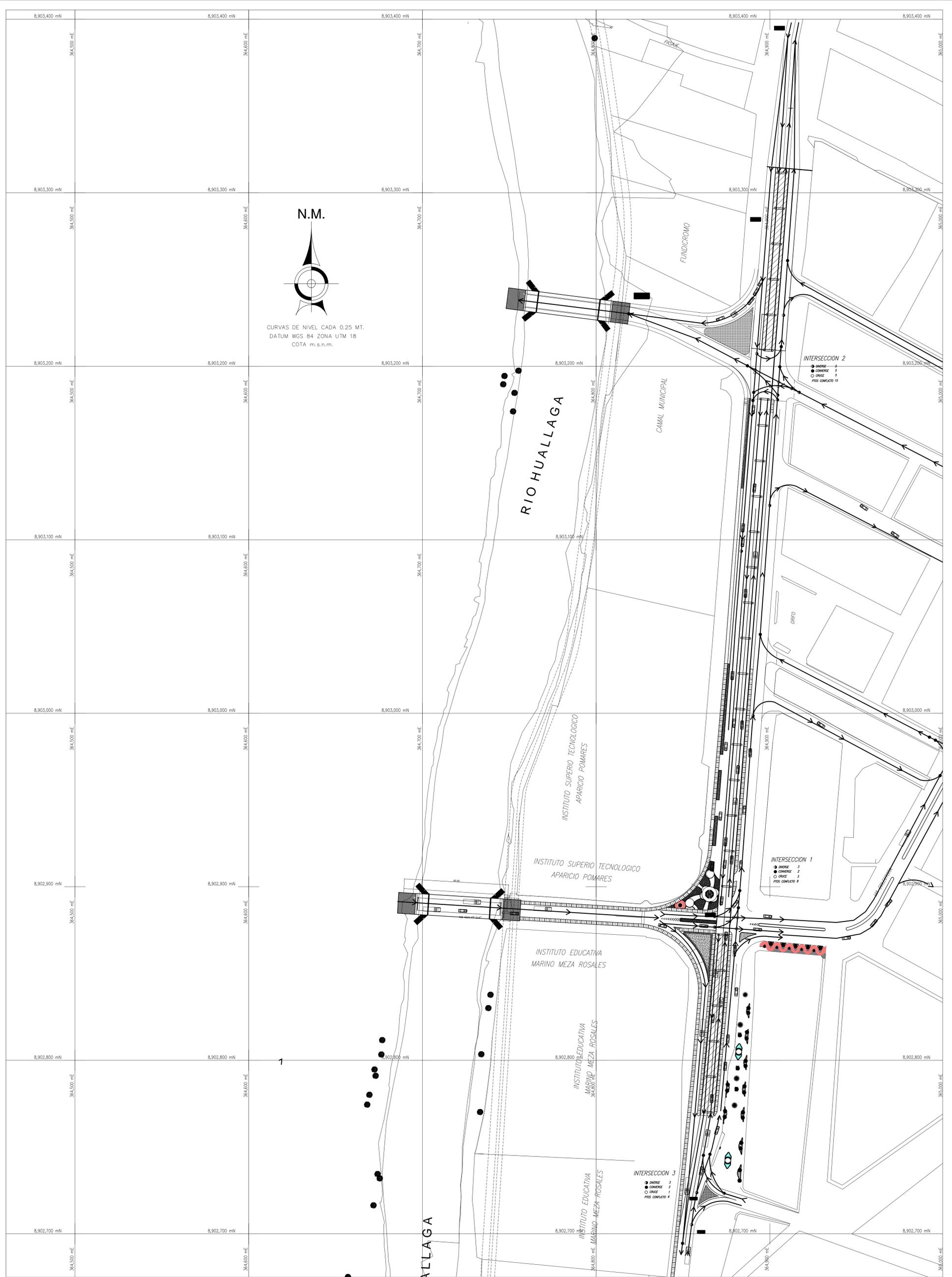
	DIVERGE	8
	CONVERGE	8
	CRUCE	22
	PTOS CONFLICTO	38

PUNTOS DE CONFLICTO SIN PROYECTO

ESCALA : 1/500

PROYECTO DE TESIS:			
"PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO EN EL OVALO ESTEBAN PAVLETICH - HUANUCO"			
UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN			
EAP: INGENIERIA CIVIL			
ASISOR:	ING. YONEL, GUTIERREZ COLQUICHAGUA	LUGAR:	OVALO ESTEBAN PAVLETICH
ESPECIALIDAD:	ARQUITECTURA	DISTRITO:	AMARILIS
PLANO:	PUNTOS DE CONFLICTO SIN PROYECTO	PROVINCIA:	HUANUCO
		REGION:	HUANUCO
RESPONSABLE:	BACH. ING. EMERSON ROJAS ARANA	DIGITALIZACION:	ERA
		ESCALA:	1/500
		FECHA:	MAYO DEL 2016

PCSP-01

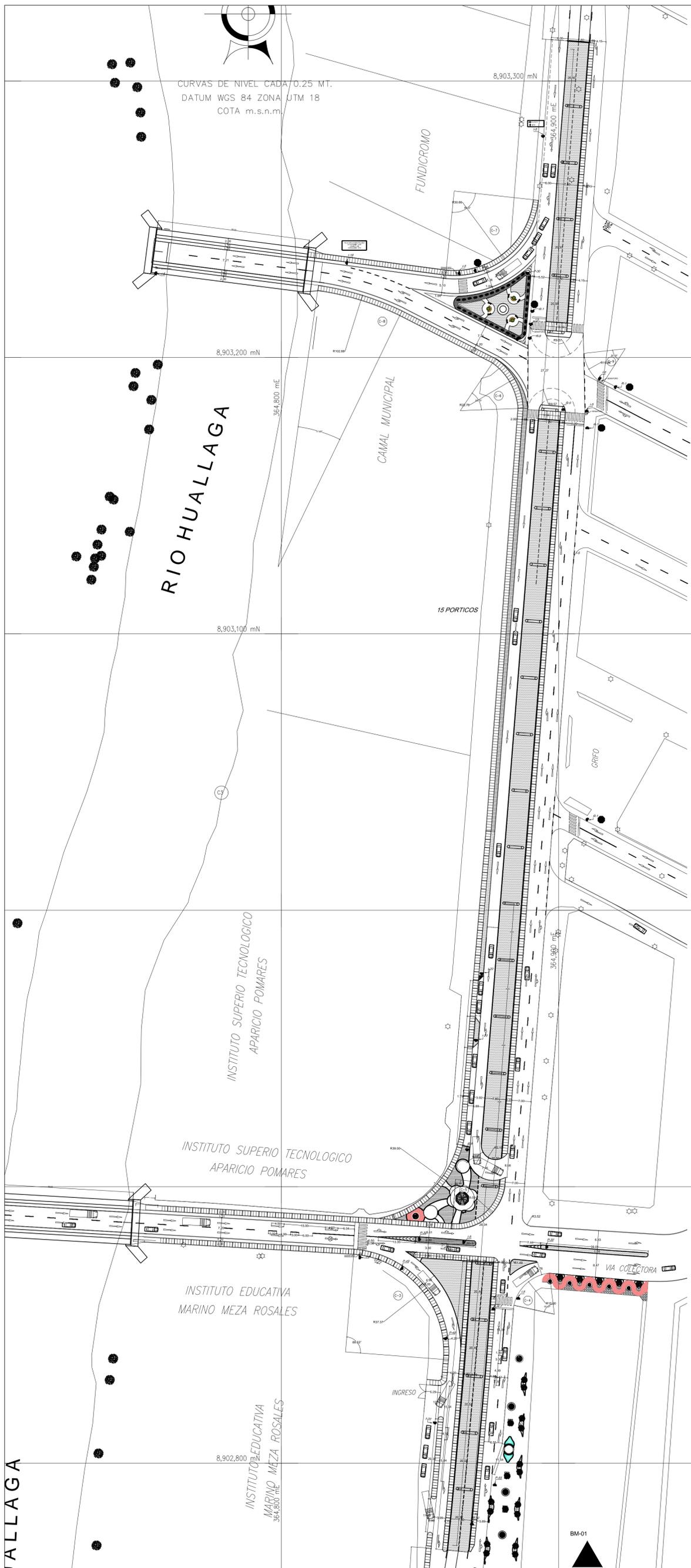


PUNTOS DE CONFLICTO CON PROYECTO

ESCALA : 1/1000

PROYECTO DE TESIS: "PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO EN EL OVALO ESTEBAN PAVLETICH - HUANUCO"	
UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN EAP: INGENIERIA CIVIL	
ASESOR: ING. YONEL, GUTIERREZ COLQUICHAGUA	LUGAR: OVALO ESTEBAN PAVLETICH
ESPECIALIDAD: TOPOGRAFIA	DISTRITO: AMARILIS
PLANO: PUNTOS DE CONFLICTO CON PROYECTO	PROVINCIA: HUANUCO
	REGION: HUANUCO
RESPONSABLE: BACH. ING. EMERSON ROJAS ARANA	DIGITALIZACION: ERA
	ESCALA: 1/1000
	FECHA: MAYO DEL 2016

LÁMINA
PCCP-01



ELEMENTOS DE CURVA							
N° DE PI	ANGULO DE DEFLECCION	RADIO	TANGENTE	GITUD DE CU	EXTERNA	CUERDA	FLECHA
CURVA	GRADO	m	m	m	m	m	m
C-1	87.20°	16.86	16.06	25.66	6.42	23.25	4.65
C-2	92.17°	15	15.58	24.13	6.63	21.61	4.6
C-3	89.63°	37.37	37.13	58.46	15.31	52.68	10.86
C-4	70.67°	15	10.63	18.5	3.39	17.35	2.76
C-5	87.56°	18.02	17.27	27.54	6.94	24.94	5.01
C-6	53.75°	22.78	11.54	21.37	2.76	20.6	2.46
C-7	89.52°	30.66	30.4	47.9	12.52	43.18	8.89
C-8	17.65°	102.88	15.97	31.69	1.23	31.57	1.22
C-9	57.96°	15.01	8.31	15.18	2.15	14.54	1.88

PLANTA GENERAL

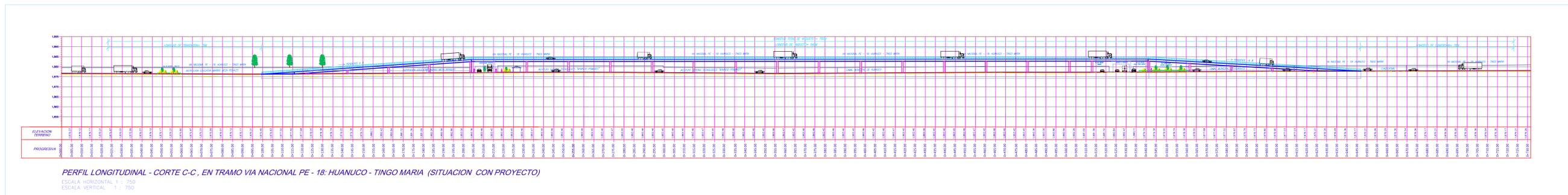
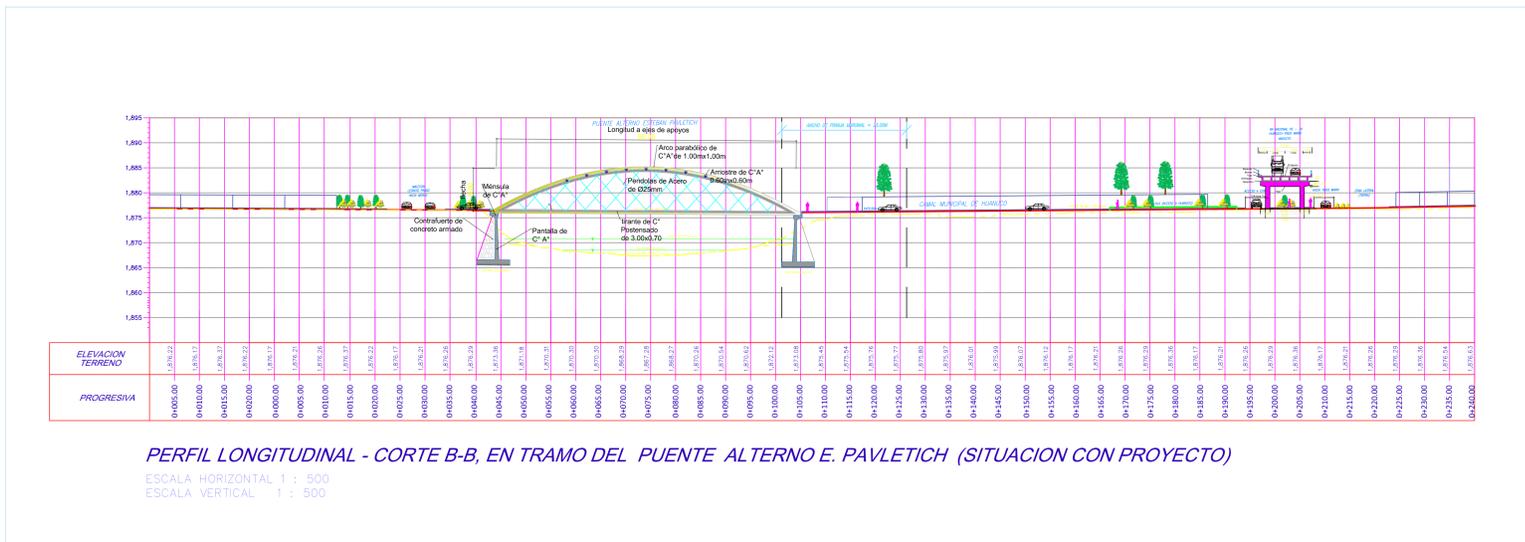
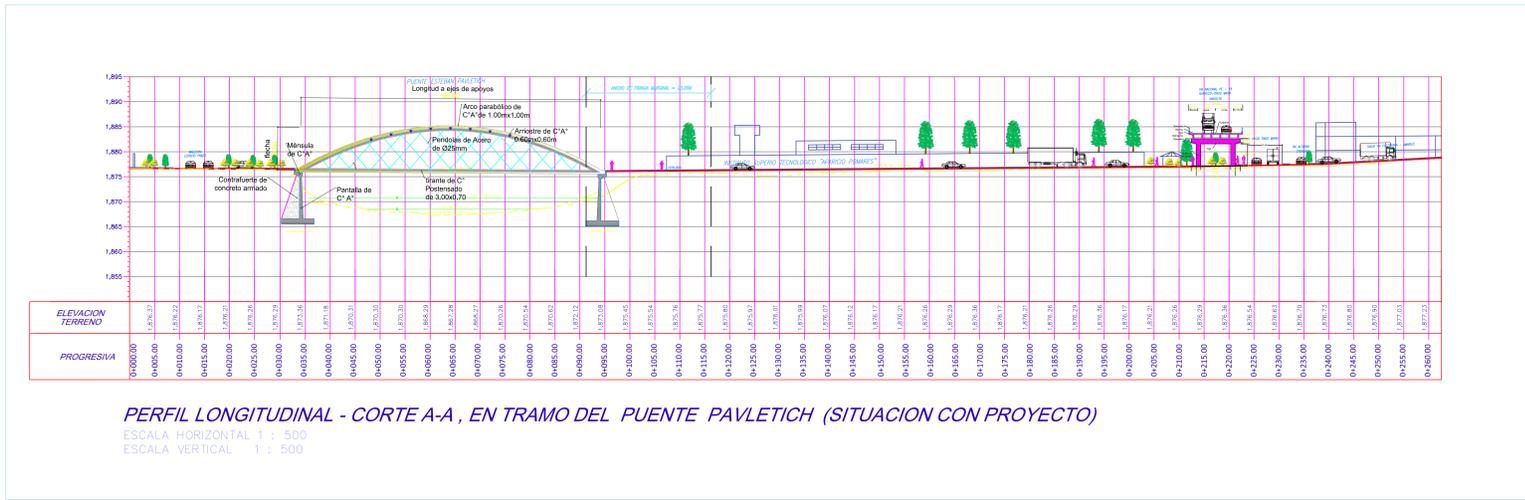
ESCALA : 1/1000

PROYECTO DE TESIS: **"PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO EN EL OVALO ESTEBAN PAVLETICH - HUANUCO"**

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
EAP: INGENIERIA CIVIL

ASESOR: ING. YONEL, GUTIERREZ COLQUICHAGUA	LUGAR: OVALO ESTEBAN PAVLETICH DISTRITO: AMARILIS PROVINCIA: HUANUCO REGION: HUANUCO
PLANTA GENERAL	PG-01
PLANTA - PASO A DESNIVEL	

RESPONSABLE: **BACH. ING. EMERSON ROJAS ARANA** DIGITALIZACION: **ERA** ESCALA: **1/1000** FECHA: **14 Mayo DEL 2018**



PERFIL LONGITUDINAL CON PROYECTO

ESCALA : INDICADA

PROYECTO DE TESIS: **"PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO EN EL OVALO ESTEBAN PAVLETICH - HUANUCO"**

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN
 EAP: INGENIERIA CIVIL

ASESOR: **ING. YONEL, GUTIERREZ COLQUICHAGUA**

ESPECIALIDAD: **ARQUITECTURA**

PLANO: **PERFIL LONGITUDINAL CON PROYECTO**

LUGAR: **OVALO ESTEBAN PAVLETICH**
 DISTRITO: **AMARILIS**
 PROVINCIA: **HUANUCO**
 REGION: **HUANUCO**

RESPONSABLE: **BACH. ING. EMERSON ROJAS ARANA**

DIGITALIZACION: **ERA**

ESCALA: **INDICADA**

FECHA: **MAYO DEL 2016**

LAMINA: **PLCP-01**