



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UAC

TESIS

DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y ESTIMACIÓN DEL COSTO QUE
SUPONDRÍA MEJORAR LA CARRETERA INTEROCEÁNICA DEL SUR TRAMO
URCOS-CCATCA SEGÚN EL MANUAL HCM (2010)

Presentado Por:

Br. CANDIA GUZMÁN Kevin Luis

Br. CHILLIHUANI CHILLIHUANI Henry Benjamín

Para Optar al Título Profesional de: Ingeniero Civil

Asesor: Mgt.Ing. PÉREZ MONTESINOS Jean Fernando

CUSCO – PERÚ

2019





DEDICATORIA

A mis queridos padres: Gregorio Chillihuani Espetea y Valentina Chillihuani Merma, que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me han ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles, y porque siempre han estado a mi lado apoyándome para lograr que este sueño se haga realidad.

A todas las personas que me apoyaron durante todo este recorrido, desde mi ingreso a la universidad hasta este momento.

Este trabajo es una muestra de gratitud y una satisfacción personal en todo sentido. Gracias, por tanto, a todos.

Henry B. Chillihuani Chillihuani

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar hasta este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más, a mis padres Lucio CANDIA FIGUEROA y Claudia Laura GUZMÁN DELGADO y también a mis hermanos José Luis y Cindy Laura por ser las personas que me han acompañado, aconsejado y han sabido guiarme durante todo mi trayecto estudiantil y de vida para culminar mi carrera profesional. A mi familia en general, por el acompañamiento y apoyo. a mis profesores por su tiempo y enseñanzas impartidas durante todo el periodo universitario

Kevin Luis CANDIA GUZMÁN



AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas que han contribuido al proceso y conclusión de este trabajo. En primer lugar, queremos agradecer a Dios por permitirnos llegar hasta este momento de nuestras vidas y culminar una etapa de formación. A nuestro asesor el Ing. Jean Fernando PEREZ MONTESINOS por el apoyo incondicional y por qué creyó en este proyecto, a los docentes de nuestra querida institución, que nos impartieron conocimientos mediante sus enseñanzas, en especial a los ingenieros Robert Milton MERINO YEPEZ, Edson Julio SALAS FORTÓN quienes ayudaron a llevar adelante la tesis.

Y a todos los amigos y personas que de una u otra manera ayudaron hacer posible la culminación de este trabajo de investigación.

Los Autores.



RESUMEN

La finalidad del presente trabajo de investigación fue evaluar el nivel de servicio y realizar una estimación de costo que supondría mejorar el nivel de servicio en el tramo de la carretera interoceánica del sur, que conecta el distrito de Urcos con el distrito de Ccatca ambos pertenecientes a la provincia de Quispicanchi.

Para que se pueda lograr este objetivo se recurrió a la metodología descrita en el Highway Capacity Manual 2010 (manual de capacidad de carreteras) HCM 2010, manual en cual se describe los lineamientos y procedimientos que ayudaron a concretar la primera parte de la investigación. A si mismo se utilizó el software PTV Vissim v.09 como herramienta de apoyo que ayudó al modelamiento del tráfico en situaciones diferentes.

Los datos que fueron requeridos por la metodología HCM 2010 como las características de tránsito y características físicas de la carretera, fueron obtenidos en campo y acopiados en las diferentes fichas, como fichas de registro de características físicas, fichas de aforo vehicular, fichas de registro de tiempos, distancias y velocidades y fichas de velocidades en curvas.

Se logró determinar que tanto las características de tránsito como las características físicas actuales del tramo de carretera cumplen con las condiciones de operación en una situación de equilibrio límite, con capacidad vial de la carretera de 101 veh/h que se encuentra por debajo de la capacidad vial básica de 3200 veh/h; y un nivel de servicio E en los tres tramos, también por debajo del nivel de servicio ideal A.

Finalmente se determinó el nuevo nivel de servicio y el costo aproximado de la variante propuesta con los lineamientos establecidos en el manual de carreteras diseño geométrico DG 2018, obteniendo como resultado el nuevo nivel de servicio D con un costo aproximado de veintisiete millones cuatrocientos sesentinueve mil quinientos ochenticuatro y 02/100 nuevos soles s/. 27'469'584.02

Palabras claves: Nivel de servicio, presupuesto, variante.



ABSTRACT

The purpose of this research work was to evaluate the level of service and make a cost estimate that would improve the service level in the stretch of the southern interoceanic highway, which connects the district of Urcos with the district of Ccatca both belonging to the province of Quispicanchi.

In order to achieve this objective, the methodology described in the Highway Capacity Manual 2010 (manual of road capacity) HCM 2010 was used, a manual that describes the guidelines and procedures that helped to finalize the first part of the investigation. To himself, the PTV Vissim v.09 software was used as a support tool that helped modeling traffic in different situations.

The data that was required by the HCM 2010 methodology, such as the characteristics of traffic and physical characteristics of the road, were obtained in the field and collected in the different files, such as physical characteristics record cards, vehicle capacity records, times, distances and speeds and speed cards in curves.

It was determined that both the traffic characteristics and the current physical characteristics of the road segment meet the operating conditions in a situation of limit equilibrium, with highway capacity of 101 veh / h that is below capacity basic vial of 3200 veh / h; and a level of service E in all three sections, also below the ideal service level A.

Finally, the new service level and the approximate cost of the proposed variant were determined with the guidelines established in the DG 2018 geometric design road manual, obtaining as a result the new level of service D with an approximate cost of s / . 27'469'584.02

Keywords: Service level, budget, variant.



INTRODUCCIÓN

Los trabajos de investigación en niveles de servicio tienen la finalidad de evaluar las condiciones de operación permanente y confortable de un flujo de vehículos en las carreteras. Es así que se realiza la investigación del nivel de servicio de la carretera, la mencionada curiosidad en la operación de las carreteras, hace necesario ahondar en relación de emplazamientos caóticos en procura de respuestas que cooperen a su mejora.

El presente trabajo de DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y ESTIMACIÓN DEL COSTO QUE SUPONDRÍA MEJORAR LA CARRETERA INTEROCEÁNICA DEL SUR TRAMO URCOS-CCATCA SEGÚN EL MANUAL HCM (2010) tiene por objetivo evaluar, las características físicas y las características de tránsito que ayudarán a determinar el nivel de servicio; utilizando tanto el Highway Capacity Manual 2010 (manual de capacidad de carreteras) HCM 2010 como los manuales emitidos por el MTC (Manual de Diseño Geométrico en Carreteras DG 2018).

En la actualidad el tramo de la carretera interoceánica sur Urcos – Ccatca se encuentra en una condición desfavorable para el desarrollo del tránsito a lo largo de sus aproximadamente 25 km, ya que el diseño geométrico es pésimo, la existencia de vehículos pesados influye en la velocidad de recorrido además de que no existe muchas zonas de adelantamiento o rebase que generan colas. Estas y otras muchas condiciones más como el tiempo de viaje más largo, hacen que este tramo de la infraestructura vial preste un nivel de servicio inadecuado para el tipo de carretera por su gran importancia.

La demanda de transporte en la zona de investigación aun es baja, pero con el transcurrir de los años se espera un crecimiento considerable de vehículos que harán uso de la vía.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA I

AGRADECIMIENTOS II

RESUMEN III

ABSTRACT.....IV

INTRODUCCIÓN V

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

1.1. Identificación del problema. 1

1.1.1. Descripción del problema. 1

1.1.2. Formulación interrogativa del problema..... 2

1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general. 2

1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos..... 2

1.2. Justificación e importancia de la investigación. 3

1.2.1. Justificación técnica. 3

1.2.2. Justificación social. 3

1.2.3. Viabilidad..... 3

1.2.4. Justificación por relevancia..... 4

1.3. Limitaciones de la investigación..... 4

1.3.1. Limitaciones geográficas. 4

1.3.2. Limitaciones de equipos e información. 6

1.4. Objetivo de la investigación..... 6

1.4.1. Objetivo general..... 6

1.4.2. Objetivos específicos. 7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO 8

2.1. Antecedentes de la tesis o investigación actual. 8



2.1.1. Antecedentes a nivel nacional..... 8

2.1.2. Antecedentes a nivel internacional 10

2.2. Aspectos teóricos pertinentes..... 11

2.2.1. Carreteras de dos carriles. 11

2.2.1.1. Clasificación de las carreteras de dos carriles..... 13

2.2.1.2. Condiciones ideales en carreteras de dos carriles 13

2.2.2 Nivel de servicio 15

2.2.2.1 Denominación de los niveles de servicio..... 15

2.2.2.2 Factores que afectan a los niveles de servicio. 18

2.2.3. Metodología del Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010) para el cálculo de capacidad vial y nivel de servicio para carreteras de dos carriles..... 20

2.2.3.1. Datos de entrada..... 20

2.2.3.2. Determinación de la velocidad de flujo libre (FFS)..... 20

2.2.3.3. Ajuste al volumen de demanda por velocidad de desplazamiento promedio (ATS).. 20

2.2.3.4. Cálculo de velocidad de desplazamiento promedio..... 26

2.2.3.5. Ajuste al volumen de demanda por porcentaje de demoras siguiendo (PTSF). 28

2.2.3.6 Factor de ajuste por pendiente del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF). 29

2.2.3.7 Factor de ajuste del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF) por presencia de vehículos pesados..... 30

2.2.3.8 Calculo del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF)..... 32

2.2.4. Costos y presupuestos en obras civiles 34

2.2.4.1. Metrados 35

2.2.4.2. Costo directo 35

2.2.4.3. Costo indirecto 35

2.3. Hipótesis. 37

2.3.1. Hipótesis general..... 37

2.3.2. Sub hipótesis..... 37

2.4. Definición de variables. 37



2.4.1. Variables independientes. 37

2.4.2. Variables dependientes. 38

2.4.3. Cuadro de operacionalización de variables..... 40

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA 41

3.1. Metodología de la investigación. 41

3.1.1. Tipo de la investigación. 41

3.1.2. Nivel o alcance de la investigación..... 41

3.1.3. Método de investigación. 41

3.2. Diseño de la investigación. 42

3.2.1. Diseño metodológico. 42

3.2.2. Diseño de ingeniería. 43

3.3. Población y Muestra. 44

3.3.1. Población..... 44

3.3.1.1. Descripción de la población..... 44

3.3.1.2. Cuantificación de la población..... 44

3.3.2. Muestra. 44

3.3.2.1. Descripción de la muestra. 44

3.3.2.2. Cuantificación de la muestra..... 44

3.3.2.3. Método de muestreo..... 45

3.3.2.4. Criterios de evaluación de muestra 45

3.3.3. Criterios de inclusión. 45

3.4. Instrumentos..... 46

3.4.1. Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos 46

3.4.2. Instrumentos de ingeniería..... 50

3.5. Procedimientos de recolección de datos. 53

3.5.1 Exploración preliminar de la carretera interoceánica sur tramo Urcos-Ccatca. 53



3.5.2. Obtención de datos en campo. 55

3.5.2.1. Equipos e instrumentos utilizados en la prueba. 55

3.5.2.2. Procedimiento de recolección de datos. 56

3.6. Procedimientos de análisis de datos..... 78

3.6.1. Cálculo de la composición y distribución del tránsito existente..... 78

3.6.2. Cálculo del nivel de servicio según la metodología HCM 2010. 80

3.6.3 Modelamiento del tráfico actual del tramo sin modificaciones y con modificaciones (PTV VISSIM V.09)..... 97

3.6.4. Estimación de costo del mejoramiento de la carretera interoceánica del sur tramo Urcos-Ccatca..... 106

3.6.4.1. Estimación del costo de proyecto de la variante de la carretera. 107

CAPÍTULO IV

RESULTADOS 108

4.1. Resultados relevantes obtenidos. 108

4.2. Calculo del nivel de servicio con la metodología HCM (2010). 108

4.3. Resultados obtenidos de los modelamientos de las modificaciones. 109

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN 112

GLOSARIO 115

CONCLUSIONES. 120

RECOMENDACIONES..... 123

REFERENCIAS..... 124

ANEXOS 125



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ubicación Geografica.4

Tabla 2 Coordenadas inicio del tramo.4

Tabla 3 Coordenadas fin del tramo.5

Tabla 4 Factor de ajuste por tipo de terreno.22

Tabla 5 Factores de ajuste para pendientes específicas.23

Tabla 625

Tabla 7 Factor de ajuste por zona de no rebase.27

Tabla 8 Factores de ajuste para segmentos de terreno y degradaciones específicas.29

Tabla 9 Factor de ajuste para pendientes específicas.....30

Tabla 10 Factor de ajuste del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF) por presencia de vehículos pesados.....31

Tabla 11 Porcentaje de demoras subiendo (PTSF) equivalente en vehículos de pasajeros para camiones (ET) y vehículos de recreo (Er) en terreno ondulado.31

Tabla 12 Factor de ajuste por zona de no paso para determinación de PTSF33

Tabla 13 Coeficientes de PTSF para uso en estimando BPTSF.34

Tabla 14 Registro de datos y características físicas de la carretera en estudio.57

Tabla 15 Registro de datos y características físicas de la carretera en estudio - Tramo1. ...58

Tabla 16 Registro de datos y características físicas de la carretera en estudio - Tramo 2.....59

Tabla 17 Registro de datos y características físicas de la carretera en estudio - Tramo 3.....60

Tabla 18 Volúmenes horarios distribuidos cada 15 minutos.63

Tabla 19 Volúmenes horarios distribuidos cada 15 minutos.64

Tabla 20 Volúmenes horarios distribuidos cada 15 minutos.65

Tabla 21 Volúmenes horarios distribuidos cada 15 minutos.66

Tabla 22 Volúmenes horarios distribuidos cada 15 minutos.67



Tabla 23 Volúmenes horarios distribuidos cada 15 minutos.	68
Tabla 24 Volúmenes horarios distribuidos cada 15 minutos.	69
Tabla 25 Registro de velocidades en el tramo I de subida.	70
<i>Tabla 26 Registro de velocidades en el tramo II de subida.</i>	<i>71</i>
Tabla 27 Registro de velocidades en el tramo III de subida.	72
Tabla 28 Registro de velocidades en el tramo I de bajada.	73
Tabla 29 Registro de velocidades en el tramo II de bajada.	74
Tabla 30 Registro de velocidades en el tramo III de bajada.	75
Tabla 31 Cuadro donde se registran las velocidades en curvas y tangentes.	77
Tabla 32 Cantidad de vehículos por tipo	79
Tabla 33 Variación de los tiempos de recorrido con y sin modificaciones del tramo.	99



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Existencia de Pocas zonas de rebase. 1

Figura 2. Accidente sucedido el año 2019 en el tramo Urcos - Ccatca.2

Figura 3. Ubicación de la carretera interoceánica del sur tramo Urcos –Ccatca.5

Figura 4. Carretera de dos carriles y carretera multicarril.12

Figura 5. Descripción de niveles de servicio. 17

Figura 6. Cuadro de operacionalización de variables.40

Figura 7. Flujograma del diseño de ingeniería.....43

Figura 8. Formato F-01 para registro de las características físicas de la carretera interoceánica del sur tramo Urcos - Ccatca.....46

Figura 9. Formato F-02 para registro del aforo vehicular en campo.47

Figura 10. Formato F-03 para el acopio de los volúmenes horarios distribuidos cada 15 minutos.....48

Figura 11. Formato F-03 para el registro de tiempos, distancias y velocidades.49

Figura 12. Formato F-04 para registro de velocidades en curvas y tangentes.....50

Figura 13. Levantamiento con Navegador GPS.51

Figura 14. Recorrido con Odómetro para identificar las zonas de Rebase.51

Figura 15. Toma de medidas de las características físicas de la carretera.52

Figura 16. Instalación de cámara de video vigilancia en la comunidad de Ccopi.52

Figura 17. Instalación de oficina para el monitoreo de la cámara y posterior identificación y conteo de vehículos.....53

Figura 18. Exploración del tramo I.54

Figura 19. Exploración del tramo II.....54

Figura 20. Exploración del tramo III55

Figura 21. Levantamiento de la carretera con GPS.56



Figura 22. Vista Satelital de la Carretera donde se demarca el punto de inicio, conteo (estación) y final.61

Figura 23. Cámara de video vigilancia instalada y acondicionamiento de oficina para el monitoreo del tránsito vehicular.62

Figura 24. Registro de la velocidad del velocímetro (del vehículo) en plano y también de la ayuda de aplicativo76

Figura 25. Representación gráfica de los volúmenes horarios.78

Figura 26. Representación gráfica de los volúmenes horarios.78

Figura 27. Representación gráfica de la composición de tránsito.79

Figura 28. Representación gráfica de la composición y distribución del tránsito.80

Figura 29. Modelamiento del comportamiento del tránsito para la modificación I.....97

Figura 30. Modelamiento del comportamiento del tránsito para la modificación II.98

Figura 31. Comparación de resultados de los modelamientos.....98

Figura 32. Representación gráfica de tiempos vs distancias según opciones o modificaciones 110

Figura 33. Representación gráfica de las variaciones de velocidades según las modificaciones. 111



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del problema.

1.1.1. Descripción del problema.

Gran parte de los accidentes viales que ocurrieron en nuestro país y su magnitud están relacionados con el mal diseño de las carreteras, y lo que dejamos concebir alrededor de ellas, pero siempre el argumento justificador de la autoridad es el exceso de velocidad. En la actualidad el tramo en investigación se encuentra en pésimas condiciones para el desarrollo de tránsito vehicular, tal como el diseño geométrico que no cumple con los lineamientos establecidos en el manual DG 2018 de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, por lo que ponen en riesgo tanto a los conductores como pasajeros que hacen uso de esta infraestructura, la presencia de vehículos pesados y las pocas distancias de adelantamiento aumentan el tiempo de viaje, que ocasionan malestar y hace que el viaje no sea agradable tanto a conductores como a pasajeros.



Figura 1. Existencia de Pocas zonas de rebase.

Fuente: Elaboración propia, fotografía tomada en el tramo de Urcos –Ccatca, 2018.

Accidente de tránsito en vía Urcos - Ccatca, deja un muerto y dos heridos

Jueves, 24 de Ene de 2019



Figura 2. Accidente sucedido el año 2019 en el tramo Urcos - Ccatca.

Fuente: PNP – Ccatca (2019), Super Star Noticias Cusco, extraído de: <https://superstarnoticias.pe/es/policial/accidente-de-tránsito-en-urcos-ccatca-deja-un-muerto-y-dos-heridos>.

1.1.2. Formulación interrogativa del problema.

1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general.

PG.- ¿Cuál es el nivel de servicio y el costo estimado que supondría mejorar el nivel de servicio de la carretera interoceánica del sur tramo Urcos-Ccatca según el manual HCM (2010)?

1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos.

PE 01.- ¿Cuál es la demanda en la carretera interoceánica sur tramo Urcos-Ccatca y a que clase de carretera corresponde según el manual DG 2018 y como se clasifica según el manual HCM 2010?

PE 02.- ¿Cómo influirá la cantidad de vehículos pesados en la determinación de nivel de servicio en la carretera interoceánica sur tramo Urcos - Ccatca según el manual HCM 2010?

PE 03.- ¿Cómo influye la existencia de distancias de adelantamiento en el nivel de servicio en la carretera interoceánica sur tramo Urcos - Ccatca según el manual HCM 2010?

PE 04.- ¿Cuál es la velocidad de marcha y cómo influye en el nivel de servicio tiene la carretera interoceánica sur tramo Urcos - Ccatca?



PE 05.- ¿Cuánto se estima el costo para mejorar el nivel de servicio en la carretera interoceánica sur tramo Urcos - Ccatca a un nivel de servicio B según el manual HCM 2010?

1.2. Justificación e importancia de la investigación.

1.2.1. Justificación técnica.

Lo que conlleva el análisis del nivel de servicio de una carretera han sido y siguen siendo ampliamente estudiados por la ingeniería de tránsito y la ingeniería de transportes a nivel internacional, pero que no son difundidos eficientemente en nuestro medio, por lo que el estudio del nivel de servicio de la carretera interoceánica del sur tramo Urcos – Ccatca permite aportar conocimientos sobre los métodos y procedimientos establecidos en la metodología del HCM 2010 y la normativa vigente de nuestro país.

1.2.2. Justificación social.

Los resultados de esta investigación pretenden beneficiar a los usuarios que hacen la ruta desde Cusco a Madre de Dios, o más específicamente la ruta de Urcos a Ccatca en la medida que estos resultados sean difundidos a las autoridades y funcionarios competentes, que podrían tomar este documento como una base para iniciativas que conlleven a mejorar esta carretera y así brindar a los usuarios seguridad y comodidad cuando utilizan esta vía.

1.2.3. Viabilidad.

La investigación es viable porque los investigadores disponen de tiempo, recurso financiero, humano y materiales además de acceso al lugar en investigación.

Los trabajos de campo serán atendidos con equipos de la Universidad Andina del Cusco. Y también cuentan con las normativas actuales necesarias emitidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones además de un manual americano Highway Capacity Manual (HCM 2010), y para



trabajos en gabinete contamos con el software Civil 3D versión educacional para estudiantes que lo encontramos en internet.

1.2.4. Justificación por relevancia.

El análisis permite ahondar y poner en práctica los conocimientos de ingeniería vial que se pide en la práctica profesional que muchas veces son proporcionadas superficialmente en el proceso de formación de la carrera profesional.

1.3. Limitaciones de la investigación.

1.3.1. Limitaciones geográficas.

La carretera de análisis se encuentra en Perú, departamento del Cusco.

Tabla 1
Ubicación Geografica.

Ubicación geográfica de la carretera interoceánica del sur tramo Urcos – Ccatca.	
Departamento	Cusco
Provincia	Quispicanchi
Distrito	Urcos - Ccatca

Nota: La carretera interoceánica del sur tramo Urcos-Ccatca forma parte de un eje de conexión vial entre Perú y Brasil.

Tabla 2
Coordenadas inicio del tramo.

Coordenadas UTM/Geográficas del punto inicial de la carretera interoceánica del sur tramo Urcos – Ccatca.	
Norte	218892 / 13°41'13
Este	84854766 / 71°35'55''
Elevación	3254 msnm

Nota: La carretera interoceánica del sur tramo Urcos-Ccatca se ubica dentro de la zona L19 de las coordenadas UTM.

Tabla 3
Coordenadas fin del tramo.

Coordenadas UTM/Geográficas del punto inicial de la carretera interoceánica del sur tramo Urcos – Ccatca.

Norte	222562 / 13°36'20''
Este	8494435 / 71°30'50''
Elevación	3695 msnm

Nota: La carretera interoceánica del sur tramo Urcos-Ccatca se ubica dentro de la zona L19 de las coordenadas UTM.



Figura 3. Ubicación de la carretera interoceánica del sur tramo Urcos –Ccatca.

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). Mapa vial del Perú, https://www.pvn.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/mapavial_MTC-1.



1.3.2. Limitaciones de equipos e información.

Para la presente investigación se utilizó:

- GPS modelo GPSMAP 64s con antena de 4 hélices, receptor GPS y LONASS de alta sensibilidad, conectividad inalámbrica mediante tecnología Bluetooth o ANT+ con una precisión de margen de error de la ubicación exacta de 3.65m para el levantamiento del eje de la carretera.
- Cámara de video vigilancia tipo tubo modelo DS-2CE56C0T-IRP, 01 DVR HD modelo:HK-DS7104HGHI-F con 4 canales de videos, conector DC, cable UTP,01 disco duro de 500GB tipo sata, para realizar el aforo vehicular de 24 horas durante una semana completa desde el día 13/04/2018 hasta el día 19/04/2018.
- Normativas como el manual norteamericano Highway Capacity Manual 2010 y el manual de diseño geométrico para carreteras DG2018, tanto para el análisis de nivel de servicio como el diseño geométrico de la carretera.
- Para un adecuado cálculo de la estimación del costo que supondría mejorar la carretera interoceánica sur tramo Urcos Ccatca tuvo las siguientes limitaciones en cuanto a estudios básicos de ingeniería por la gran demanda de equipos y materiales: Estudio de Suelos, canteras y fuentes de agua, estudios de Hidrología e Hidráulica y estudios de Geología y Geotecnia

1.4. Objetivo de la investigación.

1.4.1. Objetivo general.

OG. - Determinar el nivel de servicio y el costo estimado para mejorar el nivel de servicio de la carretera interoceánica del sur tramo Urcos-Ccatca con el manual HCM 2010.



1.4.2. Objetivos específicos.

OE 01.- Determinar la demanda en la carretera interoceánica sur tramo Urcos-Ccatca y determinar a qué clase de carretera corresponde según el manual DG 2018 y la clasificación correspondiente según el manual HCM 2010.

OE 02.- Evaluar cómo influyen la cantidad de vehículos pesados en el nivel de servicio de la carretera interoceánica sur tramo Urcos - Ccatca según el manual HCM 2010.

OE 03.- Evaluar cómo influyen las distancias de adelantamiento en el nivel de servicio en la carretera interoceánica sur tramo Urcos-Ccatca según el manual HCM 2010.

OE 04.- Determinar la velocidad de marcha y su influencia en el nivel de servicio de la carretera interoceánica del sur tramo Urcos-Ccatca.

OE 05.- Estimar el costo para mejorar el nivel de servicio de la carretera interoceánica sur tramo Urcos-Ccatca a un nivel de servicio B según el manual HCM 2010.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la tesis o investigación actual.

2.1.1. Antecedentes a nivel nacional.

Tesis: Análisis de la capacidad vial y nivel de servicio de las vías principales de acceso a la ciudad del Cusco: Saylla – Cusco y Poroy – Cusco.

Autor: José Andrés Mayhuire Gutierrez.

Institución: Universidad Andina del Cusco.

Lugar: Cusco, 2014.

Los investigadores analizan la capacidad y el nivel de servicio aplicando dos procedimientos diferentes, el método HCM 2010 e INVIAS 1996, con los cuales llegaron a determinar que los tramos I y II corresponden al nivel de servicio de categoría “D” (tramo I Poroy-Cusco y tramo II Saylla-Cusco) y la capacidad en el tramo I (Poroy - Cusco), es de 1716.24 (veh/hr) la cual se ve reducida en un 39% de su capacidad ideal y la capacidad en el tramo II (Saylla-Cusco), es de 2235.81 (veh/hr) y se ve reducida en un 20% de su capacidad ideal.

Se pudo obtener información sobre capacidad y niveles de servicio, así como el procedimiento metodológico de análisis de los datos y los formatos utilizados en dicha investigación.

Para la obtención del nivel de servicio en cuanto a la condición de conservación de la carretera propuesto por el Ministerio de Transportes del Perú (MTC), en los tramos I y II, no satisface con porcentajes mínimos que se requieren para obtener un nivel de servicio óptimo. (Mayhuire, 2014).



Tesis: Experiencia de medición de niveles de servicio en carreteras asfaltadas en zona de selva.

Autor: Miguel Ángel Justo Casaretto.

Institución: Universidad de Piura.

Lugar: Lima, 2013.

El propósito de la tesis es aportar la experiencia obtenida en la labor de medición de niveles de servicio en situaciones climáticas variables, para mejorar el proceso de evaluación de niveles de servicio en las de carreteras, pues son singulares no tienen características iguales por lo que, no pueden ser medidos de la misma forma.

El proyecto propone alternativas de desemejanza de niveles de servicio por tramos. Evidentemente las carreteras que conforman las redes tienen diferentes solicitudes dependiendo de dónde se encuentran conectados. Obligación como la limpieza de faja, podría ser inaplicable en zonas donde el ramaje de árboles sobre la calzada forma parte del paisaje.

El método utilizado es descriptivo, teniendo en cuenta la trayectoria profesional por el registrado como ingeniero residente de la misma, en la supervisión de la carretera: desviación Las Vegas-Tarma-Satipo.

Finalmente el autor busca brindar su aporte, con una proposición de mejora de los parámetros de medición de niveles de servicio basados en la experiencia obtenida, en este tipo de trabajos, realizados en carreteras de zonas de selva con climas variados. (Justo, 2013).



2.1.2. Antecedentes a nivel internacional

Tesis: Análisis de la capacidad y nivel de servicio de las vías principales y secundarias de acceso a la ciudad de Manizales.

Autor: Víctor Hugo Naranjo Herrera.

Institución: Universidad Nacional de Colombia.

Lugar: Manizales, 2008.

Se observó según análisis realizado que los niveles de servicio y de la capacidad, a partir de los lineamientos del Instituto Nacional de Vías de Colombia (INVIAS) y del Manual de Capacidad Vial año 2000 del Consejo de Investigaciones del Transporte de los Estados Unidos.

El flujo de vehículos desde diferentes vías de acceso a la ciudad de Manizales evidencia dificultades permanentes, como son la formación de filas y la baja velocidad de circulación a flujo libre. El Nivel de Servicio de las vías analizadas se encuentra en la mitad inferior del rango establecido para dicho criterio, según lo estipulado en el Manual de Capacidad INVIAS de 1996. Todas las carreteras de dos carriles tienen un Nivel de Servicio “E” según el Manual HCM 2000. El investigador propone soluciones a partir de los problemas generados de la congestión vehicular y peatonal en las vías principales y secundarias que llegan a la ciudad de Manizales, evaluando parámetros de tiempo y velocidad.

Se tomó como referencia la idea planteada de hallar un promedio de nivel de servicio y el procedimiento metodológico en base al nivel de servicio vehicular.(Naranjo, 2008)



2.2. Aspectos teóricos pertinentes.

2.2.1. Carreteras de dos carriles.

Definido como una infraestructura destinada al uso de tráfico vehicular que posee dos carriles, un carril para cada dirección. La primordial particularidad que distingue a las carreteras de dos carriles de otro tipo de infraestructuras viales destinados al tráfico de vehículos automotores es que las operaciones de adelantamiento ocurren en el carril de sentido contrario de tráfico vehicular. Las operaciones de adelantamiento son restringidas por el flujo de tráfico opuesto y su disponibilidad y por la existencia de suficiente distancia de adelantamiento para que un conductor pueda comprender el acercamiento de un vehículo del tráfico opuesto de una forma fiables. Cuando existe un incremento del flujo vehicular y de las limitaciones geométricas las opciones de adelantamiento disminuyen. Lo cual conduce a la creación de pelotones dentro del tráfico vehicular por la presencia de vehículos pesados con demora adicional por no poder adelantar a los vehículos que van. (Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, 2010).

Otra de las particularidades de las carreteras de dos carriles es que a excepción de los lugares donde existe intersección con otras vías, la circulación del tráfico vehicular es libre, sin que exista restricción alguna que imponga a los vehículos a detenerse. Este modelo de tráfico de circulación se le denomina también flujo continuo o ininterrumpido, y está gobernado por los conceptos de capacidad y nivel de servicio.

Entre los distintos tipos de carreteras que forman parte de una red vial interurbana, es imprescindible realizar una distinción de cara al estudio desde el punto de vista de su capacidad.

Así, se distinguen tres grupos de vías:

- Las carreteras de dos carriles con calzada única a la cual pertenecen la mayoría de las carreteras de la red vial nacional. Caracterizada por tener velocidad más limitada y más dificultad al momento de realizar maniobras de adelantamientos.
- Carreteras de dos o más carriles por sentido de circulación llamados también carreteras multicarril que pueden o no tener separación de calzadas o controles de accesos.
- Autopistas cuya circulación es exclusiva de vehículos y que su estudio merece un apartado especial al ser vías con alta capacidad vehicular.

Por otro lado, debe realizarse un estudio de la capacidad en aquellos lugares donde existe la intersección de dos o más vías como intersecciones y troncales de acceso y tramos de acceso en ellas. Y también las intersecciones, donde la circulación se encuentra sometida a elementos de regulación como semáforos o señales de prioridad de paso.

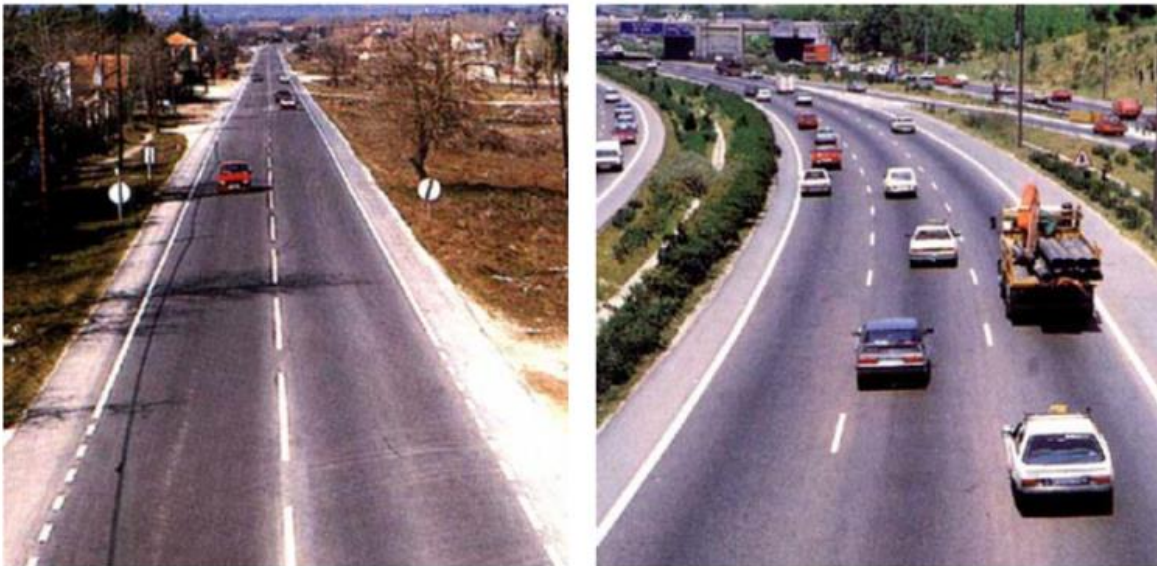


Figura 4. Carretera de dos carriles y carretera multicarril.

Fuente: Bañon L, Beviá J. (2000). Carreteras de dos carriles y multicarril. Obtenido del libro: Manual de carreteras. Volumen I: elementos y proyecto (cap. 7, pág. 2).



2.2.1.1. Clasificación de las carreteras de dos carriles.

El manual americano HCM 2010 clasifica y define las carreteras de dos carriles de la siguiente manera:

- Clase I de carreteras de dos carriles: Son carreteras en donde se espera que los viajes sean a velocidades referentemente a altas. Podemos decir que estas carreteras de dos carriles son las que conforman las rutas principales interurbanas, conectores primordiales de los principales generadores de tráfico, rutas principales de la red vial nacional son asignadas generalmente a la clase I, que son por lo general rutas en donde se realiza viajes de larga.
- Clase II de carreteras de dos carriles: Son carreteras en donde no necesariamente se espera que los viajes sean a altas velocidades. Son carreteras que funcionan como acceso a las carreteras clasificadas como clase, que a su vez están conformadas por rutas paisajísticas o recreativas donde viajar a altas velocidades se hace imposible, porque también el viaje es a través de unos terrenos accidentados a menudo sirven para viajes relativamente cortos.
- Clase III de carreteras de dos carriles: Son tramos de carreteras de clase I o clase II que sirven áreas ligeramente desarrolladas o que sirven como paso a través de las pequeñas ciudades o zonas de recreación desarrolladas. En estos tramos, el tráfico local casi siempre se mezcla con el tráfico de paso, y la densidad de los puntos de acceso a la carretera no semaforizadas es notablemente mayor que en una zona rural a menudo acompañados por límites de velocidad reducidos que reflejan el mayor nivel de actividad (Transportation Research Board, 2010).

2.2.1.2. Condiciones ideales en carreteras de dos carriles

El manual norteamericano a fin de establecer requisitos que permitan conseguir los máximos volúmenes para una cierta calidad de flujo define condiciones ideales con respecto a las características de la carretera y a las características de tránsito. La metodología HCM 2010 impone



coeficientes de corrección para aquellas condiciones que se apartan de ideales, correcciones que permiten obtener volúmenes máximos asociados a una cualidad de flujo, bajo las condiciones reales. Cuando nos referimos a condiciones ideales podemos decir que son:

- Flujo de tránsito continuo. Flujo libre de interferencias.
- Flujo de tránsito existente. La metodología considera en su análisis solamente vehículos livianos (automóviles y camionetas), por lo que se aplica los factores de corrección por presencia de vehículos pesados en función de la topografía del terreno.
- Ancho de carriles de 3.6 m con bermas \geq a 1.8 m sin obstáculos. Es considerado obstáculo aquel elemento de más de 0.15 m de alto y su influencia será diferente si se trata de obstáculos continuos o aislados.

El diseño del alineamiento horizontal y vertical, debe contar con una velocidad promedio del camino (VDC: velocidad de diseño de sus diversos elementos geométricos ponderada por la longitud), que sea mayor o igual a 110 km/h. En las carreteras de dos carriles con flujo de tránsito en ambos sentidos debe poseer distancias largas adecuadas para que la maniobra de adelantamiento sea segura, de forma continua a lo largo de toda la carretera en análisis.

En la realidad la segunda condición ideal es de extraña ocurrencia, porque lo normal es que en un flujo de tránsito existan vehículos pesados como los buses, camiones o vehículos de carga con 3 o más ejes. Lo cual implica el uso del factor de corrección y dependiendo de la topografía se realizará o no algunas correcciones adicionales.

Se deberá efectuar un estudio de capacidad y nivel de servicio esperados según las condiciones y volumen de demanda reales del proyecto, lo que servirá para estimar las restricciones de tránsito y características de tránsito, características geométricas y la calidad del servicio que proporcionara



la carretera a los usuarios, con el fin de realizar los ajustes necesarios en los factores y/o parámetros considerados en el diseño geométrico.

Para la realización de este estudio se presenta las definiciones de niveles de servicio para tener en cuenta también el diseño geométrico de la carretera (Ministerio de Transporte de Comunicaciones, 2018).

2.2.2 Nivel de servicio

Para estimar la calidad de un flujo vehicular se utiliza la definición de nivel de servicio. Que es una medida cualitativa que describe condiciones de operación del flujo vehicular y como lo perciben los usuarios. Las condiciones de operación están en función de factores como la comodidad, libertad para realizar maniobras, la velocidad y tiempo de recorrido. Entre los factores que causan efecto en el análisis de nivel de servicio podemos distinguir los factores internos y los factores externos. Los factores internos son aquellos que se relacionan a variaciones en volumen, velocidad, porcentaje de movimientos direccionales, composición de tránsito, etc. Y en los factores externos tenemos todas las características físicas de la carretera como ancho de carriles, de bermas, distancias de adelantamiento, pendientes longitudinales, pendientes transversales, sobre anchos, etc. El manual norteamericano HCM 2010 del TRB tiene establecido seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E, y F, que va en relación desde un nivel de servicio óptimo hasta un nivel de servicio malo los cuales esta definidos según las condiciones de operación sean estas continuas o discontinuas.

2.2.2.1 Denominación de los niveles de servicio.

Nivel de servicio A

Nivel de servicio donde existe circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación.



Tienen gran autodeterminación para seleccionar las velocidades que se desee y realizar maniobras sin restricciones dentro del tránsito. Este nivel se caracteriza por proporcionar comodidad y conveniencia en la circulación.

Nivel de servicio B

Es un nivel de servicio que se encuentra dentro de la definición de flujo libre, aunque empieza a tener presencia de otros vehículos integrantes de la. La autodeterminación de escoger la velocidad que se desee sigue estando relativamente inafectada, pero si se reduce un poco la libertad de maniobra. El nivel de comodidad y conveniencia de circulación empieza a influir en el comportamiento individual de cada uno.

Nivel de Servicio C

Este nivel de servicio se puede mantener dentro de un flujo estable, pero empieza a verse afectado en la libre maniobrabilidad o de forma significativa en la interacción con otros usuarios. La autodeterminación de escoger la velocidad que se desea esta afectada por presencia de otros y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. La comodidad y conveniencia disminuye sustancialmente.

Nivel de Servicio D

Este nivel de servicio está relacionada a la circulación de un flujo de densidad elevado pero estable. No obstante, la libertad de maniobra y la velocidad quedan restringidas seriamente, y en cuanto a la comodidad y conveniencia los usuarios experimentan un nivel general bajo. Hasta los mínimos incrementos en el flujo hacen de que exista problemas de funcionamiento, incluso con formación de pequeñas colas.

Nivel de Servicio E

En este nivel de servicio el funcionamiento de la carretera está cerca del límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a los vehículos a ceder el paso. Los niveles de comodidad y conveniencia son muy bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.

Nivel de Servicio F

Representa condiciones de flujo forzado, producida cuando la cantidad de flujo que se acerca a un punto, excede la cantidad que puede pasar por él. Conllevando a la formación de colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables, típicas de los cuellos de botella.

S.9		Niveles de servicio en vías interurbanas	
A	<ul style="list-style-type: none"> La velocidad de los vehículos es la que elige libremente cada conductor Cuando un vehículo alcanza a otro más lento puede adelantarle sin sufrir demora Condiciones de circulación libre y fluida 		
B	<ul style="list-style-type: none"> La velocidad de los vehículos más rápidos se ve influenciada por otros vehículos Pequeñas demoras en ciertos tramos, aunque sin llegar a formarse colas Circulación estable a alta velocidad 		
C	<ul style="list-style-type: none"> La velocidad y la libertad de maniobra se hallan más reducidas, formándose grupos Aumento de demoras de adelantamiento Formación de colas poco consistentes Nivel de circulación estable 		
D	<ul style="list-style-type: none"> Velocidad reducida y regulada en función de la de los vehículos precedentes Formación de colas en puntos localizados Dificultad para efectuar adelantamientos Condiciones inestables de circulación 		
E	<ul style="list-style-type: none"> Velocidad reducida y uniforme para todos los vehículos, del orden de 40-50 km/h Formación de largas colas de vehículos Imposible efectuar adelantamientos Define la capacidad de una carretera 		
F	<ul style="list-style-type: none"> Formación de largas y densas colas Circulación intermitente mediante parones y arrancadas sucesivas La circulación se realiza de forma forzada 		

Figura 5. Descripción de niveles de servicio.

Fuente: Bañón L, Beviá J. (2000). Carreteras de dos carriles y multicarril. Obtenido del libro: Manual de carreteras. Volumen I: elementos y proyecto (cap. 7, pág. 5).



2.2.2.2 Factores que afectan a los niveles de servicio.

a) Condiciones ideales

los métodos que se utilizan aportan unas formulaciones simples para un grupo de condiciones definidas como ideales, las cuales deben corregirse para tener nota las condiciones que prevalecen no coincidan con ella. Fundamentalmente, una condición ideal es cuando su optimización no produce incremento en la capacidad. En estas condiciones se supone la inexistencia de sucesos que obstruyan el flujo, pavimento en buen estado, usuarios racionales y buen clima.

Lo que se muestra a continuación son condiciones ideales para un flujo ininterrumpido en una carretera:

- Flujo de tránsito igual para ambos sentidos.
- Ancho de carriles de no menos de 3.65m.
- Bermas de 1.8 m entre el borde de la calzada exterior y los obstáculos u objetos adyacentes a la vía o separador.
- Velocidad de diseño de 100km/h.
- Flujo vehicular solamente con presencia de vehículos livianos.
- Inexistencia de vehículos pesados.
- Estado óptimo de la carpeta de rodadura.
- Existencia de distancias de adelantamiento
- Buena señalización tanto vertical como horizontal.
- Terreno llano y rasante horizontal.

Casi siempre en los estudios, las condiciones existentes son diferentes a las condiciones ideales, es por eso que se incluyen correcciones que reflejen la inexistencia de condiciones ideales.



b) Condiciones de la carretera o la infraestructura.

Aquellas condiciones que afectan a la carretera o a la infraestructura son las características geométricas de la misma y también los elementos del proyecto. Estos factores son los siguientes:

- Tipo de vía y la importancia.
- El ancho de cada carril.
- El ancho de las bermas y los despejes laterales.
- La velocidad de diseño.
- El alineamiento horizontal y el alineamiento vertical.
- El espacio utilizable para esperar en cola en intersecciones.

c) Condiciones del tránsito

Son aquellas características que afectan de forma directa en el análisis de nivel de servicio y estas características de tránsito son el tipo de vehículo, distribución de estos en cada carril.

Se definen como vehículos pesados aquellos que tienen más de cuatro ruedas sobre el pavimento.

Además de la composición vehicular, se tiene en cuenta el reparto por sentidos de circulación, que es especialmente crucial en vías de dos carriles, donde las condiciones ideales se producen cuando la distribución es 50/50 (50% en cada sentido).

d) Condiciones de control

En vías para un tránsito continuo el control y las normas afectan significativamente en la capacidad y los niveles de servicio, como la justificación de estacionar, las restricciones para el rebase, la prohibición de giros, los sentidos de circulación permitidos (Blañon & Bevíá, 2000).

2.2.3. Metodología del Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010) para el cálculo de capacidad vial y nivel de servicio para carreteras de dos carriles.

2.2.3.1. Datos de entrada.

Antes de que un tramo de carretera se estudiado y/o analizado se debe contar con la información respectiva. La metodología también incluye valores predeterminados sugeridos para su uso cuando no se dispone de datos específicos de la zona de estudio.

2.2.3.2. Determinación de la velocidad de flujo libre (FFS).

En la determinación de la velocidad de flujo libre se recomienda hacer la medición directamente en campo es decir ir al tramo a realizar la medición. Los datos que se obtienen deben ser solo en la dirección que se analiza; pero si queremos analizar ambas direcciones se deberá hacer mediciones para cada dirección. Cada toma de datos direccional debe basarse en una muestra aleatoria de por lo menos 100 velocidades de vehículos. El FFS puede medirse directamente como la velocidad media bajo condiciones de baja demanda (es decir, cuando el flujo vehicular en ambos sentidos es menor o igual a 200 veh/h).

2.2.3.3. Ajuste al volumen de demanda por velocidad de desplazamiento promedio (ATS).

Este procedimiento se aplica solo a las carreteras de dos carriles de clase I y clase III. Sin embargo, los niveles de servicio de carreteras Clase II no se fundamentan en la velocidad promedio, es por eso que se salta este procedimiento para este tipo de carreteras de dos carriles.

Los volúmenes de demanda en ambas direcciones (dirección de análisis y dirección opuesta) deben convertirse en el flujo vehicular bajo condiciones de base equivalentes, según la Ecuación N° 1:

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}} \quad \text{Ec. N°1}$$



Donde:

V_{ats} = Porcentaje de flujo de demanda i para calcular la velocidad media de recorrido ATS (pc/h).

V_i = Volumen de demanda para la dirección i (veh/h).

i = d (análisis en la dirección) o o (dirección opuesta).

PHF = Factor hora Pico.

$f_{g,ATS}$ = Factor de Ajuste por pendiente.

$f_{HV,ATS}$ = Factor de Ajuste Por Vehículos Pesados.

Factor de ajuste por pendiente de la velocidad de desplazamiento promedio (ATS).

- Tramos $\geq 3,22$ Km de terreno plano.
- Tramos $\geq 3,22$ Km de terreno ondulado.
- Pendiente específica subiendo.
- Pendiente específica bajando.

Cualquier tramo que cuente con una pendiente de 3% o más y 1 Km. (0.6 millas) o más debe ser analizado como una pendiente específica subiendo o bajando, dependiendo de la dirección del análisis. Sin embargo, una pendiente del 3% o más puede ser analizada como una pendiente específica si tiene una longitud del tramo de 400 metros (0,25 millas) o más.

La Tabla N° 4 muestra los factores de ajuste para tramos de terreno plano u ondulado, así como para pendientes específicos. La Tabla N° 4 se entra con la tasa de flujo de demanda de una sola dirección V_{vph} , en vehículos por hora.



Tabla 4
Factor de ajuste por tipo de terreno.

One-Direction Demand Flow Rate, vph (veh/h)	Adjustment Factor	
	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain
≤100	1.00	0.67
200	1.00	0.75
300	1.00	0.83
400	1.00	0.9
500	1.00	0.95
600	1.00	0.97
700	1.00	0.98
800	1.00	0.99
≥900	1.00	1.00

Nota: Se recomienda la interpolación al 0.01 más cercano.

Fuente:(HCM 2010).

Si la demanda se expresa como un volumen horario, debe dividirse por la variación en el flujo vehicular horario PHF ($V_{vph} = V / PHF$) para obtener el factor apropiado.

En la tabla n° 5 se muestran factores de ajuste para las pendientes. Cuando la pendiente se hace más severa y la longitud del tramo aumenta en los tramos de ascenso el impacto es negativo.

Sin embargo, el impacto, disminuye a medida aumenta el flujo vehicular. A mayores flujos, resulta velocidades más bajas y el impacto adicional por pendiente de ascenso es menos severo.

Tabla 5
Factores de ajuste para pendientes específicas.

Grade %	Grade Length (mi)	Directional Demand Flow Rate, V_{vhp} (veh/h)								
		≤100	200	300	400	500	600	700	800	>900
≥3 <3.5	0.25	0.78	0.84	0.87	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.50	0.75	0.83	0.86	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.75	0.73	0.81	0.85	0.89	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1.00	0.73	0.79	0.83	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1.50	0.73	0.79	0.83	0.87	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
	2.00	0.73	0.79	0.82	0.86	0.98	0.98	0.99	1.00	1.00
	3.00	0.73	0.78	0.82	0.85	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98
	≥4.00	0.73	0.78	0.81	0.85	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96
≥3.5 <4.5	0.25	0.75	0.83	0.86	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.50	0.72	0.80	0.84	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.75	0.67	0.77	0.81	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1.00	0.65	0.73	0.77	0.81	0.94	0.95	0.97	1.00	1.00
	1.50	0.63	0.72	0.76	0.80	0.93	0.95	0.96	1.00	1.00
	2.00	0.62	0.70	0.74	0.79	0.93	0.94	0.96	1.00	1.00
	3.00	0.61	0.69	0.74	0.78	0.92	0.93	0.94	0.98	1.00
	≥4.00	0.61	0.69	0.73	0.78	0.91	0.91	0.92	0.96	1.00
≥4.5 <5.5	0.25	0.71	0.79	0.83	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.50	0.60	0.70	0.74	0.79	0.94	0.95	0.97	1.00	1.00
	0.75	0.55	0.65	0.70	0.75	0.91	0.93	0.95	1.00	1.00
	1.00	0.54	0.64	0.69	0.74	0.91	0.93	0.95	1.00	1.00
	1.50	0.52	0.62	0.67	0.72	0.88	0.90	0.93	1.00	1.00
	2.00	0.51	0.61	0.66	0.71	0.87	0.89	0.92	0.99	1.00
	3.00	0.51	0.61	0.65	0.70	0.86	0.88	0.91	0.98	0.99
	≥4.00	0.51	0.60	0.65	0.69	0.84	0.86	0.88	0.95	0.97
≥5.5 <6.5	0.25	0.57	0.68	0.72	0.77	0.93	0.94	0.96	1.00	1.00
	0.50	0.52	0.62	0.66	0.71	0.87	0.90	0.92	1.00	1.00
	0.75	0.49	0.57	0.62	0.68	0.85	0.88	0.90	1.00	1.00
	1.00	0.46	0.56	0.60	0.65	0.82	0.85	0.88	1.00	1.00
	1.50	0.44	0.54	0.59	0.64	0.81	0.84	0.87	0.98	1.00
	2.00	0.43	0.53	0.58	0.63	0.81	0.83	0.86	0.97	0.99
	3.00	0.41	0.51	0.56	0.61	0.79	0.82	0.85	0.97	0.99
	≥4.00	0.40	0.50	0.55	0.61	0.79	0.82	0.85	0.97	0.99
≥6.5	0.25	0.54	0.64	0.68	0.73	0.88	0.90	0.92	1.00	1.00
	0.50	0.43	0.53	0.57	0.62	0.79	0.82	0.85	0.98	1.00
	0.75	0.39	0.49	0.54	0.59	0.77	0.80	0.83	0.96	1.00
	1.00	0.37	0.45	0.50	0.54	0.74	0.77	0.81	0.96	1.00
	1.50	0.35	0.45	0.49	0.54	0.71	0.75	0.79	0.96	1.00
	2.00	0.34	0.44	0.48	0.53	0.71	0.74	0.78	0.94	0.99
	3.00	0.34	0.44	0.48	0.53	0.70	0.73	0.77	0.93	0.98
	≥4.00	0.33	0.43	0.47	0.52	0.70	0.73	0.77	0.91	0.95

Nota: Interpolación en línea recta de fg, ATS para longitud de grado y flujo de demanda permitido al 0.01 más cercano.

Fuente:(HCM 2010).



Factor de ajuste de la velocidad de desplazamiento promedio (ATS) por presencia de vehículos pesados.

Como se ha mencionado anteriormente las condiciones ideales en carreteras incluyen solamente vehículos livianos en el tránsito. Aunque no ocurre en realidad la presencia de los vehículos pesados reduce el ATS en flujo de tráfico. Un vehículo pesado por lo general se define como cualquier vehículo con remolque rodado sobre cuatro más de 4 ruedas. Los vehículos pesados clasificados como camiones o vehículos recreativos (RVs). Los camiones encubren una gran variedad de vehículos desde pequeñas camionetas y camiones con remolque con más de 4 ruedas hasta doble y triple tracto camión.

El número de vehículos de pasajeros equivalente es el número de vehículos desplazados del flujo vehicular por un camión o vehículo recreativo. Los factores de vehículos equivalentes se definen para varias situaciones:

- Tramos largos de terreno plano u ondulado.
- Pendientes específicas de ascenso.
- Pendientes específicas de descenso.

Tabla 6
Factores de ajuste por vehículos pesados.

Grade (%)	Grade Length (mi)	Directional Demand Flow Rate, v_{DD} (veh/h)								
		≤100	200	300	400	500	600	700	800	≥900
≥3 <3.5	0.25	2.6	2.4	2.3	2.2	1.8	1.8	1.7	1.3	1.1
	0.50	3.7	3.4	3.3	3.2	2.7	2.6	2.6	2.3	2.0
	0.75	4.6	4.4	4.3	4.2	3.7	3.6	3.4	2.4	1.9
	1.00	5.2	5.0	4.9	4.9	4.4	4.2	4.1	3.0	1.6
	1.50	6.2	6.0	5.9	5.8	5.3	5.0	4.8	3.6	2.9
	2.00	7.3	6.9	6.7	6.5	5.7	5.5	5.3	4.1	3.5
	3.00	8.4	8.0	7.7	7.5	6.5	6.2	6.0	4.6	3.9
	≥4.00	9.4	8.8	8.6	8.3	7.2	6.9	6.6	4.8	3.7
≥3.5 <4.5	0.25	3.8	3.4	3.2	3.0	2.3	2.2	2.2	1.7	1.5
	0.50	5.5	5.3	5.1	5.0	4.4	4.2	4.0	2.8	2.2
	0.75	6.5	6.4	6.5	6.5	6.3	5.9	5.6	3.6	2.6
	1.00	7.9	7.6	7.4	7.3	6.7	6.6	6.4	5.3	4.7
	1.50	9.6	9.2	9.0	8.9	8.1	7.9	7.7	6.5	5.9
	2.00	10.3	10.1	10.0	9.9	9.4	9.1	8.9	7.4	6.7
	3.00	11.4	11.3	11.2	11.2	10.7	10.3	10.0	8.0	7.0
	≥4.00	12.4	12.2	12.2	12.1	11.5	11.2	10.8	8.6	7.5
≥4.5 <5.5	0.25	4.4	4.0	3.7	3.5	2.7	2.7	2.7	2.6	2.5
	0.50	6.0	6.0	6.0	6.0	5.9	5.7	5.6	4.6	4.2
	0.75	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
	1.00	9.2	9.2	9.1	9.1	9.0	9.0	9.0	8.9	8.8
	1.50	10.6	10.6	10.6	10.6	10.5	10.4	10.4	10.2	10.1
	2.00	11.8	11.8	11.8	11.8	11.6	11.6	11.5	11.1	10.9
	3.00	13.7	13.7	13.6	13.6	13.3	13.1	13.0	11.9	11.3
	≥4.00	15.3	15.3	15.2	15.2	14.6	14.2	13.8	11.3	10.0
≥5.5 <6.5	0.25	4.8	4.6	4.5	4.4	4.0	3.9	3.8	3.2	2.9
	0.50	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2
	0.75	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
	1.00	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.2	10.1
	1.50	11.9	11.9	11.9	11.9	11.8	11.8	11.8	11.7	11.6
	2.00	12.8	12.8	12.8	12.8	12.7	12.7	12.7	12.6	12.5
	3.00	14.4	14.4	14.4	14.4	14.3	14.3	14.3	14.2	14.1
	≥4.00	15.4	15.4	15.3	15.3	15.2	15.1	15.1	14.9	14.8
≥6.5	0.25	5.1	5.1	5.0	5.0	4.8	4.7	4.7	4.5	4.4
	0.50	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
	0.75	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
	1.00	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.3	10.2
	1.50	12.0	12.0	12.0	12.0	11.9	11.9	11.9	11.8	11.7
	2.00	12.9	12.9	12.9	12.9	12.8	12.8	12.8	12.7	12.6
	3.00	14.5	14.5	14.5	14.5	14.4	14.4	14.4	14.3	14.2
	≥4.00	15.4	15.4	15.4	15.4	15.3	15.3	15.3	15.2	15.1

Nota: Se recomienda la interpolación al 0.01 más cercano.
Fuente:(HCM 2010).



2.2.3.4. Cálculo de velocidad de desplazamiento promedio.

Este procedimiento solo se aplica a carreteras de dos carriles de clase I y clase III. Sin embargo, las carreteras de dos carriles de clase II no utilizan la velocidad de desplazamiento promedio (ATS) como medida de los niveles de servicio (LOS).

La ATS se calcula a partir de la velocidad a flujo libre (FFS), la Tasa de flujo de demanda; la tasa de FLUJO opuesto, y el porcentaje de zonas de no rebase en la dirección de análisis La ATS es calculada a partir de la Ecuación N° 2:

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS} \quad \text{Ec.N}^\circ 2$$

Donde:

ATS_d = Velocidad promedio de marcha en la dirección analizada (mi/h).

FFS = Velocidad a flujo libre (mi/h).

$v_{d,ATS}$ = Porcentaje de flujo de demanda para determinar ATS en la dirección de análisis (pc/h).

$v_{o,ATS}$ = Porcentaje de flujo de demanda para determinar ATS en la dirección opuesta (Pc/h).

$f_{n,ATS}$ = Factor de ajuste para determinar el porcentaje de zonas de no rebase en la dirección de análisis.

Tabla 7
Factor de ajuste por zona de no rebase.

Opposing Demand Flow Rate V_p (pc/h)	Percent No-Passing Zones				
	<20	40	60	80	100
FFS > 65 mi/h					
≤100	1.1	2.2	2.8	3	3.1
200	2.2	3.3	3.9	4	4.2
400	1.6	2.3	2.7	2.8	2.9
600	1.4	1.5	1.7	1.9	2
800	0.7	1	1.2	1.4	1.5
1000	0.6	0.8	1.1	1.1	1.2
1200	0.6	0.8	0.9	1	1.1
1400	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9
≥1600	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8
FFS = 60 mi/h					
≤100	0.7	1.7	2.5	2.8	2.9
200	1.9	2.9	3.7	4	4.2
400	1.4	2	2.5	2.7	3.9
600	1.1	1.3	1.6	1.9	2
800	0.6	0.9	1.1	1.3	1.4
1000	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2
1200	0.5	0.7	0.9	0.9	1.1
1400	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9
≥1600	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
FFS = 55 mi/h					
≤100	0.5	1.2	2.2	2.6	2.7
200	1.5	2.4	3.5	3.9	4.1
400	1.3	1.9	2.4	2.7	2.8
600	0.9	1.1	1.6	1.8	1.9
800	0.5	0.7	1.1	1.2	1.4
1000	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1
1200	0.5	0.6	0.7	0.9	1
1400	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9
≥1600	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7
FFS = 50 mi/h					
≤100	0.2	0.7	1.9	2.4	2.5
200	1.2	2	3.3	3.9	4
400	1.1	1.6	2.2	2.6	2.7
600	0.6	0.9	1.4	1.7	1.9
800	0.4	0.6	0.9	1.2	1.3
1000	0.4	0.4	0.7	0.9	1.1
1200	0.4	0.4	0.7	0.8	1
1400	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8
≥1600	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
FFS = 45 mi/h					
≤100	0.1	0.4	1.7	2.2	2.4
200	0.9	1.6	3.1	3.8	4
400	0.9	0.5	2	2.5	2.7
600	0.4	0.3	1.3	1.7	1.8
800	0.3	0.3	0.8	1.1	1.2
1000	0.3	0.3	0.6	0.8	1.1
1200	0.3	0.3	0.6	0.7	1
1400	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7
≥1600	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6

Nota: La interpolación de fnp, ATS para el porcentaje de zonas que no pasan, el índice de flujo de la demanda y FFS al 0.1 más cercano es recomendado.

Fuente:(HCM 2010).

En la Tabla N° 06, se entra con V_o en vehículos por hora, no V_{vph} en vehículos por hora. En este punto en el proceso de cálculo, están disponibles flujos de demanda ajustados y se utilizan en la determinación de ATS. Como muestra la Tabla N° 06, el efecto de zonas de no rebase es mayor cuando el flujo vehicular opuesto oponiéndose velocidades de flujo son bajos. Al contrario el flujo vehicular aumenta, el efecto disminuye a cero, ya que zonas de rebase y de no rebase cuando el flujo vehicular opuesto no permite ninguna oportunidad de paso.

2.2.3.5. Ajuste al volumen de demanda por porcentaje de demoras siguiendo (PTSF).

Este procedimiento solo se aplica a carreteras de dos carriles de clase I y clase II. Sin embargo, las carreteras de dos carriles de clase III no se basa en el porcentaje de demoras por no rebase y por lo tanto este paso se omite para ese tipo de carretera.

El procedimiento de ajuste del volumen de la demanda para determinar el porcentaje de demoras es similar al de la velocidad promedio de recorrido (ATS). El enfoque general es el mismo, pero se utilizan diferentes factores de ajuste, y los flujos ajustados resultantes serán diferentes de los utilizados para el ATS. Por lo tanto, una discusión detallada del proceso no se incluye aquí. Ya que es el mismo que el descrito para estimar el ATS, según la Ecuación N° 3 y N° 4.

Ec.N°3

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)} \quad \text{Ec.N°4}$$

Donde:

$v_{i,PTSF}$ = Porcentaje de flujo de demanda i para la determinación del porcentaje de demoras.

i = d (análisis en la dirección) o (d) (dirección opuesta).



$f_{g,PTSF}$ = factor de ajuste por pendiente para determinar el porcentaje de demoras.

$f_{HV,PTSF}$ = factor de ajuste por vehículos pesados para determinar el porcentaje de demoras.

Todas las demás variables están previamente definidas.

2.2.3.6 Factor de ajuste por pendiente del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF).

Como es el caso para el procedimiento de ajuste de velocidad promedio de recorrido ATS los factores de ajuste por pendiente se definen para los terrenos normales (planos u ondulados) y pendientes específicas de ascenso y descenso. En la Tabla N° 7, se encuentran los factores de ajuste para terrenos normales y pendientes en descenso (que se tratan como terreno plano). La Tabla N° 8, muestra los factores de ajuste para las pendientes en ascenso. Estos factores de ajuste se utilizan para calcular las tasas de flujo de la demanda, y se ingresa otra vez con $V_{ph} - V/PHF$.

Tabla 8
Factores de ajuste para segmentos de terreno y degradaciones específicas.

Directional Demand Flow Rate, V_{ph} (veh/h)	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain
≤100	1.00	0.73
200	1.00	0.80
300	1.00	0.85
400	1.00	0.90
500	1.00	0.96
600	1.00	0.97
700	1.00	0.99
800	1.00	1.00
≥900	1.00	1.00

Nota: Se recomienda la interpolación al 0.01 más cercano.
Fuente:(HCM 2010).

Tabla 9
Factor de ajuste para pendientes específicas.

Grade %	Grade Length (mi)	Directional Demand Flow Rate, Vvhp (veh/h)								
		≤100	200	300	400	500	600	700	800	>900
≥3 <3.5	0.25	1.00	0.99	0.97	0.96	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
	0.50	1.00	0.99	0.98	0.97	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
	0.75	1.00	0.99	0.98	0.97	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
	1.50	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
	2.00	1.00	0.99	0.98	0.98	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
	3.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96
	≥4.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.97	0.97
≥3.5 <4.5	0.25	1.00	0.99	0.98	0.97	0.94	0.93	0.93	0.92	0.92
	0.50	1.00	1.00	0.99	0.99	0.97	0.97	0.97	0.96	0.95
	0.75	1.00	1.00	0.99	0.99	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96
	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
	1.50	1.00	1.00	0.99	0.99	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
	2.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	≥4.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
≥4.5	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	0.97	0.97
<5.5	≥0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
≥5.5	All	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Nota: La interpolación de fnp, ATS para el porcentaje de zonas que no pasan, el índice de flujo de la demanda y FFS al 0.1 más cercano es recomendado.

Fuente:(HCM 2010).

2.2.3.7 Factor de ajuste del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF) por presencia de vehículos pesados.

El proceso para determinar el factor de ajuste por vehículos pesados usado en el cálculo del PTSF es similar a la utilizada en la estimación de ATS (velocidad media de recorrido). Vehículos equivalentes deben ser encontrados para vehículos pesados (ET) y vehículos de recreo (Er). Los equivalentes para ambos camiones y vehículos recreativos en tramos del terreno en general (plano y ondulado) y en pendientes en descenso (que se tratan como terreno plano) se encuentran en la Tabla N° 09. En el cálculo del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF), no existe un procedimiento especial para camiones que viaja a la velocidad de arrastre en pendientes

específicas de descenso. Los equivalentes para camiones y vehículos recreativos pendientes de ascenso se encuentran en la Tabla N° 10.

Tabla 10
Factor de ajuste del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF) por presencia de vehículos pesados.

Grade (%)	Grade Length (mi)	Directional Demand Flow Rate, Vvph (veh/h)								
		<100	200	300	400	500	600	700	800	>900
Passenger Car Equivalents for Trucks (E_T)										
>3 <3.5	<2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	3.00	1.50	1.30	1.30	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	>4.00	1.60	1.40	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
>3.5 <4.5	<1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1.50	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	2.00	1.60	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	3.00	1.80	1.40	1.10	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
>4.5 <5.5	<1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1.50	1.10	1.10	1.10	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
	2.00	1.70	1.60	1.60	1.60	1.50	1.40	1.40	1.30	1.30
	3.00	2.40	2.20	2.20	2.10	1.90	1.80	1.80	1.70	1.70
>5.5 <6.5	<0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
	1.50	1.50	1.50	1.50	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
	2.00	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.80	1.80
	3.00	3.40	3.20	3.00	2.90	2.40	2.30	2.30	1.90	1.90
>6.5	<0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.00	1.00
	1.00	1.30	1.30	1.30	1.40	1.40	1.50	1.50	1.40	1.40
	1.50	2.10	2.10	2.10	2.10	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	2.00	2.90	2.80	2.70	2.70	2.40	2.40	2.30	2.30	2.30
	3.00	4.20	3.90	3.70	3.60	3.00	2.80	2.70	2.20	2.20
Passenger Car Equivalents for RVs (E_R)										
All	A»	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Nota: Se recomienda la interpolación al 0.1 más cercano.
Fuente:(HCM 2010).

Tabla 11
Porcentaje de demoras subiendo (PTSF) equivalente en vehículos de pasajeros para camiones (ET) y vehículos de recreo (Er) en terreno ondulado.

Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate, Vvph (veh/h)	Level and Specific Downgrade	Rolling
200	1.1	1.8	
300	1.1	1.7	
400	1.1	1.6	
500	1.0	1.4	
600	1.0	1.2	
700	1.0	1.0	
800	1.0	1.0	
≥900	1.0	1.0	
Rvs, ER	All	1.0	1.0

Nota: No se recomienda la interpolación.
Fuente:(HCM 2010).

2.2.3.8 Calculo del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF).

Este paso sólo se aplica a las carreteras de dos carriles Clase I y Clase II Las de clase III no utilizan este porcentaje para determinar los niveles de servicio (LOS). Una vez que se calcula los flujos de demanda para estimar el porcentaje de demora siguiendo (PTSF), La PTSF se calcula con la Ecuación N° 5:

$$PTSF_d = BPTSF_d + f_{np,PTSF} \left(\frac{v_{d,PTSF}}{v_{d,PTSF} + v_{o,PTSF}} \right) \quad \text{Ec. N°5}$$

Donde:

PTSF = Porcentaje de demora siguiendo en la dirección analizada

BPTS = Porcentaje demora siguiendo Básica en la dirección analizada

$f_{n,PTSF}$ = Factor de ajuste del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF) por el porcentaje de zonas de no rebase en el tramo Analizado.

$v_{d,PTSF}$ = Porcentaje de Flujo de demanda en la dirección analizadapara determinar PTSF (pc/h).

$v_{o,PTSF}$ = Porcentaje de Flujo de demanda en la dirección opuesta a la analizada para determinar PTSF (pe/ h).

El porcentaje básico de demoras siguiendo (BPTSF), se aplica a las condiciones ideales y se calcula con la Ecuación N°6:

$$BPTSF_d = 100[1 - \exp(-av_d^b)] \quad \text{Ec. N°6}$$



Donde a y b son constantes tomadas de la Tabla N° 12 y los demás términos ya han sido definidos.

A la Tabla N° 11 y Tabla N° 12, se entra con los flujos de demanda y convertidos a vehículos de pasajeros por hora en las condiciones ideales (v_o y v_d).

Tabla 12

Factor de ajuste por zona de no paso para determinación de PTSF

Total Two-Way Flow Rate, $V = v_d + v_o$ (pc/h)	Percent no-Passing Zones					
	0	20	40	60	80	100
Directional Split = 50/50						
<200	9	29.2	43.4	49.4	51	52.6
400	16.2	41	54.2	61.6	63.8	65.8
600	15.8	38.2	47.8	53.2	55.2	56.8
800	15.8	33.8	40.4	44	44.8	46.6
1,400	12.8	20	23.8	26.2	27.4	28.6
2,000	10	13.6	15.8	17.4	18.2	18.8
2,600	5.5	7.7	8.7	9.5	10.1	10.3
3,200	3.3	4.7	5.1	5.5	5.7	6.1
Directional Split = 60/40						
<200	11	30.6	41	51.2	52.3	53.5
400	14.6	36.1	44.8	53.4	55	56.3
600	14.8	36.9	44	51.1	52.8	54.6
800	13.6	28.2	33.4	38.6	39.9	41.3
1,400	11.8	18.9	22.1	25.4	26.4	27.3
2,000	9.1	13.5	15.6	16	16.8	17.3
2,600	5.9	7.7	8.6	9.6	10	10.2
Directional Split = 70/30						
<200	9.9	28.1	38	47.8	48.5	49
400	10.6	30.3	38.6	46.7	47.7	48.8
600	10.9	30.9	37.5	43.9	45.4	47
800	10.3	23.6	28.4	33.3	34.5	35.5
1,400	8	14.6	17.7	20.8	21.6	22.3
2,000	7.3	9.7	11.7	13.3	14	14.5
Directional Split = 80/20						
<200	8.9	27.1	37.1	47	47.4	47.9
400	6.6	26.1	34.5	42.7	43.5	44.1
600	4	24.5	31.3	38.1	39.1	40
800	3.8	18.5	23.5	28.4	29.1	29.9
1,400	3.5	10.3	13.3	16.3	16.9	32.2
2,000	3.5	7	8.5	10.1	10.4	10.7
Directional Split = 90/10						
<200	4.6	24.1	33.6	43.1	43.4	43.6
400	0	20.2	28.3	36.3	36.7	37
600	-3.1	16.8	23.5	30.1	30.6	31.1
800	-2.8	10.5	15.2	19.9	20.3	20.8
1,400	-1.2	5.5	8.3	11	11.5	11.9

Nota: La interpolación en línea recta de fnp, PTSF para el porcentaje de zonas que no pasan, la tasa de flujo de la demanda y la división direccional es recomendado al 0.1 más cercano.

Fuente:(HCM 2010).

Tabla 13
Coefficientes de PTSF para uso en estimando BPTSF.

Opposing Demand Flow Rate, V_o (pc/h)	Coefficient a	Coefficient b
≤200	-0.0014	0.973
400	-0.0022	0.923
600	-0.0033	0.87
800	-0.0045	0.833
1,000	-0.0049	0.829
1,200	-0.0054	0.825
1,400	-0.0058	0.821
≥1,600	-0.0062	0.817

Nota: Se recomienda la interpolación en línea recta de a a 0,0001 más cercana y b a 0,001 más cercanos.
Fuente:(HCM 2010).

(Transportation Research Board, 2010)

2.2.4. Costos y presupuestos en obras civiles

Los costos y presupuestos de una obra, trata de una conjetura cuantitativa, en forma de moneda, de los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades del proyecto. La estimación de los costos es para todo lo requerido por el proyecto como lo es el personal, los materiales, los servicios, las instalaciones, el equipamiento, etc.

La realización del proyecto es una actividad de un variado y heterogéneo espectro de obras que pueden ser desde la ejecución de un núcleo básico hasta una central hidroeléctrica, que se desarrolla en un determinado tiempo, de acuerdo a la obra, la cual la hace vulnerable a los efectos de la economía del medio en que se desenvuelve.

Sin embargo, es denominador común en las obras de construcción la participación en el cálculo del presupuesto de obra de dos conceptos de costos:

- a) los costos directos.
- b) los costos indirectos.



2.2.4.1. Metrados

Se define así al conjunto ordenado de datos obtenidos o logrados mediante lecturas acotadas, preferentemente. Y con excepción con lecturas a escala, es decir, utilizando el escalímetro. Los metrados se realizan con el objeto de calcular la cantidad de obra a realizar y que al ser multiplicado por el respectivo costo unitario y sumado obtendremos el costo directo.

Para realizar un buen Metrado, Se debe efectuar un estudio integral de los planos y especificaciones técnicas del proyecto, relacionando entre sí, precisar la zona de estudio o de Metrado y trabajos que se van a ejecutar.

2.2.4.2. Costo directo

Son los costos que están directamente relacionados con el proyecto dentro de los cuales se incluyen la suma de los costos de materiales, mano de obra (incluyendo leyes sociales), equipos, herramientas, y todos los elementos requeridos para la ejecución de una obra.

Los costos directos que se analizan de cada una de las partidas del proyecto de una obra pueden tener diversos grados de aproximación de acuerdo al interés propuesto. Sin embargo, al ser mas cuidadoso no siempre conduce a una mayor exactitud porque siempre existirán diferencias entre los diversos estimados de costos de la misma partida, debido a los criterios que se pueden tomar, así como a la experiencia de la persona encargada de elaborar los mismos.

2.2.4.3. Costo indirecto

Los costos indirectos son todos aquellos gastos que permiten la ejecución de los trabajos que son concernientes al proyecto que no pueden aplicarse a una partida determinada, sino al conjunto de la obra y los cuales detallaremos a continuación.

Los costos indirectos se clasifican en:

- Gastos Generales



- Utilidad

A su vez los Gastos Generales se subdividen en:

- Gastos Generales no relacionados con el tiempo de ejecución de obra.
- Gastos Generales relacionados con el tiempo de ejecución de obra.
- Los Gastos Generales no relacionados con el tiempo de ejecución de obra

Estos gastos comprenden los siguientes rubros:

a) Gastos de licitación y contratación, como son:

Gastos en documentos de presentación (compra de bases, etc.)

Gastos de visita a obra (pasajes, viáticos, etc.)

Gastos de aviso de convocatoria y buena pro (en caso de ganar la obra)

Gastos sobre el Contrato Principal etc.

Es decir, este rubro se refiere a los gastos necesarios para presentación a la licitación y todos los derivados del proceso de contratación y que en general son aplicables a la obra a contratarse propiamente dicha.

b) Gastos indirectos varios, como son:

Gastos de licitaciones no otorgadas (absorbidos por las obras ejecutadas).

Gastos legales y notariales (aplicables a la organización en general).

Patentes y regalías (por derecho de uso, generalmente para aplicación en todas las obras).

Seguro contra incendios, robos, etc. (de todas las instalaciones de la empresa) etc.

En términos globales se refiere a los gastos de toda índole que en general pueden considerarse como relativo a la parte administrativa del proyecto. (Ramos, 2014)



2.3. Hipótesis.

2.3.1. Hipótesis general.

HG. - El nivel de servicio de la carretera interoceánica del sur tramo Urcos-Ccatca es D con las características de tránsito, y el costo estimado para mejorar dicho nivel es igual al costo de una carretera nueva.

2.3.2. Sub hipótesis.

HE 01.- La demanda de la carretera interoceánica sur tramo Urcos-Ccatca es menor a 400 veh/día y corresponde a una a una clasificación de 3era clase según el manual DG 2018 y a una clasificación Clase II según el manual HCM 2010.

HE 02.- La cantidad existentes de vehículos pesados influirá negativamente disminuyendo el nivel de servicio en la carretera interoceánica Sur tramo Urcos Ccatca de D a E.

HE 03.- La existencia de pocas distancias de adelantamiento influye negativamente, hace que el nivel de servicio en la carretera interoceánica sur tramo Urcos-Ccatca sea más bajo.

HE 04.- La velocidad de marcha es mucho menos que la velocidad de diseño para una carretera de 3era clase por lo que el nivel de servicio en la carretera interoceánica del sur tramo Urcos-Ccatca es bajo.

HE 05.- El costo para mejorar el nivel de servicio a un nivel B la carretera interoceánica Sur tramo Urcos-Ccatca aproximadamente bordeara alrededor de los 1.5 a 2 millones de dólares americanos.

2.4. Definición de variables.

2.4.1. Variables independientes.

X1: Demanda.

Número de vehículos que requieren circular por un determinado sistema vial. **Indicador** veh/dia.

**X2: Vehículos Pesados.**

Serán considerados como vehículos pesados, los pertenecientes a las categorías M excepto la M1, N y O. **Indicador** % de vehículos pesados.

X3: Distancia de adelantamiento.

Distancias largas (tangentes) en las cuales se puede realizar la maniobra de adelantamiento vehicular. **Indicador** % de tangentes existentes.

X4: Velocidad de recorrido.

Velocidad media de un vehículo al recorrer un tramo de carretera. Al calcularse como longitud del tramo de carretera recorrido dividido entre el tiempo en recorrerlo. **Indicador** distancia(Km) y tiempo de recorrido(hrs).

X5: Características físicas de la carretera.

Elementos físicos propios del diseño geométrico, que tienen influencia directa o indirecta en el nivel de servicio. **Indicador** longitud del tramo(Km), ancho de carril(m) y radio de curvatura(m).

2.4.2. Variables dependientes.**Y1: Nivel de servicio**

Es una medida cualitativa que describe condiciones de operación del flujo vehicular y como lo perciben los usuarios. Las condiciones de operación están en función de factores como la comodidad, libertad para realizar maniobras, la velocidad y tiempo de recorrido

El manual norteamericano HCM 2010 del TRB tiene establecido seis niveles de servicio denominados: A, B, C, D, E, y F, que va en relación desde un nivel de servicio óptimo hasta un nivel de servicio malo los cuales están definidos según las condiciones de operación sean estas continuas o discontinuas. **Indicador** tiempo de recorrido(hrs) y longitud del tramo(Km).



Y2: Costo.

Los costos y presupuestos de una obra, trata de una conjetura cuantitativa, en forma de moneda, de los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades del proyecto. La estimación de los costos es para todo lo requerido por el proyecto como lo es el personal, los materiales, los servicios, las instalaciones, el equipamiento, etc. **Indicador** metrados(und) y precio unitario(s/).

2.4.3. Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLES	DESCRIPCIÓN	NIVEL	INDICADOR	UNIDAD	INSTRUMENTO
DEPENDIENTES					
Y1: Nivel de servicio	Definido como la capacidad del flujo vehicular, que es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular ofrecido por una carretera.	A	Tiempo	Horas	Manual DG 2018
		B			
		C			
		D	Longitud de tramo	km	Manual HCM 2010
		E			
		F			
Y2: Costo	Se trata de una predicción cuantitativa, en forma de moneda, de los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades del proyecto que mejoraran el nivel de servicio.	Proyecto Esencial	Metrados	Unidades	Fichas observación
		Proyecto de alta complejidad	Precio Unitario	Nuevos soles	Fichas de velocidad
INDEPENDIENTES					
X1: Demanda	Número de vehículos que requieren circular por un determinado sistema vial.	Alto	Cantidad de Vehículos	Veh/día	Guías de observación
		Medio			
		Bajo			
X2: Vehículos Pesados	Serán considerados como vehículos pesados, los pertenecientes a las categorías M excepto la M1, N y O	Alto	Tipos de vehículos	% (livianos / pesados)	Fichas de aforo
		Medio			
		Bajo			
X3: Distancia de adelantamiento	Distancias largas (tangentes) en las cuales se puede realizar la maniobra de adelantamiento vehicular.	Alto	Tangentes	%	
		Medio			
		Bajo			
X4: Velocidad de recorrido	Velocidad media de un vehículo al recorrer un tramo de carretera. Al calcularse como longitud del tramo de carretera recorrido dividido entre el tiempo en recorrerlo	Alto	Distancia Tiempo de recorrido	Km Horas	
		Medio			
		Bajo			
X5: Características físicas de la carretera	Elementos físicos propios del diseño geométrico, que tienen influencia directa o indirecta en el nivel de servicio	Buenas	Longitud del tramo	Km	
		Regulares	Ancho de carril	m	
		Malas	Radios de curvatura	m	

Figura 6. Cuadro de operacionalización de variables.

Fuente: Elaboración propia, 2018.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Metodología de la investigación.

3.1.1. Tipo de la investigación.

Cuantitativa, por que mide fenómenos, prueba hipótesis y hace análisis de causa - efecto. (Henandez, 2014). En este caso la presente investigación mide un fenómeno como el nivel de servicio a través de la información recolectada como las características físicas de tránsito para probar nuestra hipótesis y así finalmente realizar el análisis de la causal y sus posibles efectos.

3.1.2. Nivel o alcance de la investigación.

Descriptivo con alcances correlacionales, detalla sucesos colectivos en una situación de tiempo y espacio determinado. Tiene por objetivo detallar o determinar parámetros con intervalos de confianza. En el caso de la investigación planteada, describiremos los fenomenos del nivel de servicio, específicamente en el distrito de Urcos-Ccatca, Quispicanchis, Cusco, en la carretera interoceánica sur para determinar sus parámetros.

3.1.3. Método de investigación.

Hipotético – Deductivo, propone una hipótesis como consecuencia de sus modificaciones del conjunto de datos prácticos o de principios y leyes más generales. En el primer caso a la hipótesis mediante procedimientos inductivos, en el segundo caso mediante procedimientos deductivos. En la vía primera de interferencias lógicos-deductivos para arribar a conclusiones particulares a partir de la hipótesis y que después se puede comprobar experimentalmente (Henandez, 2014).



3.2. Diseño de la investigación.

3.2.1. Diseño metodológico.

La investigación experimental, está referido a un estudio en el que se maneja deliberadamente las variables independientes (supuestas causas antecedentes), para realizar estudio de las consecuencias que la manipulación tiene sobre las variables dependientes (supuestos efectos consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador (Henandez, 2014).

A su vez, es transeccional, por que la recolección de se da en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y ver cómo afecta y se relacionan en un momento dado (Henandez, 2014).

3.2.2. Diseño de ingeniería.

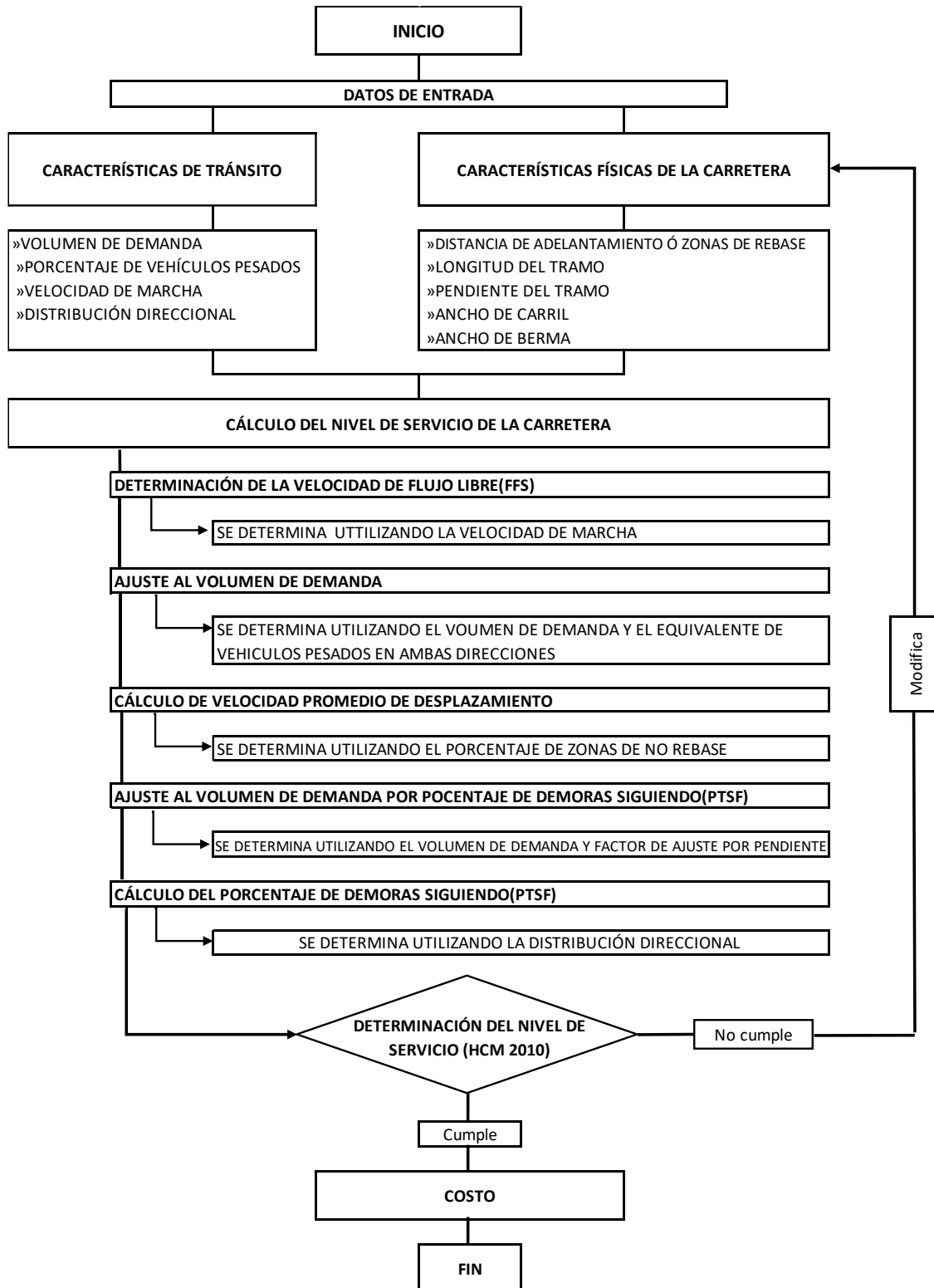


Figura 7. Flujograma del diseño de ingeniería.
Fuente: Elaboración propia, 2018.



3.3. Población y Muestra.

3.3.1. Población.

3.3.1.1. Descripción de la población.

La población a estudiar para la presente investigación son las características físicas de la carretera interoceánica sur (longitud de la carretera, geometría de la carretera, número de carriles, ancho de carriles, zonas de sobrepaso, etc.) y el volumen y composición de tránsito (número de vehículos, tipos de vehículos, etc.)

3.3.1.2. Cuantificación de la población.

La cuantificación de la población a analizar está determinada por:

Características físicas de la carretera interoceánica sur y el Volumen y composición de tránsito que existe en la carretera interoceánica sur.

3.3.2. Muestra.

3.3.2.1. Descripción de la muestra.

La población a estudiar para la presente investigación son las características físicas de la carretera interoceánica sur, específicamente el tramo Urcos-Ccatca (longitud de la carretera, geometría de la carretera, número de carriles, ancho de carriles, zonas de sobrepaso, etc.) y el volumen y composición de tránsito (número de vehículos, tipos de vehículos, etc.)

3.3.2.2. Cuantificación de la muestra.

La cuantificación de la muestra a analizar está determinada por:

Características físicas de la carretera interoceánica sur tramo Urcos-Ccatca mediante fichas de observación y el Volumen y composición de tránsito que existe en la carretera interoceánica sur, determinado mediante un aforo con registro audiovisual durante 7 días ininterrumpidos, la cantidad



y composición vehicular que hacen uso de la carretera específicamente en el tramo de Urcos-Ccatca.

3.3.2.3. Método de muestreo.

El método de muestreo utilizado en la investigación es llamado no probabilístico, las muestras no probabilísticas, también llamados dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización. (Henandez, 2014).

3.3.2.4. Criterios de evaluación de muestra

Para la evaluación de la muestra los criterios adoptados fueron:

- Análisis en tres tramos distribuidos por pendientes para poder utilizar la metodología hcm 2010.
- Análisis por direccionalidad (ascendente/descendente) para cada tramo.
- Toma de velocidades por tramo y direccionalidad.
- Aforo vehicular en general para todo el tramo ya que no existe variantes por donde puedan desviar los vehículos.

3.3.3. Criterios de inclusión.

Por la complejidad de la población se tuvo que elegir un tipo de muestra no aleatoria por conveniencia, para lo cual se evaluó los tramos de la población el año 2018.

Como primer criterio de inclusión para la elección de la muestra se eligió un sistema vial que forme parte principal de la red vial principal, en otras palabras, sea una vía principal.

Como segundo criterio de inclusión se tomó la presencia de vehículos pesados, ya que estos podrían afectar en el análisis.

Como tercer criterio de inclusión se tomó en cuenta las características físicas y geométricas de la carretera, especialmente que tengan deficiencias en el diseño geométrico, como es el caso de nuestra muestra que si presentaba deficiencias en el diseño geométrico

3.4. Instrumentos

3.4.1. Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
TESIS		DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y ESTIMACION DEL COSTO QUE SUPONDRIA MEJORAR LA CARRETERA INTEROCEÁNICA DEL SUR TRAMO URCOS-CCATCCA SEGÚN EL MANUAL HCM (2010)				
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO		CARRETERA	INTEROCEÁNICA DEL SUR TRAMO URCOS-CCATCCA		
	PROVINCIA		FORMATO	F-01	FICHA	FECHA
	DISTRITO		RESPONSABLE	K.L.C.G/H.B.C.C		
REGISTRO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA CARRETERA INTEROCEÁNICA SUR TRAMOS URCOS - CCATCA						
CODIGO	_____	SENTIDO	_____			
CLASE DE CARRETERA SEGÚN HCM	_____	LONGITUD DE ZONA DE NO ADELANTAMIENTO ASCENDENTE	_____			
RUTA	_____	LONGITUD DE ZONA DE NO ADELANTAMIENTO DESCENDENTE	_____			
LONGITUD DE CARRETERA	_____	% DE ZONA DE NO ADELANTAMIENTO ASCENDENTE	_____			
P. INICIAL	_____	% DE ZONA DE NO ADELANTAMIENTO DESCENDENTE	_____			
P.FINAL	_____	PENDIENTE PROMEDIO %	_____			
NUMERO DE CARRILES	_____					
ANCHO DE CARRILES	_____					
ANCHO DE BERMAS	_____					

Figura 8. Formato F-01 para registro de las características físicas de la carretera interoceánica del sur tramo Urcos - Ccatca.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL													
		DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y ESTIMACION DEL COSTO QUE SUPONDRÍA MEJORAR LA CARRETERA INTEROCEÁNICA DEL SUR TRAMO URCOS-CCATCCA SEGÚN EL MANUAL HCM (2010)													
UBICACIÓN DEPARTAMENTO PROVINCIA DISTRITO		F-02 FICHA N° PUNTO DE AFORO												%Comp. Del Tránsito Lig. Pes.	
FECHA SENTIDO		RESPONSABLE													
HORA	Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Combi	Micro	Bus		Camion		Semi Traylor	Traylor	Lig.	Pes.	
						2 Ejes	3 Ejes ≤	2 Ejes	3 Ejes	4 Ejes					
18 : 00															
18 : 15															
18 : 15															
18 : 30															
18 : 30															
18 : 45															
18 : 45															
19 : 00															
V. Hora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Figura 9. Formato F-02 para registro del aforo vehicular en campo.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

		<p>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>																																																																																																									
TESIS		DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y ESTIMACION DEL COSTO QUE SUPONDRIA MEJORAR LA CARRETERA INTEROCEÁNICA DEL SUR TRAMO URCOS-CCATCCA SEGÚN EL MANUAL HCM (2010)																																																																																																									
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO			CARRETERA																																																																																																							
	PROVINCIA			FORMATO			FECHA																																																																																																				
	DISTRITO			SENTIDO																																																																																																							
VOLUMEN, COMPOSICIÓN Y DISTRIBUCION DEL TRÁNSITO																																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">HORA</th> <th style="width: 50%;">VOL. HORARIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18:00 - 18:15</td><td></td></tr> <tr><td>18:15 - 18:30</td><td></td></tr> <tr><td>18:30 - 18: 45</td><td></td></tr> <tr><td>18:45 - 19:00</td><td></td></tr> <tr><td>19:00 - 19:15</td><td></td></tr> <tr><td>19:15 - 19:30</td><td></td></tr> <tr><td>19:30 - 19: 45</td><td></td></tr> <tr><td>19:45 - 20:00</td><td></td></tr> <tr><td>20:00 - 20:15</td><td></td></tr> <tr><td>20:15 - 20:30</td><td></td></tr> <tr><td>20:30 - 20: 45</td><td></td></tr> <tr><td>20:45 - 21:00</td><td></td></tr> <tr><td>21:00 - 21:15</td><td></td></tr> <tr><td>21:15 - 21:30</td><td></td></tr> <tr><td>21:30 - 21: 45</td><td></td></tr> <tr><td>21:45 - 22:00</td><td></td></tr> </tbody> </table>		HORA	VOL. HORARIO	18:00 - 18:15		18:15 - 18:30		18:30 - 18: 45		18:45 - 19:00		19:00 - 19:15		19:15 - 19:30		19:30 - 19: 45		19:45 - 20:00		20:00 - 20:15		20:15 - 20:30		20:30 - 20: 45		20:45 - 21:00		21:00 - 21:15		21:15 - 21:30		21:30 - 21: 45		21:45 - 22:00		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">HORA</th> <th style="width: 50%;">VOL. HORARIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>22:00 - 22:15</td><td></td></tr> <tr><td>22:15 - 22:30</td><td></td></tr> <tr><td>22:30 - 22: 45</td><td></td></tr> <tr><td>22:45 - 23:00</td><td></td></tr> <tr><td>23:00 - 23:15</td><td></td></tr> <tr><td>23:15 - 23:30</td><td></td></tr> <tr><td>23:30 - 23: 45</td><td></td></tr> <tr><td>23:45 - 24:00</td><td></td></tr> <tr><td>24:00 - 24:15</td><td></td></tr> <tr><td>24:15 - 24:30</td><td></td></tr> <tr><td>24:30 - 24: 45</td><td></td></tr> <tr><td>24:45 - 01:00</td><td></td></tr> <tr><td>01:00 - 01:15</td><td></td></tr> <tr><td>01:15 - 01:30</td><td></td></tr> <tr><td>01:30 - 01: 45</td><td></td></tr> <tr><td>01:45 - 02:00</td><td></td></tr> </tbody> </table>		HORA	VOL. HORARIO	22:00 - 22:15		22:15 - 22:30		22:30 - 22: 45		22:45 - 23:00		23:00 - 23:15		23:15 - 23:30		23:30 - 23: 45		23:45 - 24:00		24:00 - 24:15		24:15 - 24:30		24:30 - 24: 45		24:45 - 01:00		01:00 - 01:15		01:15 - 01:30		01:30 - 01: 45		01:45 - 02:00		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">HORA</th> <th style="width: 50%;">VOL. HORARIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>02:00 - 02:15</td><td></td></tr> <tr><td>02:15 - 02:30</td><td></td></tr> <tr><td>02:30 - 02: 45</td><td></td></tr> <tr><td>02:45 - 03:00</td><td></td></tr> <tr><td>03:00 - 03:15</td><td></td></tr> <tr><td>03:15 - 03:30</td><td></td></tr> <tr><td>03:30 - 03: 45</td><td></td></tr> <tr><td>03:45 - 04:00</td><td></td></tr> <tr><td>04:00 - 04:15</td><td></td></tr> <tr><td>04:15 - 04:30</td><td></td></tr> <tr><td>04:30 - 04: 45</td><td></td></tr> <tr><td>04:45 - 05:00</td><td></td></tr> <tr><td>05:00 - 05:15</td><td></td></tr> <tr><td>05:15 - 05:30</td><td></td></tr> <tr><td>05:30 - 05: 45</td><td></td></tr> <tr><td>05:45 - 06:00</td><td></td></tr> </tbody> </table>		HORA	VOL. HORARIO	02:00 - 02:15		02:15 - 02:30		02:30 - 02: 45		02:45 - 03:00		03:00 - 03:15		03:15 - 03:30		03:30 - 03: 45		03:45 - 04:00		04:00 - 04:15		04:15 - 04:30		04:30 - 04: 45		04:45 - 05:00		05:00 - 05:15		05:15 - 05:30		05:30 - 05: 45		05:45 - 06:00	
HORA	VOL. HORARIO																																																																																																										
18:00 - 18:15																																																																																																											
18:15 - 18:30																																																																																																											
18:30 - 18: 45																																																																																																											
18:45 - 19:00																																																																																																											
19:00 - 19:15																																																																																																											
19:15 - 19:30																																																																																																											
19:30 - 19: 45																																																																																																											
19:45 - 20:00																																																																																																											
20:00 - 20:15																																																																																																											
20:15 - 20:30																																																																																																											
20:30 - 20: 45																																																																																																											
20:45 - 21:00																																																																																																											
21:00 - 21:15																																																																																																											
21:15 - 21:30																																																																																																											
21:30 - 21: 45																																																																																																											
21:45 - 22:00																																																																																																											
HORA	VOL. HORARIO																																																																																																										
22:00 - 22:15																																																																																																											
22:15 - 22:30																																																																																																											
22:30 - 22: 45																																																																																																											
22:45 - 23:00																																																																																																											
23:00 - 23:15																																																																																																											
23:15 - 23:30																																																																																																											
23:30 - 23: 45																																																																																																											
23:45 - 24:00																																																																																																											
24:00 - 24:15																																																																																																											
24:15 - 24:30																																																																																																											
24:30 - 24: 45																																																																																																											
24:45 - 01:00																																																																																																											
01:00 - 01:15																																																																																																											
01:15 - 01:30																																																																																																											
01:30 - 01: 45																																																																																																											
01:45 - 02:00																																																																																																											
HORA	VOL. HORARIO																																																																																																										
02:00 - 02:15																																																																																																											
02:15 - 02:30																																																																																																											
02:30 - 02: 45																																																																																																											
02:45 - 03:00																																																																																																											
03:00 - 03:15																																																																																																											
03:15 - 03:30																																																																																																											
03:30 - 03: 45																																																																																																											
03:45 - 04:00																																																																																																											
04:00 - 04:15																																																																																																											
04:15 - 04:30																																																																																																											
04:30 - 04: 45																																																																																																											
04:45 - 05:00																																																																																																											
05:00 - 05:15																																																																																																											
05:15 - 05:30																																																																																																											
05:30 - 05: 45																																																																																																											
05:45 - 06:00																																																																																																											

Figura 10. Formato F-03 para el acopio de los volúmenes horarios distribuidos cada 15 minutos.

Fuente: Elaboración propia, 2018.



		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL						
NOMBRE DEL PROYECTO		DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y ESTIMACION DEL COSTO QUE SUPONDRIA MEJORAR LA CARRETERA INTEROCEÁNICA DEL SUR TRAMO URCOS-CCATCCA SEGÚN EL MANUAL HCM (2010)						
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO		FORMATO			FICHA		
	PROVINCIA		ESTACIÓN 1			FECHA		
	DISTRITO		ESTACIÓN 2					
ANÁLISIS DE VELOCIDAD								
N°	PLACA	DISTANCIA	HORA DE PASO POR E.1	HORA DE PASO POR E.2	TIEMPO min	TIEMPO horas	VELOCIDAD KM/h	VELOCIDAD mi/h
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								
41								
42								
43								
44								
45								
46								
47								
48								
49								
50								
Velocidad promedio							_____	km/h
Velocidad promedio							_____	mi/h

Figura 11. Formato F-03 para el registro de tiempos, distancias y velocidades. Fuente: Elaboración propia, 2018.

<div style="display: inline-block; text-align: center;"> UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO <small>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</small> </div>																																																																																																																																		
TESIS		DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO Y ESTIMACION DEL COSTO QUE SUPONDRIA MEJORAR LA CARRETERA INTEROCEÁNICA DEL SUR TRAMO URCOS-CCATCCA SEGÚN EL MANUAL HCM (2010)																																																																																																																																
UBICACIÓN	DEPARTAMENTO	CUSCO	RESPONSABLE	K.L.C.G/H.B.C.C																																																																																																																														
	PROVINCIA	QUISPICANCHI	FORMATO	F-05																																																																																																																														
	DISTRITO	URCOS-CCATCA	SENTIDO	ASCEND/DESCEND																																																																																																																														
REGISTRO DE VELOCIDADES EN CURVAS																																																																																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">KILOMETRO</th> <th style="width: 25%;">CURVA</th> <th style="width: 50%;">VELOCIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>KM</td><td>C-01</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-02</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-03</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-04</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-05</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-06</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-07</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-08</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-09</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-10</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-11</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-12</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-13</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-14</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-15</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-16</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-17</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-18</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-19</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-20</td><td></td></tr> </tbody> </table>		KILOMETRO	CURVA	VELOCIDAD	KM	C-01		KM	C-02		KM	C-03		KM	C-04		KM	C-05		KM	C-06		KM	C-07		KM	C-08		KM	C-09		KM	C-10		KM	C-11		KM	C-12		KM	C-13		KM	C-14		KM	C-15		KM	C-16		KM	C-17		KM	C-18		KM	C-19		KM	C-20		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">KILOMETRO</th> <th style="width: 25%;">CURVA</th> <th style="width: 50%;">VELOCIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>KM</td><td>C-21</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-22</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-23</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-24</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-25</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-26</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-27</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-28</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-29</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-30</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-31</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-32</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-33</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-34</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-35</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-36</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-37</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-38</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>C-39</td><td></td></tr> <tr><td>KM</td><td>C-40</td><td></td></tr> </tbody> </table>			KILOMETRO	CURVA	VELOCIDAD	KM	C-21		KM	C-22		KM	C-23		KM	C-24		KM	C-25		KM	C-26		KM	C-27		KM	C-28		KM	C-29		KM	C-30		KM	C-31		KM	C-32		KM	C-33		KM	C-34		KM	C-35		KM	C-36		KM	C-37		KM	C-38			C-39		KM	C-40	
KILOMETRO	CURVA	VELOCIDAD																																																																																																																																
KM	C-01																																																																																																																																	
KM	C-02																																																																																																																																	
KM	C-03																																																																																																																																	
KM	C-04																																																																																																																																	
KM	C-05																																																																																																																																	
KM	C-06																																																																																																																																	
KM	C-07																																																																																																																																	
KM	C-08																																																																																																																																	
KM	C-09																																																																																																																																	
KM	C-10																																																																																																																																	
KM	C-11																																																																																																																																	
KM	C-12																																																																																																																																	
KM	C-13																																																																																																																																	
KM	C-14																																																																																																																																	
KM	C-15																																																																																																																																	
KM	C-16																																																																																																																																	
KM	C-17																																																																																																																																	
KM	C-18																																																																																																																																	
KM	C-19																																																																																																																																	
KM	C-20																																																																																																																																	
KILOMETRO	CURVA	VELOCIDAD																																																																																																																																
KM	C-21																																																																																																																																	
KM	C-22																																																																																																																																	
KM	C-23																																																																																																																																	
KM	C-24																																																																																																																																	
KM	C-25																																																																																																																																	
KM	C-26																																																																																																																																	
KM	C-27																																																																																																																																	
KM	C-28																																																																																																																																	
KM	C-29																																																																																																																																	
KM	C-30																																																																																																																																	
KM	C-31																																																																																																																																	
KM	C-32																																																																																																																																	
KM	C-33																																																																																																																																	
KM	C-34																																																																																																																																	
KM	C-35																																																																																																																																	
KM	C-36																																																																																																																																	
KM	C-37																																																																																																																																	
KM	C-38																																																																																																																																	
	C-39																																																																																																																																	
KM	C-40																																																																																																																																	

Figura 12. Formato F-04 para registro de velocidades en curvas y tangentes.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.4.2. Instrumentos de ingeniería

- **Navegador GPS.-** El GPS funciona mediante una red de como mínimo 24 satélites en órbita sobre el planeta Tierra, a 20 180 km de altura, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Cuando se desea determinar la posición tridimensional, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo cuatro satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la identificación y hora del reloj de cada uno de ellos, además de información sobre la constelación.

Necesario en la investigación para determinar las coordenadas de los puntos utilizados en el levantamiento topográfico de la carretera.



Figura 13. Levantamiento con Navegador GPS.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Odómetro. - instrumento necesario para poder obtener las longitudes de zonas de rebase o de adelantamiento en las dos direcciones tanto ascendente como descendente.



Figura 14. Recorrido con Odómetro para identificar las zonas de Rebase.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Wincha métrica. -100M Instrumento usado para la medición de las características físicas de la carretera tales como el ancho de carriles, ancho de bermas, características de las cunetas, etc.



Figura 15. Toma de medidas de las características físicas de la carretera.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cámaras de video vigilancia. - Dispositivo utilizado para el registro de tráfico ininterrumpido en la carretera por más de 36 horas continuas, instalado en un punto estratégico para mejor desempeño de este.



Figura 16. Instalación de cámara de video vigilancia en la comunidad de Ccopi.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Oficina de monitoreo vehicular. - Ambiente necesario para verificar el funcionamiento continuo de la cámara de vigilancia y también para la contabilización o aforo vehicular.

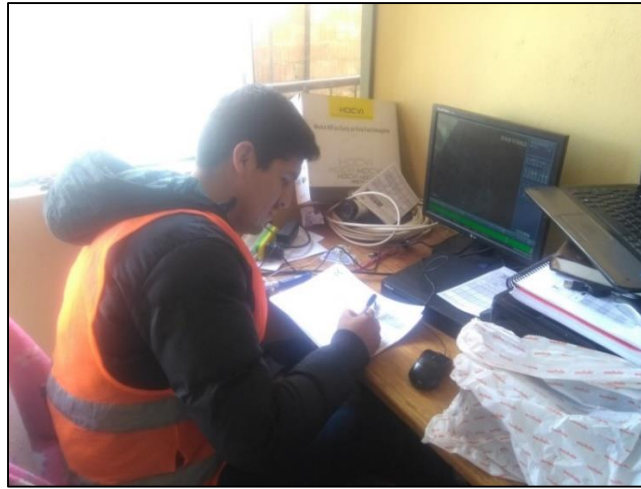


Figura 17. Instalación de oficina para el monitoreo de la cámara y posterior identificación y conteo de vehículos.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Software's. - Programas para realizar diferentes tareas de gabinete como modelamientos de tráfico vehicular, elaboración de planos, metrados, presupuestos y otros durante la investigación tales como: INFRAWORKS, Civil3D, MapSource, y otros.

3.5. Procedimientos de recolección de datos.

3.5.1 Exploración preliminar de la carretera interoceánica sur tramo Urcos-Ccatca.

La Exploración Preliminar de la Carretera Interoceánica Sur Tramo Urcos-Ccatca consistió en el recorrido desde la progresiva KM 00 + 00 ubicado en el distrito de Urcos hasta el KM 24 + 400 ubicado en el distrito de Ccatca, donde se determinaron los tramos que tenían cambios de pendientes según las observaciones, de los cuales los resultados obtenidos son la distribución de la carretera en estudio en tres diferentes tramos:

- Tramo I: desde el KM 00 + 00 hasta el KM 13 + 400.
- Tramo II: desde el KM 13 + 400 hasta el KM 16 + 900.
- Tramo III: desde el KM 16 +900 hasta el KM 24 + 400.



Figura 18. Exploración del tramo I.
Fuente: Elaboración propia, 2018.



Figura 19. Exploración del tramo II.
Fuente: Elaboración propia, 2018.



Figura 20. Exploración del tramo III
Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.5.2. Obtención de datos en campo.

Es una de las primeras fases de cualquier trabajo de campo, tras una preparación previa en gabinete, como los instrumentos y el proceso a seguir se trata de localizar y registrar una serie de datos más relevantes para la investigación en la carretera. Estos datos deben ser, en lo posible, característicos y reales. Para realizar estos trabajos se utilizarán conocimientos aprendidos durante el transcurso universitario.

3.5.2.1. Equipos e instrumentos utilizados en la prueba.

- Navegador GPS
- Odómetro
- Wincha – 100m
- Cámaras de Video vigilancia

3.5.2.2. Procedimiento de recolección de datos.

a. Levantamiento Topográfico de la Carretera.

Para poder obtener el levantamiento topográfico de la carretera interoceánica sur tramo Urcos-Ccatca, utilizamos programas asistidos por computadora con el que podíamos obtener puntos del eje de la carretera y con la ayuda de la carta nacional 28s la superficie, vale aclarar que los puntos del eje de la carretera fueron calibrados en campo con la ayuda del GPS para mejorar la precisión del levantamiento este proceso duro 2 semanas de trabajo continuo.

Los equipos requeridos en este proceso fueron:

- GPS.
- Carta Nacional S28.
- Map Source (Software).
- Civil 3D (Software).



Figura 21. Levantamiento de la carretera con GPS.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

**b. Identificación de las Zonas de Estudio.**

Habiendo realizado la exploración preliminar, teniendo en físico el plano de la carretera y estando la carretera definida y los tramos en que la vamos a dividir llevamos fichas 4 fichas para el registro de las características más relevantes e inherentes al estudio, 1 ficha para registrar los datos en General de la Carretera y los otros 3 para cada tramo.

Tabla 14

Registro de datos y características físicas de la carretera en estudio.

Datos y Características Físicas de la Carretera Interoceánica Sur Tramo Urcos - Ccatca	
Código	PE 30C
Clase de carretera según hcm	Clase I
Ruta	Urcos - Pto Maldonado
Longitud de carretera	24.400 Km
Punto inicial	Km 00 + 00
Punto final	Km 24 + 400
Número de carriles	2.00
Ancho de carriles	3.00 m
Ancho de bermas	0.70 m
Sentido	Ascendente / Descendente
Longitud de zona de no adelantamiento ascendente	16.28 km
Longitud de zona de no adelantamiento descendente	16.45 km
% de zona de no adelantamiento ascendente	67.00%
% de zona de no adelantamiento descendente	67.00%
Pendiente promedio %	6.71%

Nota: Los datos que se muestran fueron copiados en el formato F-01 durante la investigación.

Fuente:(Elaboración propia)



Tabla 15
Registro de datos y características físicas de la carretera en estudio - Tramo I.

Registro de Datos y Características Físicas de la Carretera Interoceánica Sur Tramo Urcos - Ccatca	
código	PE 30C
Clase de carretera según hcm	Clase I
Ruta	Urcos - Pto Maldonado
Longitud de carretera	13.400 Km
Punto inicial	Km 00 + 00
Punto final	Km 13 + 400
Número de carriles	2
Ancho de carriles	3.00 m
Ancho de bermas	0.70 m
Sentido	Ascendente / Descendente
Longitud de zona de no adelantamiento ascendente	10.75 km
Longitud de zona de no adelantamiento descendente	10.7 km
% de zona de no adelantamiento ascendente	80.00%
% de zona de no adelantamiento descendente	80.00%
Pendiente Promedio %	7.00%

Nota: Los datos que se muestran fueron copiados en el formato F-01 durante la investigación.
Fuente:(Elaboración propia).



Tabla 16

Registro de datos y características físicas de la carretera en estudio - Tramo 2.

Registro de Datos y Características Físicas de la Carretera Interoceánica Sur Tramo Urcos - Ccatca	
código	PE 30C
Clase de carretera según hcm	Clase I
Ruta	Urcos - Pto Maldonado
Longitud de carretera	3.500 Km
Punto inicial	Km 13 + 400
Punto final	Km 16 + 900
Número de carriles	2
Ancho de carriles	3.00 m
Ancho de bermas	0.70 m
Sentido	Ascendente / Descendente
Longitud de zona de no adelantamiento ascendente	2.2 km
Longitud de zona de no adelantamiento descendente	2.3 km
% de zona de no adelantamiento ascendente	63.00%
% de zona de no adelantamiento descendente	65.00%
Pendiente Promedio %	5.00%

Nota: Los datos que se muestran fueron copiados en el formato F-01 durante la investigación.

Fuente:(Elaboración propia).



Tabla 17

Registro de datos y características físicas de la carretera en estudio - Tramo 3.

Registro de Datos y Características Físicas de la Carretera Interoceánica Sur Tramo Urcos - Ccatca	
código	PE 30C
Clase de carretera según hcm	Clase I
Ruta	Urcos - Pto Maldonado
Longitud de carretera	7.500 Km
Punto inicial	Km 16 + 900
Punto final	Km 24 + 400
Número de carriles	2
Ancho de carriles	3.00 m
Ancho de bermas	0.70 m
Sentido	Ascendente / Descendente
Longitud de zona de no adelantamiento ascendente	2.63 km
Longitud de zona de no adelantamiento descendente	2.78 km
% de zona de no adelantamiento ascendente	35.00%
% de zona de no adelantamiento descendente	37.00%
Pendiente Promedio %	7.00%

Nota: Los datos que se muestran fueron acopiados en el formato F-01 durante la investigación.
Fuente:(Elaboración Propia).

Los equipos requeridos para esta recolección de datos fueron:

- Wincha métrica de 100m.
- Odómetro.
- Fichas de observación.

c. Aforo de Tránsito Vehicular

Este proceso permite obtener cantidad de vehículos por hora que circulan en la carretera, clasificación de vehículos livianos y pesados y también el sentido en el que circulan.

Para realizar esta actividad fue necesario identificar un punto de estación que este ubicado estratégicamente, en el cual pudimos instalar una cámara de video vigilancia y acondicionar una oficina de monitoreo, para después poder registrar en las fichas de formato F-02 y posteriormente resumirlas en los formatos F-03.

De esta forma contaremos con datos reales y representativos del tránsito vehicular en la carretera.



Figura 22. Vista Satelital de la Carretera donde se demarca el punto de inicio, conteo (estación) y final.

Fuente: Google earth.

La ubicación exacta de la estación fue cerca al Km 22 + 000 en la comunidad de Ccopi dentro del tramo III de la carretera en estudio.

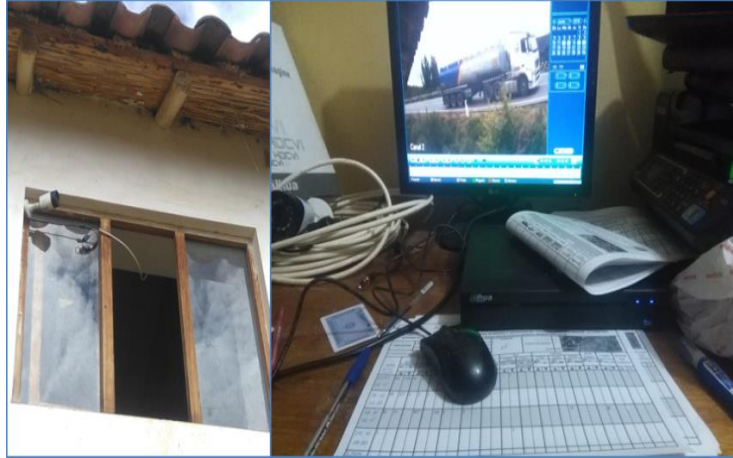


Figura 23. Cámara de video vigilancia instalada y acondicionamiento de oficina para el monitoreo del tránsito vehicular.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18
Volúmenes horarios distribuidos cada 15 minutos.

VIERNES					
Hora		cantidad	Hora		cantidad
00:00 - 00:15		3	12:00 - 12:15		17
00:15 - 00:30		1	12:15 - 12:30		17
00:30 - 00:45		2	12:30 - 12:45		15
00:45 - 01:00		2	12:45 - 13:00		19
01:00 - 01:15		0	13:00 - 13:15		17
01:15 - 01:30		1	13:15 - 13:30		16
01:30 - 01:45		1	13:30 - 13:45		13
01:45 - 02:00		3	13:45 - 14:00		18
02:00 - 02:15		1	14:00 - 14:15		22
02:15 - 02:30		3	14:15 - 14:30		23
02:30 - 02:45		0	14:30 - 14:45		20
02:45 - 03:00		4	14:45 - 15:00		15
03:00 - 03:15		4	15:00 - 15:15		18
03:15 - 03:30		6	15:15 - 15:30		15
03:30 - 03:45		5	15:30 - 15:45		26
03:45 - 04:00		7	15:45 - 16:00		25
04:00 - 04:15		4	16:00 - 16:15		20
04:15 - 04:30		11	16:15 - 16:30		23
04:30 - 04:45		7	16:30 - 16:45		14
04:45 - 05:00		9	16:45 - 17:00		24
05:00 - 05:15		12	17:00 - 17:15		25
05:15 - 05:30		9	17:15 - 17:30		19
05:30 - 05:45		10	17:30 - 17:45		25
05:45 - 06:00		13	17:45 - 18:00		20
06:00 - 06:15		13	18:00 - 18:15		14
06:15 - 06:30		17	18:15 - 18:30		27
06:30 - 06:45		16	18:30 - 18:45		28
06:45 - 07:00		17	18:45 - 19:00		16
07:00 - 07:15		26	19:00 - 19:15		13
07:15 - 07:30		31	19:15 - 19:30		7
07:30 - 07:45		27	19:30 - 19:45		10
07:45 - 08:00		12	19:45 - 20:00		11
08:00 - 08:15		16	20:00 - 20:15		10
08:15 - 08:30		10	20:15 - 20:30		5
08:30 - 08:45		16	20:30 - 20:45		9
08:45 - 09:00		18	20:45 - 21:00		11
09:00 - 09:15		17	21:00 - 21:15		11
09:15 - 09:30		16	21:15 - 21:30		8
09:30 - 09:45		26	21:30 - 21:45		5
09:45 - 10:00		11	21:45 - 22:00		2
10:00 - 10:15		28	22:00 - 22:15		7
10:15 - 10:30		16	22:15 - 22:30		7
10:30 - 10:45		20	22:30 - 22:45		6
10:45 - 11:00		18	22:45 - 23:00		3
11:00 - 11:15		11	23:00 - 23:15		6
11:15 - 11:30		20	23:15 - 23:30		5
11:30 - 11:45		10	23:30 - 23:45		2
11:45 - 12:00		19	23:45 - 00:00		2

Nota: Los datos que se muestran fueron acopiados en el formato F-02, F-03 durante la investigación en la fecha 13/04/2018.

Fuente:(Elaboración Propia).



Tabla 19
Volúmenes horarios distribuidos cada 15 minutos.

SÁBADO					
Hora		cantidad	Hora		cantidad
00:00 - 00:15	3	12:00 - 12:15	13		
00:15 - 00:30	3	12:15 - 12:30	16		
00:30 - 00:45	2	12:30 - 12:45	15		
00:45 - 01:00	0	12:45 - 13:00	23		
01:00 - 01:15	6	13:00 - 13:15	17		
01:15 - 01:30	5	13:15 - 13:30	11		
01:30 - 01:45	2	13:30 - 13:45	16		
01:45 - 02:00	1	13:45 - 14:00	17		
02:00 - 02:15	0	14:00 - 14:15	18		
02:15 - 02:30	3	14:15 - 14:30	22		
02:30 - 02:45	2	14:30 - 14:45	21		
02:45 - 03:00	1	14:45 - 15:00	17		
03:00 - 03:15	0	15:00 - 15:15	21		
03:15 - 03:30	6	15:15 - 15:30	13		
03:30 - 03:45	5	15:30 - 15:45	26		
03:45 - 04:00	6	15:45 - 16:00	24		
04:00 - 04:15	0	16:00 - 16:15	14		
04:15 - 04:30	6	16:15 - 16:30	33		
04:30 - 04:45	5	16:30 - 16:45	16		
04:45 - 05:00	5	16:45 - 17:00	22		
05:00 - 05:15	9	17:00 - 17:15	24		
05:15 - 05:30	11	17:15 - 17:30	18		
05:30 - 05:45	9	17:30 - 17:45	16		
05:45 - 06:00	7	17:45 - 18:00	22		
06:00 - 06:15	11	18:00 - 18:15	17		
06:15 - 06:30	17	18:15 - 18:30	26		
06:30 - 06:45	18	18:30 - 18:45	22		
06:45 - 07:00	18	18:45 - 19:00	20		
07:00 - 07:15	21	19:00 - 19:15	14		
07:15 - 07:30	27	19:15 - 19:30	10		
07:30 - 07:45	28	19:30 - 19:45	8		
07:45 - 08:00	16	19:45 - 20:00	8		
08:00 - 08:15	13	20:00 - 20:15	9		
08:15 - 08:30	11	20:15 - 20:30	6		
08:30 - 08:45	19	20:30 - 20:45	7		
08:45 - 09:00	17	20:45 - 21:00	11		
09:00 - 09:15	23	21:00 - 21:15	6		
09:15 - 09:30	17	21:15 - 21:30	4		
09:30 - 09:45	19	21:30 - 21:45	7		
09:45 - 10:00	20	21:45 - 22:00	9		
10:00 - 10:15	15	22:00 - 22:15	7		
10:15 - 10:30	21	22:15 - 22:30	6		
10:30 - 10:45	20	22:30 - 22:45	4		
10:45 - 11:00	16	22:45 - 23:00	5		
11:00 - 11:15	13	23:00 - 23:15	6		
11:15 - 11:30	15	23:15 - 23:30	5		
11:30 - 11:45	13	23:30 - 23:45	3		
11:45 - 12:00	14	23:45 - 00:00	3		

Nota: Los datos que se muestran fueron copiados en el formato F-02, F-03 durante la investigación en la fecha 14/04/2018.

Fuente:(Elaboración Propia).

Tabla 20
Volúmenes horarios distribuidos cada 15 minutos.

DOMINGO					
Hora		cantidad	Hora		cantidad
00:00 - 00:15	1	12:00 - 12:15	11		
00:15 - 00:30	2	12:15 - 12:30	19		
00:30 - 00:45	1	12:30 - 12:45	15		
00:45 - 01:00	1	12:45 - 13:00	24		
01:00 - 01:15	1	13:00 - 13:15	17		
01:15 - 01:30	0	13:15 - 13:30	17		
01:30 - 01:45	1	13:30 - 13:45	15		
01:45 - 02:00	3	13:45 - 14:00	16		
02:00 - 02:15	1	14:00 - 14:15	18		
02:15 - 02:30	1	14:15 - 14:30	25		
02:30 - 02:45	0	14:30 - 14:45	16		
02:45 - 03:00	4	14:45 - 15:00	17		
03:00 - 03:15	4	15:00 - 15:15	18		
03:15 - 03:30	2	15:15 - 15:30	12		
03:30 - 03:45	6	15:30 - 15:45	31		
03:45 - 04:00	5	15:45 - 16:00	19		
04:00 - 04:15	4	16:00 - 16:15	20		
04:15 - 04:30	7	16:15 - 16:30	23		
04:30 - 04:45	7	16:30 - 16:45	14		
04:45 - 05:00	6	16:45 - 17:00	24		
05:00 - 05:15	9	17:00 - 17:15	13		
05:15 - 05:30	5	17:15 - 17:30	7		
05:30 - 05:45	9	17:30 - 17:45	10		
05:45 - 06:00	9	17:45 - 18:00	11		
06:00 - 06:15	13	18:00 - 18:15	14		
06:15 - 06:30	16	18:15 - 18:30	27		
06:30 - 06:45	15	18:30 - 18:45	28		
06:45 - 07:00	17	18:45 - 19:00	16		
07:00 - 07:15	23	19:00 - 19:15	13		
07:15 - 07:30	27	19:15 - 19:30	18		
07:30 - 07:45	28	19:30 - 19:45	9		
07:45 - 08:00	17	19:45 - 20:00	8		
08:00 - 08:15	10	20:00 - 20:15	5		
08:15 - 08:30	11	20:15 - 20:30	5		
08:30 - 08:45	16	20:30 - 20:45	9		
08:45 - 09:00	22	20:45 - 21:00	6		
09:00 - 09:15	15	21:00 - 21:15	8		
09:15 - 09:30	18	21:15 - 21:30	6		
09:30 - 09:45	19	21:30 - 21:45	5		
09:45 - 10:00	15	21:45 - 22:00	12		
10:00 - 10:15	16	22:00 - 22:15	5		
10:15 - 10:30	18	22:15 - 22:30	5		
10:30 - 10:45	16	22:30 - 22:45	9		
10:45 - 11:00	14	22:45 - 23:00	6		
11:00 - 11:15	11	23:00 - 23:15	6		
11:15 - 11:30	16	23:15 - 23:30	5		
11:30 - 11:45	11	23:30 - 23:45	2		
11:45 - 12:00	19	23:45 - 00:00	2		

Nota: Los datos que se muestran fueron copiados en el formato F-02, F-03 durante la investigación en la fecha 15/04/2018.

Fuente:(Elaboración Propia).

Tabla 21
Volúmenes horarios distribuidos cada 15 minutos.

LUNES					
Hora		cantidad	Hora		cantidad
00:00 - 00:15	3	12:00 - 12:15	19		
00:15 - 00:30	1	12:15 - 12:30	16		
00:30 - 00:45	2	12:30 - 12:45	16		
00:45 - 01:00	2	12:45 - 13:00	13		
01:00 - 01:15	0	13:00 - 13:15	13		
01:15 - 01:30	1	13:15 - 13:30	12		
01:30 - 01:45	1	13:30 - 13:45	10		
01:45 - 02:00	2	13:45 - 14:00	16		
02:00 - 02:15	0	14:00 - 14:15	19		
02:15 - 02:30	3	14:15 - 14:30	14		
02:30 - 02:45	1	14:30 - 14:45	21		
02:45 - 03:00	3	14:45 - 15:00	19		
03:00 - 03:15	5	15:00 - 15:15	21		
03:15 - 03:30	4	15:15 - 15:30	23		
03:30 - 03:45	3	15:30 - 15:45	22		
03:45 - 04:00	6	15:45 - 16:00	23		
04:00 - 04:15	4	16:00 - 16:15	15		
04:15 - 04:30	4	16:15 - 16:30	14		
04:30 - 04:45	16	16:30 - 16:45	15		
04:45 - 05:00	6	16:45 - 17:00	29		
05:00 - 05:15	8	17:00 - 17:15	20		
05:15 - 05:30	11	17:15 - 17:30	21		
05:30 - 05:45	11	17:30 - 17:45	26		
05:45 - 06:00	14	17:45 - 18:00	15		
06:00 - 06:15	14	18:00 - 18:15	23		
06:15 - 06:30	16	18:15 - 18:30	16		
06:30 - 06:45	16	18:30 - 18:45	22		
06:45 - 07:00	17	18:45 - 19:00	27		
07:00 - 07:15	24	19:00 - 19:15	8		
07:15 - 07:30	27	19:15 - 19:30	8		
07:30 - 07:45	31	19:30 - 19:45	12		
07:45 - 08:00	13	19:45 - 20:00	13		
08:00 - 08:15	16	20:00 - 20:15	7		
08:15 - 08:30	12	20:15 - 20:30	7		
08:30 - 08:45	21	20:30 - 20:45	7		
08:45 - 09:00	16	20:45 - 21:00	13		
09:00 - 09:15	17	21:00 - 21:15	7		
09:15 - 09:30	16	21:15 - 21:30	10		
09:30 - 09:45	26	21:30 - 21:45	5		
09:45 - 10:00	11	21:45 - 22:00	8		
10:00 - 10:15	28	22:00 - 22:15	6		
10:15 - 10:30	16	22:15 - 22:30	4		
10:30 - 10:45	20	22:30 - 22:45	4		
10:45 - 11:00	18	22:45 - 23:00	7		
11:00 - 11:15	11	23:00 - 23:15	6		
11:15 - 11:30	20	23:15 - 23:30	5		
11:30 - 11:45	11	23:30 - 23:45	2		
11:45 - 12:00	17	23:45 - 00:00	2		

Nota: Los datos que se muestran fueron acopiados en el formato F-02, F-03 durante la investigación en la fecha 16/04/2018.

Fuente:(Elaboración Propia).



Tabla 22
Volúmenes horarios distribuidos cada 15 minutos.

MARTES					
Hora		cantidad	Hora		cantidad
00:00 - 00:15	1	12:00 - 12:15	9		
00:15 - 00:30	2	12:15 - 12:30	8		
00:30 - 00:45	1	12:30 - 12:45	12		
00:45 - 01:00	6	12:45 - 13:00	16		
01:00 - 01:15	0	13:00 - 13:15	12		
01:15 - 01:30	1	13:15 - 13:30	12		
01:30 - 01:45	3	13:30 - 13:45	10		
01:45 - 02:00	1	13:45 - 14:00	14		
02:00 - 02:15	2	14:00 - 14:15	18		
02:15 - 02:30	2	14:15 - 14:30	19		
02:30 - 02:45	2	14:30 - 14:45	10		
02:45 - 03:00	2	14:45 - 15:00	17		
03:00 - 03:15	4	15:00 - 15:15	19		
03:15 - 03:30	7	15:15 - 15:30	10		
03:30 - 03:45	5	15:30 - 15:45	20		
03:45 - 04:00	6	15:45 - 16:00	16		
04:00 - 04:15	2	16:00 - 16:15	11		
04:15 - 04:30	8	16:15 - 16:30	21		
04:30 - 04:45	7	16:30 - 16:45	16		
04:45 - 05:00	8	16:45 - 17:00	16		
05:00 - 05:15	10	17:00 - 17:15	17		
05:15 - 05:30	6	17:15 - 17:30	18		
05:30 - 05:45	6	17:30 - 17:45	16		
05:45 - 06:00	10	17:45 - 18:00	17		
06:00 - 06:15	11	18:00 - 18:15	12		
06:15 - 06:30	11	18:15 - 18:30	21		
06:30 - 06:45	15	18:30 - 18:45	9		
06:45 - 07:00	13	18:45 - 19:00	18		
07:00 - 07:15	20	19:00 - 19:15	14		
07:15 - 07:30	16	19:15 - 19:30	10		
07:30 - 07:45	10	19:30 - 19:45	8		
07:45 - 08:00	13	19:45 - 20:00	14		
08:00 - 08:15	9	20:00 - 20:15	9		
08:15 - 08:30	8	20:15 - 20:30	9		
08:30 - 08:45	11	20:30 - 20:45	6		
08:45 - 09:00	14	20:45 - 21:00	12		
09:00 - 09:15	11	21:00 - 21:15	5		
09:15 - 09:30	12	21:15 - 21:30	7		
09:30 - 09:45	11	21:30 - 21:45	4		
09:45 - 10:00	13	21:45 - 22:00	9		
10:00 - 10:15	14	22:00 - 22:15	8		
10:15 - 10:30	16	22:15 - 22:30	7		
10:30 - 10:45	13	22:30 - 22:45	6		
10:45 - 11:00	14	22:45 - 23:00	4		
11:00 - 11:15	12	23:00 - 23:15	3		
11:15 - 11:30	9	23:15 - 23:30	5		
11:30 - 11:45	12	23:30 - 23:45	5		
11:45 - 12:00	16	23:45 - 00:00	3		

Nota: Los datos que se muestran fueron copiados en el formato F-02, F-03 durante la investigación en la fecha 17/04/2018.

Fuente:(Elaboración Propia).



Tabla 23
Volúmenes horarios distribuidos cada 15 minutos.

MIERCOLES					
Hora		cantidad	Hora		cantidad
00:00 - 00:15	1	12:00 - 12:15	12		
00:15 - 00:30	1	12:15 - 12:30	18		
00:30 - 00:45	2	12:30 - 12:45	16		
00:45 - 01:00	4	12:45 - 13:00	17		
01:00 - 01:15	0	13:00 - 13:15	16		
01:15 - 01:30	1	13:15 - 13:30	11		
01:30 - 01:45	2	13:30 - 13:45	18		
01:45 - 02:00	1	13:45 - 14:00	14		
02:00 - 02:15	1	14:00 - 14:15	18		
02:15 - 02:30	2	14:15 - 14:30	22		
02:30 - 02:45	1	14:30 - 14:45	21		
02:45 - 03:00	2	14:45 - 15:00	17		
03:00 - 03:15	3	15:00 - 15:15	15		
03:15 - 03:30	5	15:15 - 15:30	13		
03:30 - 03:45	4	15:30 - 15:45	26		
03:45 - 04:00	5	15:45 - 16:00	23		
04:00 - 04:15	2	16:00 - 16:15	13		
04:15 - 04:30	7	16:15 - 16:30	32		
04:30 - 04:45	7	16:30 - 16:45	13		
04:45 - 05:00	6	16:45 - 17:00	30		
05:00 - 05:15	10	17:00 - 17:15	22		
05:15 - 05:30	7	17:15 - 17:30	15		
05:30 - 05:45	10	17:30 - 17:45	16		
05:45 - 06:00	8	17:45 - 18:00	20		
06:00 - 06:15	10	18:00 - 18:15	16		
06:15 - 06:30	15	18:15 - 18:30	22		
06:30 - 06:45	12	18:30 - 18:45	21		
06:45 - 07:00	14	18:45 - 19:00	17		
07:00 - 07:15	19	19:00 - 19:15	12		
07:15 - 07:30	26	19:15 - 19:30	8		
07:30 - 07:45	23	19:30 - 19:45	8		
07:45 - 08:00	16	19:45 - 20:00	8		
08:00 - 08:15	12	20:00 - 20:15	9		
08:15 - 08:30	9	20:15 - 20:30	10		
08:30 - 08:45	13	20:30 - 20:45	6		
08:45 - 09:00	14	20:45 - 21:00	9		
09:00 - 09:15	12	21:00 - 21:15	6		
09:15 - 09:30	20	21:15 - 21:30	6		
09:30 - 09:45	21	21:30 - 21:45	6		
09:45 - 10:00	16	21:45 - 22:00	9		
10:00 - 10:15	21	22:00 - 22:15	7		
10:15 - 10:30	18	22:15 - 22:30	5		
10:30 - 10:45	19	22:30 - 22:45	5		
10:45 - 11:00	14	22:45 - 23:00	8		
11:00 - 11:15	15	23:00 - 23:15	5		
11:15 - 11:30	14	23:15 - 23:30	5		
11:30 - 11:45	12	23:30 - 23:45	4		
11:45 - 12:00	18	23:45 - 00:00	3		

Nota: Los datos que se muestran fueron copiados en el formato F-02, F-03 durante la investigación en la fecha 18/04/2018.

Fuente:(Elaboración Propia).



Tabla 24
Volúmenes horarios distribuidos cada 15 minutos.

JUEVES					
Hora		cantidad	Hora		cantidad
00:00 - 00:15	2	12:00 - 12:15	13		
00:15 - 00:30	3	12:15 - 12:30	16		
00:30 - 00:45	3	12:30 - 12:45	15		
00:45 - 01:00	3	12:45 - 13:00	23		
01:00 - 01:15	0	13:00 - 13:15	17		
01:15 - 01:30	2	13:15 - 13:30	11		
01:30 - 01:45	3	13:30 - 13:45	16		
01:45 - 02:00	2	13:45 - 14:00	18		
02:00 - 02:15	1	14:00 - 14:15	15		
02:15 - 02:30	1	14:15 - 14:30	24		
02:30 - 02:45	2	14:30 - 14:45	18		
02:45 - 03:00	3	14:45 - 15:00	15		
03:00 - 03:15	4	15:00 - 15:15	19		
03:15 - 03:30	7	15:15 - 15:30	11		
03:30 - 03:45	6	15:30 - 15:45	26		
03:45 - 04:00	5	15:45 - 16:00	21		
04:00 - 04:15	3	16:00 - 16:15	12		
04:15 - 04:30	7	16:15 - 16:30	32		
04:30 - 04:45	8	16:30 - 16:45	16		
04:45 - 05:00	5	16:45 - 17:00	21		
05:00 - 05:15	8	17:00 - 17:15	25		
05:15 - 05:30	9	17:15 - 17:30	19		
05:30 - 05:45	10	17:30 - 17:45	14		
05:45 - 06:00	9	17:45 - 18:00	22		
06:00 - 06:15	10	18:00 - 18:15	15		
06:15 - 06:30	14	18:15 - 18:30	25		
06:30 - 06:45	21	18:30 - 18:45	21		
06:45 - 07:00	19	18:45 - 19:00	16		
07:00 - 07:15	18	19:00 - 19:15	13		
07:15 - 07:30	23	19:15 - 19:30	12		
07:30 - 07:45	19	19:30 - 19:45	9		
07:45 - 08:00	21	19:45 - 20:00	6		
08:00 - 08:15	12	20:00 - 20:15	9		
08:15 - 08:30	16	20:15 - 20:30	7		
08:30 - 08:45	21	20:30 - 20:45	12		
08:45 - 09:00	16	20:45 - 21:00	10		
09:00 - 09:15	15	21:00 - 21:15	7		
09:15 - 09:30	22	21:15 - 21:30	4		
09:30 - 09:45	11	21:30 - 21:45	6		
09:45 - 10:00	16	21:45 - 22:00	8		
10:00 - 10:15	21	22:00 - 22:15	7		
10:15 - 10:30	18	22:15 - 22:30	7		
10:30 - 10:45	16	22:30 - 22:45	5		
10:45 - 11:00	21	22:45 - 23:00	6		
11:00 - 11:15	13	23:00 - 23:15	5		
11:15 - 11:30	15	23:15 - 23:30	7		
11:30 - 11:45	13	23:30 - 23:45	5		
11:45 - 12:00	14	23:45 - 00:00	4		

Nota: Los datos que se muestran fueron copiados en el formato F-02, F-03 durante la investigación en la fecha 19/04/2018.

Fuente:(Elaboración Propia).

d. Registro de Velocidades

Este procedimiento consistió en el registro de placas vehiculares y registro de la hora de paso por los dos puntos situados a cada extremo de cada tramo que en total fueron 3 tramos y 6 puntos.

Tabla 25

Registro de velocidades en el tramo I de subida.

REGISTRO Y ANALISIS DE VELOCIDAD TRAMO I EN SUBIDA								
Nº	PLACA	DISTANCIA	HORA DE	HORA DE	TIEMPO	TIEMPO	VELOCIDAD	VELOCIDAD
			PASO POR E.1	PASO POR E.2			Km/h	mi/h
1	X2G-704	13.4	08:37	08:55	22	0.367	37	23
2	V4I-857	13.4	08:38	09:11	33	0.550	24	15
3	A4N-907	13.4	08:39	09:33	54	0.900	15	9
4	X4D-855	13.4	08:40	08:58	18	0.300	45	28
5	X3J-221	13.4	08:43	09:00	17	0.283	47	29
6	X2X-385	13.4	08:45	09:01	16	0.267	50	31
7	A6L-365	13.4	08:47	09:05	18	0.300	45	28
8	AXD-780	13.4	08:47	09:06	19	0.317	42	26
9	V4U-950	13.4	08:50	09:14	24	0.400	34	21
10	AJM-780	13.4	08:50	09:32	42	0.700	19	12
11	GJ-860	13.4	08:52	09:13	21	0.350	38	24
12	X3J-213	13.4	08:52	09:10	18	0.300	45	28
13	X1L-110	13.4	08:56	09:13	17	0.283	47	29
14	X1T-868	13.4	08:58	09:14	16	0.267	50	31
15	X3F-870	13.4	09:00	09:19	19	0.317	42	26
16	F9S-280	13.4	09:00	09:18	18	0.300	45	28
17	X2T-040	13.4	09:01	09:18	17	0.283	47	29
18	SH-6664	13.4	09:01	09:19	18	0.300	45	28
19	Y2A-939	13.4	09:03	09:20	17	0.283	47	29
20	C1O-960	13.4	09:06	09:27	21	0.350	38	24
21	X3V-337	13.4	09:06	09:25	19	0.317	42	26
22	V3E-535	13.4	09:12	09:33	21	0.350	38	24
23	A2I-921	13.4	09:12	09:45	33	0.550	24	15
24	X4D-031	13.4	09:13	09:54	41	0.683	20	12
25	A8U-503	13.4	09:15	10:18	63	1.050	13	8
26	A2G-755	13.4	09:21	09:44	23	0.383	35	22
27	X6L-601	13.4	09:24	04:40	16	0.267	50	31
28	X3F-522	13.4	09:24	09:40	16	0.267	50	31
29	X4C-122	13.4	09:25	09:42	17	0.283	47	29
30	X1L-229	13.4	09:26	09:43	17	0.283	47	29
31	GF-086	13.4	09:27	09:45	18	0.300	45	28
32	X3N-382	13.4	09:31	09:50	19	0.317	42	26
33	V9D-664	13.4	09:32	09:46	14	0.233	57	36
34	X1Y-271	13.4	09:33	10:15	42	0.700	19	12
35	X1X-207	13.4	09:34	09:51	17	0.283	47	29
36	X4D-067	13.4	09:38	09:54	16	0.267	50	31
37	X3U-519	13.4	09:43	10:01	8	0.133	101	62
38	X3M-094	13.4	09:44	10:02	18	0.300	45	28
39	X3I-314	13.4	09:45	10:06	21	0.350	38	24
40	X2F-363	13.4	09:52	10:23	31	0.517	26	16
41	X4D-616	13.4	09:52	10:08	16	0.267	50	31
42	X2P-527	13.4	09:55	10:10	15	0.250	54	33
43	D5Z-321	13.4	09:55	10:15	20	0.333	40	25
44	X3A-492	13.4	09:55	10:13	18	0.300	45	28
45	V2U-581	13.4	09:56	10:47	43	0.717	19	12
46	X3A-269	13.4	09:58	10:14	16	0.267	50	31
47	X2Y-561	13.4	09:58	10:16	18	0.300	45	28
48	X1Y-079	13.4	10:00	10:16	16	0.267	50	31
49	Y1V-552	13.4	10:02	10:23	21	0.350	38	24
50	W2Y-940	13.4	10:12	10:32	20	0.333	40	25
							Velocidad promedio	42 km/h
							Velocidad promedio	26 mi/h

Nota: Los datos que se muestran fueron copiados en el formato F-04 durante la investigación.
Fuente:(Elaboración Propia).



Tabla 26
Registro de velocidades en el tramo II de subida.

REGISTRO Y ANALISIS DE VELOCIDAD TRAMO II EN SUBIDA								
N°	PLACA	DISTANCI	HORA DE	HORA DE	TIEMPO	TIEMPO	VELOCID	VELOCID
		A	PASO POR	PASO POR	min	horas	AD KM/h	AD mi/h
1	V2N-114	3.5	10:57	11:01	4	0.067	53	33
2	F4O-391	3.5	10:59	11:03	4	0.067	53	33
3	C9R-047	3.5	11:00	11:05	5	0.083	42	26
4	AWP-095	3.5	11:01	11:06	5	0.083	42	26
5	X4J-099	3.5	11:02	11:06	4	0.067	53	33
6	X3W-401	3.5	11:04	11:08	4	0.067	53	33
7	C0G-505	3.5	11:05	11:08	5	0.083	42	26
8	X3C-845	3.5	11:07	11:11	4	0.067	53	33
9	X1V-305	3.5	11:07	11:11	4	0.067	53	33
10	Z3E-241	3.5	11:08	11:12	4	0.067	53	33
11	X1V-385	3.5	11:08	11:12	4	0.067	53	33
12	X1H-473	3.5	11:09	11:13	4	0.067	53	33
13	X1J-658	3.5	11:09	11:13	4	0.067	53	33
14	X3I-317	3.5	11:10	11:15	5	0.083	42	26
15	X3K-253	3.5	11:11	11:16	5	0.083	42	26
16	X4G-360	3.5	11:13	11:16	3	0.050	70	43
17	A2I-517	3.5	11:15	11:19	4	0.067	53	33
18	X3J-239	3.5	11:15	11:20	5	0.083	42	26
19	HAY-758	3.5	11:15	11:21	6	0.100	35	22
20	D8X	3.5	11:24	11:29	3	0.050	70	43
21	B3X-936	3.5	11:29	11:33	3	0.050	70	43
22	V8I-531	3.5	11:30	11:34	4	0.067	53	33
23	X4C-622	3.5	11:31	11:35	4	0.067	53	33
24	X2U-797	3.5	11:31	11:38	7	0.117	30	19
25	X1W-241	3.5	11:32	11:38	6	0.100	35	22
26	X3S-015	3.5	11:32	11:38	6	0.100	35	22
27	X3S-068	3.5	11:33	11:39	5	0.083	42	26
28	X3K-285	3.5	11:34	11:39	5	0.083	42	26
29	C2Y-804	3.5	11:35	11:39	5	0.083	42	26
30	X2C-168	3.5	11:35	11:39	4	0.067	53	33
31	X1G-022	3.5	11:36	11:40	4	0.067	53	33
32	X2M-098	3.5	11:36	11:41	5	0.083	42	26
33	X2Q-350	3.5	11:37	11:42	5	0.083	42	26
34	ABV-905	3.5	11:38	11:43	5	0.083	42	26
35	X3Q-188	3.5	11:40	11:44	4	0.067	53	33
36	X2I-185	3.5	11:41	11:46	5	0.083	42	26
37	D0B-586	3.5	11:43	11:47	4	0.067	53	33
38	X1K-543	3.5	11:43	11:47	4	0.067	53	33
39	X2K-190	3.5	11:44	11:48	4	0.067	53	33
40	X2G-154	3.5	11:44	11:48	4	0.067	53	33
41	V6J-220	3.5	11:45	11:50	5	0.083	42	26
42	X2F-374	3.5	11:47	11:51	4	0.067	53	33
43	X3M-045	3.5	11:47	11:51	4	0.067	53	33
44	X3D-058	3.5	11:48	11:52	4	0.067	53	33
45	ABK-581	3.5	11:49	11:54	5	0.083	42	26
46	C7V-358	3.5	11:50	11:54	4	0.067	53	33
47	X3Q-317	3.5	11:50	11:55	5	0.083	42	26
48	D0J-503	3.5	11:51	11:55	4	0.067	53	33
49	X1N-593	3.5	11:51	11:56	5	0.083	42	26
50	X2V-558	3.5	11:52	11:57	5	0.083	42	26
Velocidad promedio							48 km/h	
Velocidad promedio							30 mi/h	

Nota: Los datos que se muestran fueron copiados en el formato F-04 durante la investigación.
Fuente:(Elaboración Propia).



Tabla 27
Registro de velocidades en el tramo III de subida.

REGISTRO Y ANALISIS DE VELOCIDAD TRAMO III EN SUBIDA								
N°	PLACA	DISTANCI	HORA DE	HORA DE	TIEMPO	TIEMPO	VELOCID	VELOCID
		A	PASO POR	PASO POR	min	horas	AD KM/h	AD mi/h
1	X3W-054	7	11:53	11:59	6	0.100	70	43
2	X2O-286	7	11:53	11:59	6	0.100	70	43
3	X4J-362	7	11:54	12:01	7	0.117	60	37
4	X3E-950	7	11:57	12:03	6	0.100	70	43
5	X3W-694	7	11:59	12:06	7	0.117	60	37
6	D7O-034	7	11:59	12:05	6	0.100	70	43
7	X1A-639	7	11:59	12:05	6	0.100	70	43
8	X3R-220	7	12:03	12:10	7	0.117	60	37
9	Z4N-865	7	12:03	12:15	12	0.200	35	22
10	C7B-264	7	12:04	12:11	7	0.117	60	37
11	X2T-389	7	12:04	12:11	7	0.117	60	37
12	X2A-696	7	12:05	12:11	6	0.100	70	43
13	X4D-405	7	12:06	12:12	6	0.100	70	43
14	X2Z-720	7	12:07	12:15	8	0.133	53	33
15	F6T-155	7	12:08	12:14	6	0.100	70	43
16	C6X-875	7	12:08	12:19	11	0.183	38	24
17	XD7-707	7	12:08	12:14	6	0.100	70	43
18	X2Q-205	7	12:08	12:18	10	0.167	42	26
19	X3D	7	12:12	12:19	7	0.117	60	37
20	X3X-678	7	12:12	12:18	6	0.100	70	43
21	X3P-691	7	12:15	12:22	7	0.117	60	37
22	X3Q-660	7	12:17	12:25	8	0.133	53	33
23	B3S-950	7	12:20	12:27	7	0.117	60	37
24	X8G-954	7	12:20	12:27	7	0.117	60	37
25	C0I-158	7	12:22	12:33	11	0.183	38	24
26	D2Q-766	7	12:23	12:35	12	0.200	35	22
27	X1Q-278	7	12:23	12:31	8	0.133	53	33
28	X3S-635	7	12:23	12:29	6	0.100	70	43
29	X3V-531	7	12:28	12:36	8	0.133	53	33
30	X1V-588	7	12:31	12:38	7	0.117	60	37
31	X1Q-924	7	12:32	12:38	6	0.100	70	43
32	AFG-732	7	12:32	12:43	11	0.183	38	24
33	X2T-024	7	12:33	12:40	7	0.117	60	37
34	X3N-329	7	12:33	12:39	6	0.100	70	43
35	XIM-060	7	12:34	12:41	7	0.117	60	37
36	X3P-362	7	12:35	12:41	6	0.100	70	43
37	X3M-017	7	12:36	12:42	6	0.100	70	43
38	AES-082	7	12:36	12:48	12	0.200	35	22
39	X3D-346	7	12:38	12:46	8	0.133	53	33
40	X1M-062	7	12:39	12:45	6	0.100	70	43
41	X2W-531	7	12:40	12:49	9	0.150	47	29
42	A2G-854	7	12:40	12:52	12	0.200	35	22
43	X3K-388	7	12:41	12:49	8	0.133	53	33
44	X3L-390	7	12:42	12:49	7	0.117	60	37
45	X3K-330	7	12:43	12:54	11	0.183	38	24
46	X2Y-482	7	12:44	12:50	6	0.100	70	43
47	XIB-589	7	12:44	12:51	7	0.117	60	37
48	CDJ-667	7	12:46	12:56	10	0.167	42	26
49	XIH-488	7	12:47	12:55	8	0.133	53	33
50	X2J-452	7	12:48	12:57	9	0.150	47	29
Velocidad promedio							57	km/h
Velocidad promedio							36	mi/h

Nota: Los datos que se muestran fueron acopiados en el formato F-04 durante la investigación.
Fuente:(Elaboración Propia).



Tabla 28
Registro de velocidades en el tramo I de bajada.

REGISTRO Y ANALISIS DE VELOCIDAD TRAMO I EN BAJADA								
Nº	PLACA	DISTANCI	HORA DE	HORA DE	TIEMPO	TIEMPO	VELOCID	VELOCID
		A	PASO POR	PASO POR	min	horas	AD KM/h	AD mi/h
1	B7Z-230	13.4	08:42	09:01	19	0.317	42	26
2	X4D-616	13.4	08:48	09:03	15	0.250	54	33
3	X2H-467	13.4	08:45	09:03	18	0.300	45	28
4	X3L-323	13.4	08:43	09:07	14	0.233	57	36
5	X1H-473	13.4	08:54	09:08	14	0.233	57	36
6	Z3M-122	13.4	08:54	09:12	18	0.300	45	28
7	X1E-332	13.4	08:59	09:12	13	0.217	62	38
8	X1B-667	13.4	09:00	09:13	13	0.217	62	38
9	C5P-099	13.4	08:59	09:13	14	0.233	57	36
10	B1Z-363	13.4	08:55	09:14	19	0.317	42	26
11	X2E-336	13.4	08:56	09:14	18	0.300	45	28
12	X1J203	13.4	09:08	09:25	17	0.283	47	29
13	X3N-660	13.4	09:14	09:28	14	0.233	57	36
14	D7O-102	13.4	09:14	09:30	16	0.267	50	31
15	X4F-ABI	13.4	09:28	09:33	15	0.250	54	33
16	V1F-891	13.4	09:20	09:36	16	0.267	50	31
17	X4G-688	13.4	09:22	09:37	15	0.250	54	33
18	Z1Z-641	13.4	09:24	09:40	16	0.267	50	31
19	C8Q-323	13.4	09:22	09:41	19	0.317	42	26
20	X3N-130	13.4	09:28	09:42	14	0.233	57	36
21	X0R-967	13.4	09:23	09:39	16	0.267	50	31
22	X2V-113	13.4	09:29	09:42	13	0.217	62	38
23	Z7E-420	13.4	09:30	09:43	13	0.217	62	38
24	X4B-707	13.4	09:33	09:47	14	0.233	57	36
25	C2P-955	13.4	09:36	09:51	15	0.250	54	33
26	V4V-984	13.4	09:38	09:52	14	0.233	57	36
27	X3H-546	13.4	09:36	09:52	16	0.267	50	31
28	X3Y-211	13.4	09:36	09:52	16	0.267	50	31
29	X2A-365	13.4	09:42	09:54	12	0.200	67	42
30	X3P-196	13.4	09:41	09:53	12	0.200	67	42
31	X4I-709	13.4	09:37	09:53	16	0.267	50	31
32	V1J-640	13.4	09:37	09:54	17	0.283	47	29
33	X1F-647	13.4	09:42	09:55	13	0.217	62	38
34	X2A-680	13.4	09:45	09:56	12	0.200	67	42
35	F5Z-433	13.4	09:46	10:00	14	0.233	57	36
36	X3N-020	13.4	09:48	10:00	16	0.267	50	31
37	A8V-459	13.4	09:47	10:04	17	0.283	47	29
38	AJM-080	13.4	09:47	10:06	19	0.317	42	26
39	Z1L-375	13.4	09:51	10:09	18	0.300	45	28
40	X2W-956	13.4	09:53	10:11	18	0.300	45	28
41	X1R-173	13.4	11:01	10:14	13	0.217	62	38
42	B8P-836	13.4	10:00	10:17	17	0.283	47	29
43	V3X-877	13.4	10:06	10:19	13	0.217	62	38
44	X3R-523	13.4	10:06	10:21	15	0.250	54	33
45	X2X-467	13.4	10:08	10:22	14	0.233	57	36
46	X2E-371	13.4	10:08	10:22	14	0.233	57	36
47	X3Q-174	13.4	10:07	10:23	16	0.267	50	31
48	X1S-170	13.4	10:12	10:25	13	0.217	62	38
49	X3R-419	13.4	10:14	10:27	13	0.217	62	38
50	X3G188	13.4	10:13	10:25	12	0.200	67	42
Velocidad promedio							54 km/h	
Velocidad promedio							34 mi/h	

Nota: Los datos que se muestran fueron acopiados en el formato F-04 durante la investigación.
Fuente:(Elaboración Propia).



Tabla 29
Registro de velocidades en el tramo II de bajada.

REGISTRO Y ANALISIS DE VELOCIDAD TRAMO II EN BAJADA								
Nº	PLACA	DISTANCI	HORA DE	HORA DE	TIEMPO	TIEMPO	VELOCID	VELOCID
		A	PASO POR	PASO POR	min	horas	AD KM/h	AD mi/h
1	X2M-382	3.5	10:58	11:01	3	0.050	70	43
2	X2R-114	3.5	11:00	11:04	4	0.067	53	33
3	A8W-503	3.5	11:01	11:05	4	0.067	53	33
4	X1K-862	3.5	11:01	11:05	4	0.067	53	33
5	B7L-101	3.5	11:03	11:06	3	0.050	70	43
6	V9G-271	3.5	11:04	11:07	3	0.050	70	43
7	D5C-205	3.5	11:06	11:08	2	0.033	105	65
8	F6F-713	3.5	11:08	11:10	2	0.033	105	65
9	PA-060	3.5	11:08	11:12	4	0.067	53	33
10	X1Y-085	3.5	11:09	11:13	6	0.100	35	22
11	V1S-476	3.5	11:11	11:14	3	0.050	70	43
12	X3V-603	3.5	11:13	11:17	4	0.067	53	33
13	V8O-046	3.5	11:17	11:20	3	0.050	70	43
14	B8S-153	3.5	11:19	11:22	3	0.050	70	43
15	X1Y-472	3.5	11:21	11:25	4	0.067	53	33
16	X3X-846	3.5	11:21	11:25	4	0.067	53	33
17	X1M-638	3.5	11:21	11:24	3	0.050	70	43
18	X2O-304	3.5	11:21	11:24	3	0.050	70	43
19	X3B-332	3.5	11:23	11:26	3	0.050	70	43
20	V2Z-385	3.5	11:24	11:27	3	0.050	70	43
21	X3B-287	3.5	11:24	11:27	3	0.050	70	43
22	C2O-951	3.5	11:27	11:30	3	0.050	70	43
23	X2S-905	3.5	11:29	11:32	3	0.050	70	43
24	X3J-193	3.5	11:31	11:35	4	0.067	53	33
25	ARJ-693	3.5	11:33	11:36	3	0.050	70	43
26	X2R-602	3.5	11:33	11:37	4	0.067	53	33
27	X1B-613	3.5	11:33	11:36	3	0.050	70	43
28	X1O-523	3.5	11:34	11:36	2	0.033	105	65
29	E1Y-750	3.5	11:34	11:37	3	0.050	70	43
30	XIG-653	3.5	11:36	11:38	2	0.033	105	65
31	X2C-550	3.5	11:36	11:40	4	0.067	53	33
32	X2Y-050	3.5	11:37	11:41	4	0.067	53	33
33	B9I-362	3.5	11:38	11:42	4	0.067	53	33
34	XIM-062	3.5	11:40	11:44	4	0.067	53	33
35	X2S-311	3.5	11:41	11:44	3	0.050	70	43
36	V6G-108	3.5	11:43	11:45	2	0.033	105	65
37	Z2R-125	3.5	11:43	11:46	3	0.050	70	43
38	x2w-330	3.5	11:43	11:46	3	0.050	70	43
39	x2l-021	3.5	11:45	11:49	4	0.067	53	33
40	V2S-418	3.5	11:46	11:49	3	0.050	70	43
41	x3n-109	3.5	11:47	11:51	4	0.067	53	33
42	X2C-269	3.5	11:49	11:51	2	0.033	105	65
43	C9X-346	3.5	11:50	11:54	4	0.067	53	33
44	X1A-014	3.5	11:51	11:54	3	0.050	70	43
45	X2A-407	3.5	11:52	11:55	3	0.050	70	43
46	D2M-139	3.5	11:52	11:56	4	0.067	53	33
47	X3K-330	3.5	11:54	11:57	3	0.050	70	43
48	X2Q-334	3.5	11:55	11:57	2	0.033	105	65
49	X1S-181	3.5	11:56	12:00	4	0.067	53	33
50	V1V-495	3.5	11:57	12:01	4	0.067	53	33
Velocidad promedio							68 km/h	
Velocidad promedio							42 mi/h	

Nota: Los datos que se muestran fueron copiados en el formato F-04 durante la investigación.
Fuente:(Elaboración Propia).



Tabla 30
Registro de velocidades en el tramo III de bajada.

REGISTRO Y ANALISIS DE VELOCIDAD TRAMO III EN BAJADA								
N°	PLACA	DISTANCI	HORA DE	HORA DE	TIEMPO	TIEMPO	VELOCID	VELOCID
		A	PASO POR	PASO POR	min	horas	AD KM/h	AD mi/h
1	X1V-522	7	11:51	12:01	10	0.167	42	26
2	V8A-919	7	11:41	12:01	20	0.333	21	13
3	X4V	7	11:52	12:01	9	0.150	47	29
4	X3S-975	7	11:50	12:03	13	0.217	32	20
5	X3K-026	7	11:53	12:03	13	0.217	32	20
6	X3O-278	7	11:53	12:04	11	0.183	38	24
7	V7K-373	7	11:59	12:09	10	0.167	42	26
8	X1V-217	7	12:02	12:12	10	0.167	42	26
9	F7E	7	12:04	12:12	8	0.133	53	33
10	X2J-469	7	12:04	12:15	11	0.183	38	24
11	X2U-679	7	12:03	12:15	12	0.200	35	22
12	X2U-581	7	12:02	12:15	13	0.217	32	20
13	X3N-489	7	12:08	12:17	9	0.150	47	29
14	AMP-037	7	12:10	12:19	9	0.150	47	29
15	X3L-376	7	12:11	12:19	7	0.117	60	37
16	X1N-709	7	12:04	12:19	15	0.250	28	17
17	X4B-130	7	12:14	12:22	8	0.133	53	33
18	A3J-825	7	12:12	12:23	11	0.183	38	24
19	X1L-110	7	12:16	12:25	9	0.150	47	29
20	X3Y-067	7	12:19	12:30	11	0.183	38	24
21	X2F-363	7	12:20	12:32	12	0.200	35	22
22	X1O-285	7	12:24	12:33	9	0.150	47	29
23	X2C-702	7	12:12	12:37	15	0.250	28	17
24	X1H-101	7	12:28	12:37	9	0.150	47	29
25	X4D-067	7	12:31	12:39	7	0.117	60	37
26	V4F-917	7	12:06	12:40	34	0.567	12	8
27	X2D-603	7	12:32	12:44	12	0.200	35	22
28	X2A-696	7	12:38	12:45	7	0.117	60	37
29	X3I-743	7	12:32	12:45	13	0.217	32	20
30	B6Q-890	7	12:33	12:46	13	0.217	32	20
31	X4I-470	7	12:37	12:48	11	0.183	38	24
32	V3Z-913	7	12:38	12:51	13	0.217	32	20
33	V1P-853	7	12:39	12:53	14	0.233	30	19
34	X2F-122	7	12:40	12:51	11	0.183	38	24
35	X3V-322	7	12:41	12:54	13	0.217	32	20
36	B0W-852	7	12:41	12:54	13	0.217	32	20
37	Z3S-354	7	12:42	12:51	9	0.150	47	29
38	X2O-276	7	12:43	12:52	9	0.150	47	29
39	X3I-641	7	12:43	12:54	11	0.183	38	24
40	X1N-222	7	12:44	12:56	12	0.200	35	22
41	X2V-574	7	12:46	12:56	10	0.167	42	26
42	X3G-122	7	12:47	12:56	9	0.150	47	29
43	X3R-666	7	12:48	12:58	10	0.167	42	26
44	X2P-027	7	12:49	12:56	7	0.117	60	37
45	X2B-274	7	12:49	12:57	8	0.133	53	33
46	X2V-178	7	12:50	12:57	7	0.117	60	37
47	X3I-002	7	12:51	01:01	10	0.167	42	26
48	X2O-022	7	12:52	01:03	11	0.183	38	24
49	X1M-060	7	12:54	01:03	9	0.150	47	29
50	X2X:124	7	12:55	01:08	13	0.217	32	20
Velocidad promedio							41 km/h	
Velocidad promedio							25 mi/h	

Nota: Los datos que se muestran fueron acopiados en el formato F-04 durante la investigación.
Fuente:(Elaboración Propia).

e. Registro de Velocidades en curvas.

Este procedimiento consistió en el registro de la velocidad a la cual los carros circulaban durante la transición de la curva, con ayuda de un observador se tomaba los registros del velocímetro (del vehículo) en plano(P-02) y también de la ayuda de aplicativos que registran velocidades vs distancia.

Entre los datos registrados por ambos métodos las variaciones de estos eran mínimas motivo por el cual decidimos optar por los datos registrados por nosotros mismos.



Figura 24. Registro de la velocidad del velocímetro (del vehículo) en plano y también de la ayuda de aplicativo

Fuente: elaboración propia.

Tabla 31

Cuadro donde se registran las velocidades en curvas y tangentes.

Cuadro de variación de velocidades en curvas (c) y tangentes (t)							
	km/h		km/h		km/h		km/h
c-01	52	c-16	45	t-04	40	t-06	80
t-01	63	c-17	47	c-34	35	c-50	50
c-02	60	c-18	47	c-35	30	c-51	70
c-03	35	c-19	40	c-36	30	c-52	35
t-02	50	c-20	55	c-37	60	c-53	40
c-04	46	c-21	20	c-38	50	t-07	62
c-05	38	c-22	40	c-39	40	c-54	60
c-06	45	c-23	45	c-40	37	c-55	30
c-07	45	c-24	35	c-41	60	t-08	80
c-08	50	c-25	47	c-42	55	c-56	45
c-09	25	c-26	34	c-43	55	t-09	81
c-10	42	c-27	60	c-44	68	c-57	60
c-11	44	c-28	35	c-45	55	t-10	80
c-12	30	c-29	55	c-46	51	c-58	52
t-03	45	c-30	30	t-05	80	t-11	70
c-13	40	c-31	55	c-47	60	c-59	55
c-14	35	c-32	35	c-48	40	t-12	70
c-15	35	c-33	30	c-49	40	c-60	30

Nota: Los datos que se muestran son necesarios para el modelamiento y calibrado del mismo.
Fuente:(Elaboración Propia).

3.6. Procedimientos de análisis de datos

3.6.1. Cálculo de la composición y distribución del tránsito existente

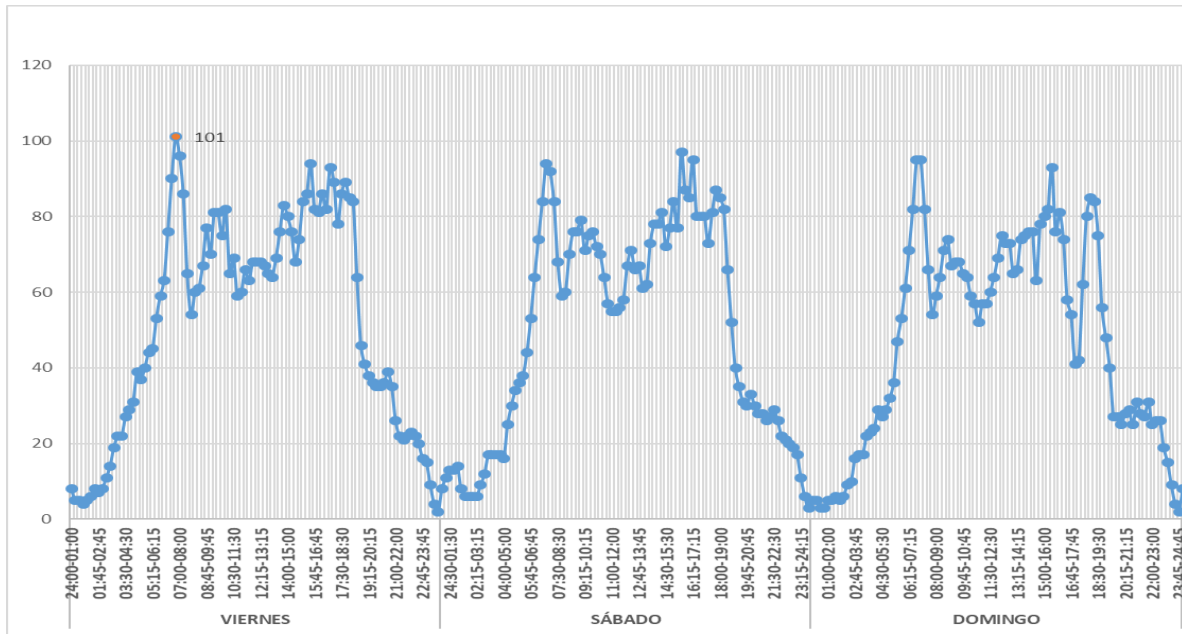


Figura 25. Representación gráfica de los volúmenes horarios.
Fuente: Elaboración propia.

VOLUMENES HORARIOS

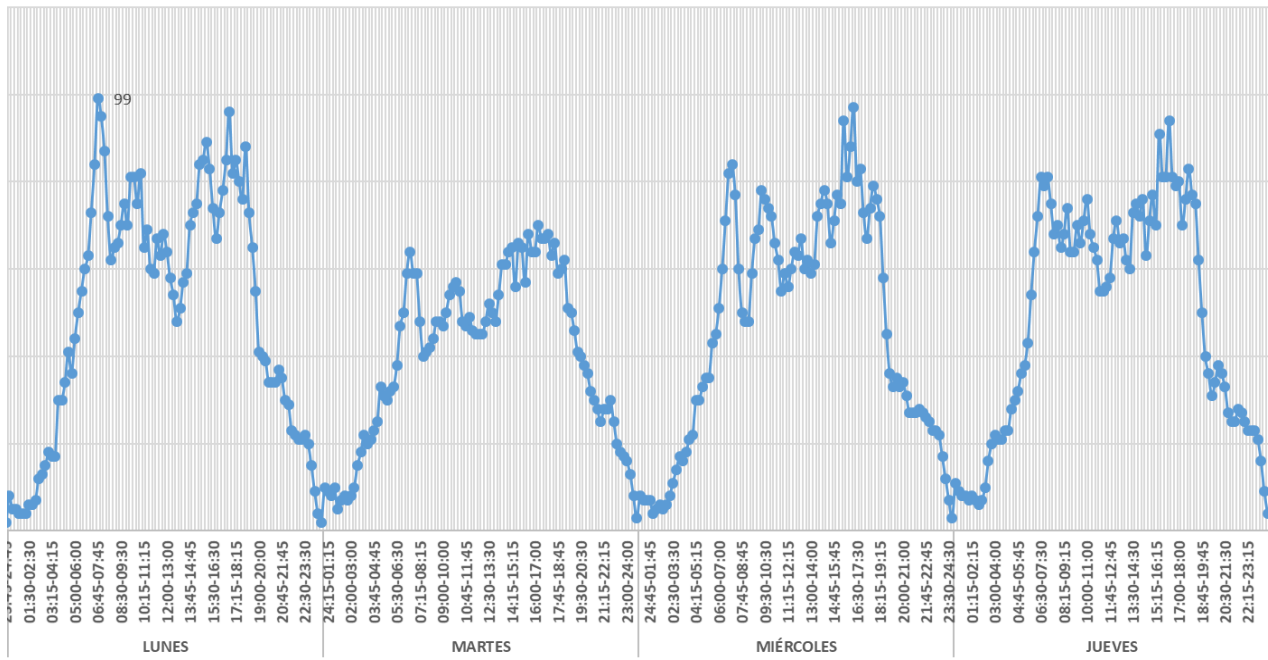


Figura 26. Representación gráfica de los volúmenes horarios.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32
Cantidad de vehículos por tipo

TIPO DE VEHICULO	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	TOTAL								
AUTO	253	258	247	249	213	256	249	241	174	171	200	182	207	195	3095	
STATION WAGON	80	93	81	95	75	78	78	82	75	79	76	81	72	97	1142	
PICK UP	71	58	66	58	60	45	58	64	58	50	64	56	71	64	843	
CAMIONETAS	PANEL	22	28	22	25	22	22	20	34	22	26	31	32	35	47	388
COMBI	31	39	23	32	31	36	36	30	25	33	39	36	33	37	461	
MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
BUS	2 EJES	34	29	34	34	36	33	41	29	30	27	44	33	38	37	479
3 EJES	16	5	9	21	9	12	12	8	13	5	16	7	10	10	153	
2 EJES	55	48	52	47	47	41	52	50	40	27	59	45	51	43	657	
camión	3 EJES	21	33	21	21	23	23	25	30	20	28	27	24	24	351	
4 EJES	9	3	9	1	8	5	7	7	9	8	16	4	15	9	110	
SEMI TRAYLER	20	29	22	24	23	30	23	26	22	24	27	24	21	25	340	
TRAYLER	2	3	2	2	2	3	0	4	1	1	2	3	2	2	29	
TOTAL	614	626	588	609	549	584	601	605	489	479	601	527	579	597	8048	

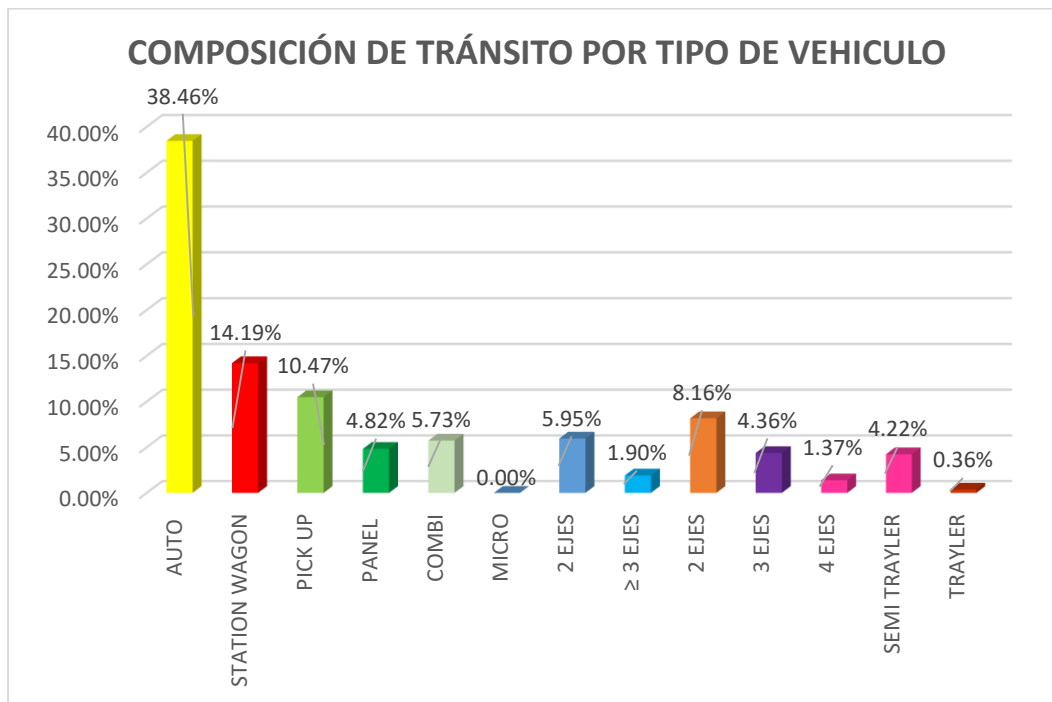


Figura 27. Representación gráfica de la composición de tránsito.
Fuente: Elaboración propia.

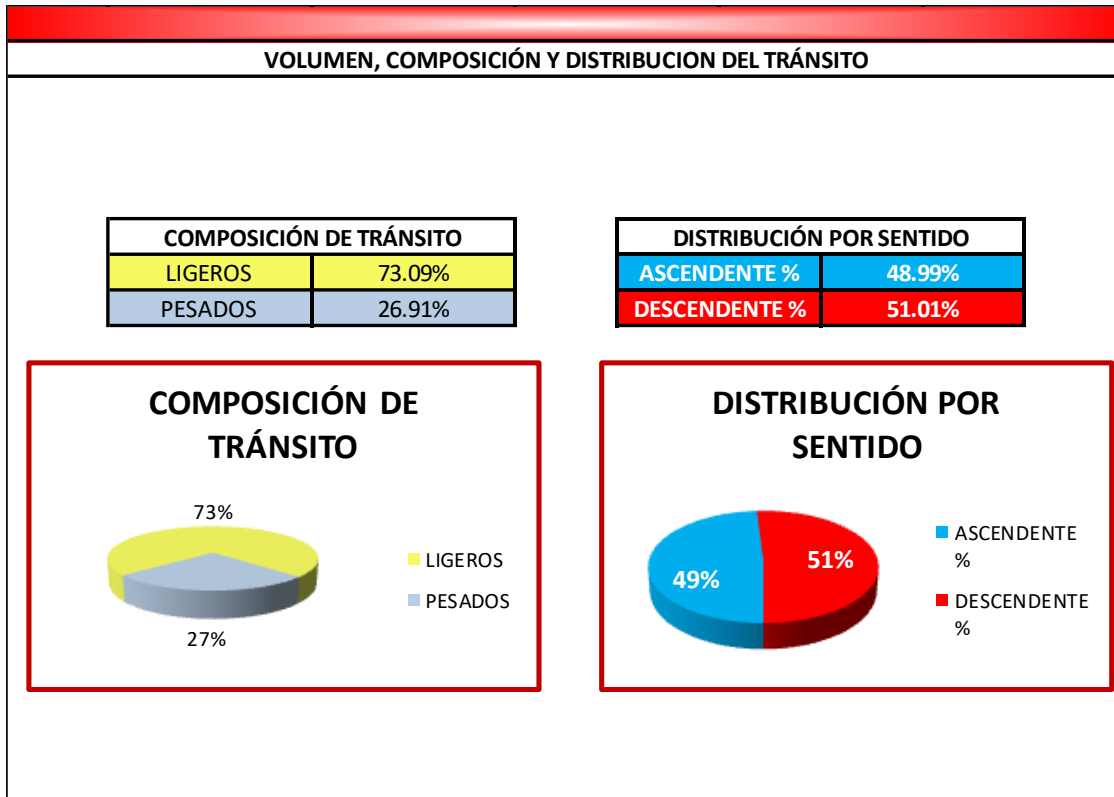


Figura 28. Representación gráfica de la composición y distribución del tránsito.
Fuente: Elaboración propia.

3.6.2. Cálculo del nivel de servicio según la metodología HCM 2010.

Para la presente investigación se efectuó el análisis y estudio de la carretera que presenta características particulares deficientes como lo son el diseño geométrico que influye negativamente en las velocidades de los vehículos y por ende afecta el nivel de servicio, para el estudio se tuvo que dividir la zona de estudio en tres tramos estdo debido a la variación de las pendientes longitudinales.

Toda la información y datos fueron recolectados en campo y aquellos a los cuales no tuvimos acceso fueron proporcionados por la metodología extraídos de las tablas y metodología descrita en el Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010) para el cálculo de niveles de servicio en carreteras de dos carriles, en algunos de los casos se requiere interpolar los valores de las tablas.

Para hallar los valores definitivos para cada tramo.



Cabe resaltar que la metodología del HCM 2010 no está disponible en unidades del sistema internacional de medidas SI, es por eso que en los cálculos se procedió a realizar equivalencias al sistema adoptado por el manual que es el sistema tradicional de los Estados Unidos (unidades utilizadas en el HCM 2010); medida conveniente para realizar los cálculos, al encontrar los valores de las tablas y datos de entrada en unidades norteamericanas y no incurrir en un error acumulativo por la conversión.

CALCULO DE NIVEL SERVICIO (METODOLOGIA HCM 2010)			
TRAMO: <u>TRAMO I</u>	COMPROBADO POR: H.CH.CH y K.C.G		
ESTACION: <u>0+000.00 - 13+400.00</u>	HORA: <u>06:45-09:45</u>		
SENTIDO: <u>ASCENDENTE/DESCENDENTE</u>	FECHA: <u>03/07/2018</u>		
CARRETERA: <u>URCOS/CCATCCA</u>	DIA: <u>VIERNES</u>		

a) Datos de entrada.

ancho de berma		2	ft
ancho de carril		10	ft
ancho de carril		10	ft
ancho de berma		2	ft

Longitud del tramo	L	13.4 Km		
		8.3	mi	

Volumen de demanda	V	101	veh/h	
Distribucion direccional (durante el periodo de analisis)		50%		ASCENSO
		50%		DESCENSO

Factor de Hora Pico	PHF	0.82		
% Vehiculo pesados en el flujo vehicular	P_T	27%		
% Rvs en el flujo vehicular	P_R	0%		
% de zonas de no rebase	P_{ZPP1}	80%		ASCENSO
	P_{ZPP2}	80%		DESCENSO
Velocidad de flujo libre media	FFS₁	26	mi/h	
	FFS₂	34	mi/h	
pendiente del tramo carretera tipo I		7%		

se realiza el analisis en ambos sentidos (direccion) ascendente y descendente del transito vehicular de la carretera.

b) determinacion de la velocidad de flujo libre(FFS)

Se realizó la medición directa de campo en el tramo de carretera. Las medidas se tomaron en ambas direcciones, separando las mediciones en cada dirección. Cada medición direccional se basa en una muestra aleatoria de 100 velocidades de vehículos. El FFS puede medirse directamente como la velocidad media bajo condiciones de baja demanda (es decir, Cuando el flujo vehicular en ambos sentidos es menor o igual a 200 veh/h), como ocurre en el caso del presente estudio.

FFS1 = mi/h FFS2 = mi/h

c) Ajuste al volumen de demanda por velocidad promedio de desplazamiento (ATS).

Direccion 1 (Ascendente)				
Volumen de demanda	V₁	51	veh/h	
Tasa de flujo de demanda en una direcc	V_{vph}	62	veh/h	
Factor de ajuste por pendiente(ATS)	fg.ATS1	0.33	Tabla N°5	



CALCULO DE NIVEL SERVICIO (METODOLOGIA HCM 2010)

TRAMO: <u>TRAMO I</u>	COMPROBADO POR: H.CH.CH y K.C.G
ESTACION: <u>0+000.00 - 13+400.00</u>	HORA: <u>06:45-09:45</u>
SENTIDO: <u>ASCENDENTE/DESCENDENTE</u>	FECHA: <u>03/07/2018</u>
CARRETERA: <u>URCOS/CCATCCA</u>	DIA: <u>VIERNES</u>

Equivalente de vehiculos de pasajeros por vehiculos pesado

Factor de ajuste por vehiculos pesados

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

$E_T =$ 15.400 Tabla N°6

$$f_{HV,ATS1} =$$
 0.203

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

$V_{1,ATS} =$ 917 pc/h

Direccion 2 (Descendente)

Volumen de demanda

Tasa de flujo de demanda en una direcc Vvph

Factor de ajuste por pendiente(ATS)

$V_2 =$ 51 veh/h

$V_{vph} =$ 62 veh/h

$f_{g,ATS1} =$ 0.33 Tabla N°5

Equivalente de vehiculos de pasajeros por vehiculos pesado

Factor de ajuste por vehiculos pesados

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

$E_T =$ 15.400 Tabla N°6

$$f_{HV,ATS2} =$$
 0.203

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

$V_{2,ATS} =$ 917 pc/h

d) Calculo de velocidad de desplazamiento promedio(ATS).

Direccion 1(Ascenso)

Interpolacion para factor de ajuste de zonas de no rebase

V1,ATS (veh/h)	Factor para FFS (mi/h) = <=45		
	60	80	100
800	0.8	1.0	1.2
917		0.91	
1000	0.6	0.9	1.1



CALCULO DE NIVEL SERVICIO (METODOLOGIA HCM 2010)																				
TRAMO: <u>TRAMO I</u> ESTACION: <u>0+000.00 - 13+400.00</u> SENTIDO: <u>ASCENDENTE/DESCENDENTE</u> CARRETERA: <u>URCOS/CCATCCA</u>	COMPROBADO POR: <u>H.CH.CH y K.C.G</u> HORA: <u>06:45-09:45</u> FECHA: <u>03/07/2018</u> DIA: <u>VIERNES</u>																			
Factor de ajuste para determinar el porcentaje de zonas de no rebase	$f_{np,ATS} = $ 0.91 Tabla N° 7																			
Calculo de velocidad promedio (ATS)	$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$ $ATS1 = $ 10.85 mi/h																			
<hr/> Direccion 1(Descendente) <hr/> Interpolacion para factor de ajuste de zonas de no rebase																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">V2,ATS (veh/h)</th> <th colspan="3">Factor para FFS (mi/h) = <=45</th> </tr> <tr> <th>60</th> <th>80</th> <th>100</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>800</td> <td>0.8</td> <td>1.0</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>917</td> <td></td> <td>0.91</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>0.6</td> <td>0.9</td> <td>1.1</td> </tr> </tbody> </table>	V2,ATS (veh/h)	Factor para FFS (mi/h) = <=45			60	80	100	800	0.8	1.0	1.2	917		0.91		1000	0.6	0.9	1.1	
V2,ATS (veh/h)		Factor para FFS (mi/h) = <=45																		
	60	80	100																	
800	0.8	1.0	1.2																	
917		0.91																		
1000	0.6	0.9	1.1																	
Factor de ajuste para determinar el porcentaje de zonas de no rebase	$f_{np,ATS} = $ 0.91 Tabla N° 7																			
Calculo de velocidad promedio (ATS)	$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$ $ATS2 = $ 18.9 mi/h																			
e) Ajuste al volumen de demanda por porcentaje de demoras siguiendo (PTSF)																				
<hr/> Direccion 2(Ascendente) <hr/>																				
Volumen de demanda V_1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 50%;">51</td> <td>veh/h</td> </tr> <tr> <td>62</td> <td>veh/h</td> </tr> <tr> <td>1.00</td> <td>Tabla N°9</td> </tr> </table>	51	veh/h	62	veh/h	1.00	Tabla N°9													
51	veh/h																			
62	veh/h																			
1.00	Tabla N°9																			
Tasa de flujo de demanda en una direcc V_{vph}																				
Factor de ajuste por pendiente(PTSF) $f_{g,PTSF1}$																				
$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$																				
Equivalente de vehiculos de pasajeros por vehiculos pesado	$E_T = $ 5.00 Tabla N°10																			



CALCULO DE NIVEL SERVICIO (METODOLOGIA HCM 2010)

TRAMO: TRAMO I

ESTACION: 0+000.00 - 13+400.00

SENTIDO: ASCENDENTE/DESCENDENTE

CARRETERA: URCOS/CCATCCA

COMPROBADO POR: H.CH.CH y K.C.G

HORA: 06:45-09:45

FECHA: 03/07/2018

DIA: VIERNES

Factor de ajuste por vehiculos pesados

$$f_{HV,PTSF} = \boxed{0.479}$$

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

$$V_{1,PTSF} = \boxed{129} \text{ pc/h}$$

Direccion 2(Descendente)

Volumen de demanda	V₂	51	veh/h
Tasa de flujo de demanda en una direcc	V_{vph}	62	veh/h
Factor de ajuste por pendiente(PTSF)	f_{g,PTSF2}	1.00	Tabla N°9

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Equivalente de vehiculos de pasajeros por vehiculos pesado

$$E_T = \boxed{5.00} \text{ Tabla N°10}$$

Factor de ajuste por vehiculos pesados

$$f_{HV,PTSF} = \boxed{0.479}$$

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

$$V_{2,PTSF} = \boxed{129} \text{ pc/h}$$

f) calculo del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF).

Direccion 1(Ascendente)

Interpolando para los exponentes a y b.

V _{1,PTSF} (veh/h)	a	b
<= 200	-0.0014	0.973
400	-0.0022	0.923
600	-0.0033	0.87

Tabla N°13

Calculo del porcentaje de demora siguiendo basica.

$$BPTSF_d = 100[1 - \exp(av_d^b)]$$

$$BPTSF_1 = \boxed{14.6} \%$$

Direccion 2(Descendente)

Interpolando para los exponentes a y b.

CALCULO DE NIVEL SERVICIO (METODOLOGIA HCM 2010)			
TRAMO: <u>TRAMO I</u>	COMPROBADO POR: H.CH.CH y K.C.G		
ESTACION: <u>0+000.00 - 13+400.00</u>	HORA: <u>06:45-09:45</u>		
SENTIDO: <u>ASCENDENTE/DESCENDENTE</u>	FECHA: <u>03/07/2018</u>		
CARRETERA: <u>URCOS/CCATCCA</u>	DIA: <u>VIERNES</u>		
	V1,PTSF (veh/h)	a	b
	<= 200	-0.0014	0.973
	400	-0.0022	0.923
	600	-0.0033	0.87
	Tabla N°13		
Calculo del porcentaje de demora siguiendo basica.			
$BPTSF_j = 100[1 - \exp(av_j^2)]$			
BPTSF ₂ = 14.6 %			
Volumen de demanda total: 128.6 + 128.6 = 257.1 pc/h			
Interpolacion para el factor de ajuste del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF) por el porcentaje de zonas de no rebase (f _{np,PTSF}).			
	ZONAS DE NO REBASE		
	DIST. DIRECCIONAL 50/50		
	60	80	100
<=	200	49.4	51.00
	257	54.63	52.6
	400	61.6	63.70
		65.8	
Factor de ajuste del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF) por el porcentaje de zonas de no rebase			
f _{np,PTSF} = 54.63 Tabla N° 12			
Direccion 1 (Ascendente)			
$PTSF_d = BPTSF_d + f_{np,PTSF} \left(\frac{v_{d,PTSF}}{v_{d,PTSF} + v_{n,PTSF}} \right)$			
Determinacion del porcentaje de tiempo perdido por viaje en piloton.			
PTSF1 = 41.9 %			
Direccion 2 (Descendente)			
$PTSF_d = BPTSF_d + f_{np,PTSF} \left(\frac{v_{d,PTSF}}{v_{d,PTSF} + v_{n,PTSF}} \right)$			
Determinacion del porcentaje de tiempo perdido por viaje en piloton.			
PTSF2 = 41.9 %			
NIVEL DE SERVICIO			



CALCULO DE NIVEL SERVICIO (METODOLOGIA HCM 2010)

TRAMO: <u>TRAMO II</u>	COMPROBADO POR: <u>H.CH.CH y K.C.G</u>
ESTACION: <u>13+400.00 - 16+900.00</u>	HORA: <u>09:45-12:45</u>
SENTIDO: <u>ASCENDENTE/DESCENDENTE</u>	FECHA: <u>03/07/2018</u>
CARRETERA: <u>URCOS/CCATCCA</u>	DIA: <u>VIERNES</u>

a) Datos de entrada.

ancho de berma	2 ft
←	ancho de carril
	10 ft
→	ancho de carril
	10 ft
ancho de berma	2 ft

Longitud del tramo	L	3.5 Km 2.2 mi		
Volumen de demanda	V	101 veh/h		
Distribucion direccional (durante el periodo de analisis)		50% ← ASCENSO 50% → DESCENSO		
Factor de Hora Pico	PHF	0.82		
% Vehiculo pesados en el flujo vehicular	P _t	27%		
% Rvs en el flujo vehicular	P _r	0%		
% de zonas de no rebase	P _{ZPP1}	54% ← ASCENSO		
	P _{ZPP2}	60% → DESCENSO		
Velocidad de flujo libre media	FFS ₁	30 mi/h ←		
	FFS ₂	42 mi/h →		
pendiente del tramo		5%		
carretera tipo I				

se realiza el analisis en ambos sentidos (direccion) ascendente y descendente del transito vehicular de la carretera.

b) determinacion de la velocidad de flujo libre(FFS)

Se realizó la medición directa de campo en el tramo de carretera. Las medidas se tomaron en ambas direcciones, separando las mediciones en cada dirección. Cada medición direccional se basa en una muestra aleatoria de 100 velocidades de vehículos. El FFS puede medirse directamente como la velocidad media bajo condiciones de baja demanda (es decir, Cuando el flujo vehicular en ambos sentidos es menor o igual a 200 veh/h), como ocurre en el caso del presente estudio.

FFS₁ = 30 mi/h FFS₂ = 42 mi/h

c) Ajuste al volumen de demanda por velocidad promedio de desplazamiento (ATS).

Direccion 1 (Ascendente)		
Volumen de demanda	V ₁	51 veh/h
Tasa de flujo de demanda en una direccion	V _{vph}	62 veh/h
Factor de ajuste por pendiente(ATS)	fg _{ATS1}	0.51 Tabla N°5



CALCULO DE NIVEL SERVICIO (METODOLOGIA HCM 2010)

TRAMO: TRAMO II
ESTACION: 13+400.00 - 16+900.00
SENTIDO: ASCENDENTE/DESCENDENTE
CARRETERA: URCOS/CCATCCA

COMPROBADO POR: H.CH.CH y K.C.G
HORA: 09:45-12:45
FECHA: 03/07/2018
DIA: VIERNES

Interpolacion fg.ATS1

Table with 2 columns: L(mi), Factor. Values: (2, 0.51), (2.2, 0.51), (3, 0.51)

f_HV,ATS = 1 / (1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1))

Equivalente de vehiculos de pasajeros por vehiculos pesado

E_T = 12.180 Tabla N°6

Interpolacion ET

Table with 2 columns: L(mi), Factor. Values: (2, 11.8), (2.2, 12.180), (3, 13.7)

f_HV,ATS1 = 0.248

Factor de ajuste por vehiculos pesados

v_i,ATS = V_i / (PHF * f_g,ATS * f_HV,ATS)

V_1,ATS = 488 pc/h

Direccion 2 (Descendente)

Table with 2 columns: Variable, Value. Rows: (V2, 50.5 veh/h), (Vvph, 62 veh/h), (fg.ATS1, 0.51 Tabla N°5)

Interpolacion fg.ATS1

Table with 2 columns: L(mi), Factor. Values: (2, 0.51), (2.2, 0.51), (3, 0.51)

f_HV,ATS = 1 / (1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1))



CALCULO DE NIVEL SERVICIO (METODOLOGIA HCM 2010)

TRAMO: <u>TRAMO II</u> ESTACION: <u>13+400.00 - 16+900.00</u> SENTIDO: <u>ASCENDENTE/DESCENDENTE</u> CARRETERA: <u>URCOS/CCATCCA</u>	COMPROBADO POR: <u>H.CH.CH y K.C.G</u> HORA: <u>09:45-12:45</u> FECHA: <u>03/07/2018</u> DIA: <u>VIERNES</u>
---	---

Equivalente de vehiculos de pasajeros por vehiculos pesado $E_T = \boxed{12.180}$ Tabla N°6

Interpolacion ET

L(mi)	Factor
2	11.8
2.2	12.180
3	13.7

Factor de ajuste por vehiculos pesados $f_{HV,ATS2} = \boxed{0.248}$

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{s,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

$V_{2,ATS} = \boxed{488}$ pc/h

d) Calculo de velocidad de desplazamiento promedio(ATS).

Direccion 1(Ascenso)

Interpolacion para factor de ajuste de zonas de no rebase

V _{2,ATS} (veh/h)	Factor para FFS (mi/h) = <=45		
	40	54	60
400	0.5	1.6	2
488		1.31	
600	0.3	1.0	1.3

Factor de ajuste para determinar el porcentaje de zonas de no rebase

Interpolacion f_{np,ATS}

L(mi)	Factor
400	1.55
488	1.31
600	1.00

$f_{np,ATS} = \boxed{1.31}$ Tabla N° 7

Calculo de velocidad promedio (ATS)

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

$ATS1 = \boxed{21.12}$ mi/h



CALCULO DE NIVEL SERVICIO (METODOLOGIA HCM 2010)

TRAMO: <u>TRAMO III</u> ESTACION: <u>16+900.00 - 23+900.00</u> SENTIDO: <u>ASCENDENTE/DESCENDENTE</u> CARRETERA: <u>URCOS/CCATCCA</u>	COMPROBADO POR: <u>H.CH.CH y K.C.G</u> HORA: <u>13:45-15:45</u> FECHA: <u>03/07/2018</u> DIA: <u>VIERNES</u>
--	---

a) Datos de entrada.

ancho de berma	2	ft
← ancho de carril	10	ft
→ ancho de carril	10	ft
ancho de berma	2	ft

Longitud del tramo	L	7 Km 4.3 mi	
Volumen de demanda	V	101 veh/h	
Distribucion direccional (durante el periodo de analisis)		50% ← ASCENSO 50% → DESCENSO	
Factor de Hora Pico	PHF	0.82	
% Vehiculo pesados en el flujo vehicular	P_T	27%	
% Rvs en el flujo vehicular	P_R	0%	
% de zonas de no rebase	P_{ZPP1}	38% ← ASCENSO	
	P_{ZPP2}	37% → DESCENSO	
Velocidad de flujo libre media	FFS₁	36 mi/h ←	
	FFS₂	25 mi/h →	
pendiente del tramo		7%	
carretera tipo I			

se realiza el analisis en ambos sentidos, ascendente y descendente del transito vehicular de la carretera.

b) determinacion de la velocidad de flujo libre(FFS)

Se realizó la medición directa de campo en el tramo de carretera. Las medidas se tomaron en ambas direcciones, separando las mediciones en cada dirección. Cada medición direccional se basa en una muestra aleatoria de 100 velocidades de vehiculos El FFS puede medirse directamente como la velocidad media bajo condiciones de baja demanda (es decir, Cuando el flujo vehicular en ambos sentidos es menor o Igual a 200 veh/h), como ocurre en el caso del presente estudio.

FFS₁ = 36 mi/h FFS₂ = 25 mi/h

c) Ajuste al volumen de demanda por velocidad promedio de desplazamiento (ATS).

Direccion 1 (Ascendente)			
Volumen de demanda	V_i	51	veh/h
Tasa de flujo de demanda en una direccion	V_{vph}	62	veh/h
Factor de ajuste por pendiente(ATS)	fg.ATS1	0.33	Tabla N°5



CALCULO DE NIVEL SERVICIO (METODOLOGIA HCM 2010)

TRAMO: TRAMO III
ESTACION: 16+900.00 - 23+900.00
SENTIDO: ASCENDENTE/DESCENDENTE
CARRETERA: URCOS/CCATCCA

COMPROBADO POR: H.CH.CH y K.C.G
HORA: 13:45-15:45
FECHA: 03/07/2018
DIA: VIERNES

f_HV,ATS = 1 / (1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1))

Equivalente de vehiculos de pasajeros por vehiculos pesado

E_T = 15.400 Tabla N°6

Factor de ajuste por vehiculos pesados

f_HV,ATS1 = 0.203

v_i,ATS = V_i / (PHF * f_g,ATS * f_HV,ATS)

V_1,ATS = 917 pc/h

Direccion 2 (Descendente)

Volumen de demanda

V_2 = 51 veh/h

Tasa de flujo de demanda en una direccion

V_vph = 62 veh/h

Factor de ajuste por pendiente(ATS)

f_g,ATS1 = 0.33 Tabla N°5

f_HV,ATS = 1 / (1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1))

Equivalente de vehiculos de pasajeros por vehiculos pesado

E_T = 15.400 Tabla N°6

Interpolacion ET table with columns L(mi) and Factor, rows 1, 1.2, 1.5

Factor de ajuste por vehiculos pesados

f_HV,ATS2 = 0.203

v_i,ATS = V_i / (PHF * f_g,ATS * f_HV,ATS)

V_2,ATS = 917 pc/h

d) Calculo de velocidad de desplazamiento promedio(ATS).



CALCULO DE NIVEL SERVICIO (METODOLOGIA HCM 2010)

TRAMO: TRAMO III COMPROBADO POR: H.CH.CH y K.C.G
ESTACION: 16+900.00 - 23+900.00 HORA: 13:45-15:45
SENTIDO: ASCENDENTE/DESCENDENTE FECHA: 03/07/2018
CARRETERA: URCOS/CCATCCA DIA: VIERNES

Direccion 1(Ascenso)

Interpolacion para factor de ajuste de zonas de no rebase

Table with 4 columns: V1,ATS (veh/h), Factor para FFS (mi/h) =, and <=45. Rows include values for 800, 917, and 1000 vehicles per hour.

Factor de ajuste para determinar el porcentaje de zonas de no rebase

fnp.ATS = 0.64 Tabla N° 7

Calculo de velocidad promedio (ATS)

ATS_d = FFS - 0.00776(v_d,ATS + v_o,ATS) - fnp,ATS

ATS1 = 21.12 mi/h

Direccion 1(Ascendente)

Interpolacion para factor de ajuste de zonas de no rebase

Table with 4 columns: V2,ATS (veh/h), Factor para FFS (mi/h) =, and <=45. Rows include values for 800, 917, and 1000 vehicles per hour.

Factor de ajuste para determinar el porcentaje de zonas de no rebase

fnp.ATS = 0.63 Tabla N° 7

Calculo de velocidad promedio (ATS)

ATS_d = FFS - 0.00776(v_d,ATS + v_o,ATS) - fnp,ATS

ATS2 = 10.1 mi/h

e) Ajuste al volumen de demanda por porcentaje de demoras siguiendo (PTSF)

Direccion 2(Descendente)

Volumen de demanda

Table with 3 columns: V1, 51, veh/h



CALCULO DE NIVEL SERVICIO (METODOLOGIA HCM 2010)

TRAMO: <u>TRAMO III</u>	COMPROBADO POR: <u>H.CH.CH y K.C.G</u>
ESTACION: <u>16+900.00 - 23+900.00</u>	HORA: <u>13:45-15:45</u>
SENTIDO: <u>ASCENDENTE/DESCENDENTE</u>	FECHA: <u>03/07/2018</u>
CARRETERA: <u>URCOS/CCATCCA</u>	DIA: <u>VIERNES</u>

Tasa de flujo de demanda en una direccion	Vvph	62	veh/h
Factor de ajuste por pendiente(PTSF)	f _{g,PTSF1}	1.00	Tabla N°9

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Equivalente de vehiculos de pasajeros por vehiculos pesado

E_T = 5.00 Tabla N°10

Factor de ajuste por vehiculos pesados

f_{HV,PTSF} = 0.479

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{S,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

V_{1,PTSF} = 129 pc/h

Direccion 2(Descendente)

Volumen de demanda	V ₂	51	veh/h
Tasa de flujo de demanda en una direccion	Vvph	62	veh/h
Factor de ajuste por pendiente(PTSF)	f _{g,PTSF2}	1.00	Tabla N°9

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Equivalente de vehiculos de pasajeros por vehiculos pesado

E_T = 5.00 Tabla N°10

Factor de ajuste por vehiculos pesados

f_{HV,PTSF} = 0.479

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{S,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

V_{2,PTSF} = 129 pc/h

f) calculo del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF).

Direccion 1(Ascendente)

Interpolando para los exponentes a y b.

V1,PTSF (veh/h)	a	b	
<= 200	-0.0014	0.973	Tabla N°13
400	-0.0022	0.923	
600	-0.0033	0.87	

CALCULO DE NIVEL SERVICIO (METODOLOGIA HCM 2010)

TRAMO: <u>TRAMO III</u>	COMPROBADO POR: <u>H.CH.CH y K.C.G</u>
ESTACION: <u>16+900.00 - 23+900.00</u>	HORA: <u>13:45-15:45</u>
SENTIDO: <u>ASCENDENTE/DESCENDENTE</u>	FECHA: <u>03/07/2018</u>
CARRETERA: <u>URCOS/CCATCCA</u>	DIA: <u>VIERNES</u>

Calculo del porcentaje de demora siguiendo basica.

$$BPTSF_d = 100[1 - \exp(-av_d^b)]$$

BPTSF₁ = 14.6 %

Direccion 2(Descendente)

Interpolando para los exponentes a y b.

V1,PTSF (veh/h)	a	b	Tabla N°13
<= 200	-0.0014	0.973	
400	-0.0022	0.923	
600	-0.0033	0.87	

Calculo del porcentaje de demora siguiendo basica.

$$BPTSF_d = 100[1 - \exp(-av_d^b)]$$

BPTSF₁ = 14.6 %

Volumen de demanda total: 128.6 + 128.6 = 257.1 pc/h

Interpolacion para el factor de ajuste del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF) por el porcentaje de zonas de no rebase (f_{np,PTSF}).

Vol. Total (pc/h)	ZONAS DE NO REBASE			<=
	DIST. DIRECCIONAL 50/50			
	20	38	40	
200	29.2	41.98	43.4	#
257	45.09			
400	41	52.88	54.2	

Vol. Total (pc/h)	ZONAS DE NO REBASE			<=
	DIST. DIRECCIONAL 50/50			
	20	37	#	
200	29.2	41.27	#	
257	44.40			
400	41	52.22	#	

Factor de ajuste del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF) por el porcentaje de zonas de no rebase

f_{np,PTSF1} = 45.09 Tabla N° 12

f_{np,PTSF2} = 44.40 Tabla N° 12

Direccion 1 (Ascendente)

$$PTSF_d = BPTSF_d + f_{np,PTSF} \left(\frac{v_{d,PTSF}}{v_{d,PTSF} + v_{e,PTSF}} \right)$$

PTSF₁ = 37.2 %

Determinacion del porcentaje de tiempo perdido por viaje en piloton.



CALCULO DE NIVEL SERVICIO (METODOLOGIA HCM 2010)

TRAMO: <u>TRAMO III</u>	COMPROBADO POR: <u>H.CH.CH y K.C.G</u>
ESTACION: <u>16+900.00 - 23+900.00</u>	HORA: <u>13:45-15:45</u>
SENTIDO: <u>ASCENDENTE/DESCENDENTE</u>	FECHA: <u>03/07/2018</u>
CARRETERA: <u>URCOS/CCATCCA</u>	DIA: <u>VIERNES</u>

Direccion 2(Descendente)

$$PTSF_d = BPTSF_d + f_{mp,PTSF} \left(\frac{v_{d,PTSF}}{v_{d,PTSF} + v_{o,PTSF}} \right)$$

Determinacion del porcentaje de tiempo perdido por viaje en piloton. PTSF2 = %

NIVEL DE SERVICIO

LOS	Class I Highways		Class II Highways	Class III Highways
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	PTSF (%)	PFFS (%)
A	>55	≤35	≤40	>91.7
B	>50-55	>35-50	>40-55	>83.3-91.7
C	>45-50	>50-65	>55-70	>75.0-83.3
D	>40-45	>65-80	>70-85	>66.7-75.0
E	≤40	>80	>85	≤66.7

Direccion 1 ascendente	Direccion 2 descendente
ATS1 = <input style="width: 50px;" type="text" value="21.1"/>	ATS2 = <input style="width: 50px;" type="text" value="10.1"/> mi/h
PTSF1 = <input style="width: 50px;" type="text" value="37.2"/>	PTSF2 = <input style="width: 50px;" type="text" value="33.2"/> %

Se toma el peor valor como el nivel servicio prevaleciente en el sentido de analisis

NIVEL DE SERVICIO 1 = E

Se toma el peor valor como el nivel servicio prevaleciente en el sentido de analisis

NIVEL DE SERVICIO 2 = E

El Nivel de Servicio del Tramo en condiciones prevalecientes de la via es

NIVEL DE SERVICIO 1,2 = E

El valor del nivel de servicio en el tramo III en cada direccion (ascendente E y descendente E),asi como el valor del nivel de servicio en ambos direcciones (E), para las condiciones prevalecientes de la carretera, son indicativos de que la operacion de la via se encuentra en su capacidad vial, en una situacion de equilibrio limite, entre las caracteristicas de transito y caracteristicas geometricas.

3.6.3 Modelamiento del tráfico actual del tramo sin modificaciones y con modificaciones (PTV VISSIM V.09).

Este procedimiento consistió en simular el tráfico de la carretera en el software PTV VISSIM con los datos actuales obtenidos en fichas, tales como la geometría de la carretera y sus características físicas, composición de tráfico, velocidades a lo largo del tramo y la reducción de velocidades en curvas (se usaron las velocidades en curvas del f-05 como restricciones de una velocidad uniforme) hasta que realmente se pudo calibrar el modelamiento con el tráfico real, para luego poder plantear variaciones sustanciales en la carretera (realizar una variante a la carretera) para que ayuden a mejorar el tiempo de viaje y por lo tanto incrementar la velocidad, esto gracias a que las variaciones contarán con tangentes más grandes que permitan el sobrepaso entre vehículos.

Para obtener resultados primero se modeló la carretera sin ninguna modificación geométrica para poder calibrar el software y que el modelo no difiera mucho del comportamiento de la carretera en la vida real.

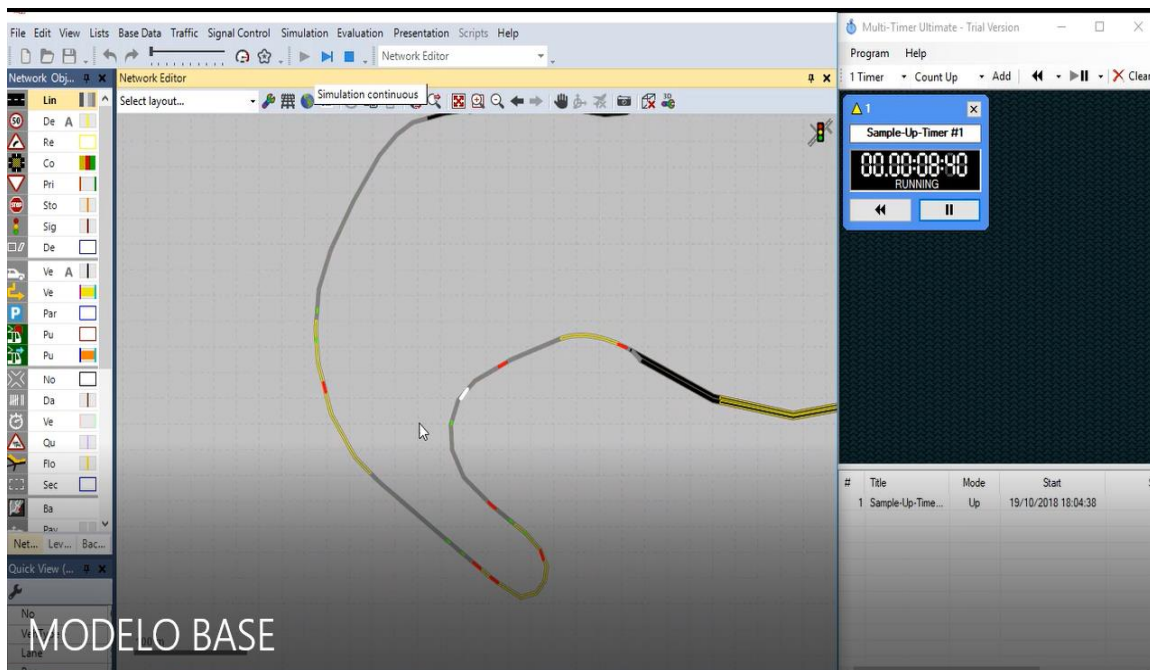


Figura 29. Modelamiento del comportamiento del tránsito para la modificación I.
Fuente: Elaboración propia.

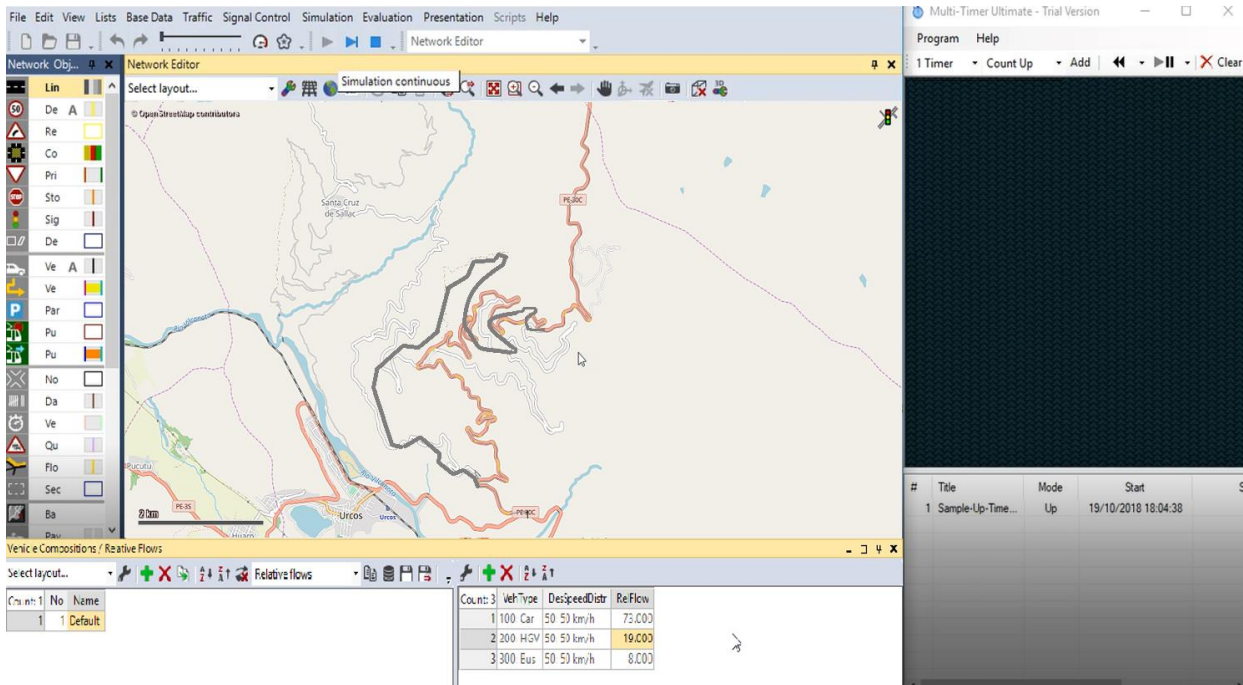


Figura 30. Modelamiento del comportamiento del tránsito para la modificación II.
 Fuente: Elaboración propia.

Con el modelo ya calibrado en el software se procederá a realizar modificaciones a la geometría de la carretera o realizar algunas variantes que nos ayuden a incrementar la velocidad creando opciones diferentes que nos ayuden a mejorar el nivel de servicio y que a la vez no incrementen mucho el presupuesto optando por llevar las variaciones con los cuidados respectivos en cuanto a movimiento de tierras y cuidando las pendientes.

De los modelamientos se obtuvo la siguiente información:

SIN MODIFICACIONES		1° MODIFICACIONES		2° MODIFICACIONES	
DISTANCIA	23.5 Km	DISTANCIA	23.5 Km	DISTANCIA	20 Km
TIEMPO	00:27:05	TIEMPO	00:21:16	TIEMPO	00:13:16
Velocidad Promedio	56.21 Km/h 33 mi/h	Velocidad Promedio	66.30 Km/h 42 mi/h	Velocidad Promedio	90.45 Km/h 56 mi/h

Figura 31. Comparación de resultados de los modelamientos.
 Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33

Variación de los tiempos de recorrido con y sin modificaciones del tramo.

Variación del tiempo de recorrido con y sin modificaciones			
Distancia	Tiempo acumulado sin modificaciones	Tiempo acumulado modificación I	Tiempo acumulado modificación II
0	00:00:00	00:00:00	00:00:00
500	00:00:38	00:00:38	00:00:23
1000	00:01:09	00:01:09	00:00:35
1500	00:01:44	00:01:44	00:00:50
2000	00:02:24	00:02:26	00:01:13
2500	00:03:03	00:03:05	00:01:31
3000	00:03:48	00:03:50	00:01:52
3500	00:04:23	00:04:25	00:02:15
4000	00:04:55	00:04:57	00:02:31
4500	00:05:29	00:05:11	00:02:47
5000	00:06:03	00:05:25	00:03:01
5500	00:06:37	00:05:37	00:03:19
6000	00:07:14	00:05:49	00:03:33
6500	00:07:48	00:06:03	00:03:48
7000	00:08:32	00:06:45	00:04:09
7500	00:09:11	00:07:17	00:04:26
8000	00:09:50	00:07:47	00:04:47
8500	00:10:24	00:08:16	00:04:57
9000	00:11:00	00:08:46	00:05:13
9500	00:11:35	00:09:14	00:05:30
10000	00:12:10	00:09:44	00:05:48
10500	00:12:49	00:10:10	00:06:02
11000	00:13:26	00:10:33	00:06:21
11500	00:14:10	00:11:04	00:06:43
12000	00:14:46	00:11:26	00:07:01
12500	00:15:27	00:11:52	00:07:22
13000	00:16:03	00:12:27	00:07:37
13500	00:16:36	00:12:54	00:07:56
14000	00:17:09	00:13:19	00:08:17
14500	00:17:43	00:13:48	00:08:35
15000	00:18:15	00:14:14	00:08:41
15500	00:18:47	00:14:46	00:09:13
16000	00:19:16	00:15:13	00:09:42
16500	00:19:46	00:15:43	00:10:05
17000	00:20:11	00:16:06	00:10:30
17500	00:20:47	00:16:28	00:10:53
18000	00:21:21	00:16:52	00:11:19
18500	00:22:09	00:17:14	00:11:47
19000	00:22:57	00:17:40	00:12:18
19500	00:23:37	00:18:01	00:12:46
20000	00:24:07	00:18:25	00:13:16
20500	00:24:39	00:18:51	
21000	00:25:00	00:19:15	
21500	00:25:27	00:19:42	
22000	00:25:53	00:20:08	
22500	00:26:19	00:20:30	
23000	00:26:43	00:20:54	
23500	00:27:05	00:21:16	

Nota: los datos que aquí se muestran son resultados obtenidos del modelamiento con el software PTV Vissim v.09 previa calibración en campo.

Fuente:(Elaboración propia).



Con estos datos obtenidos en la simulación procederemos a calcular el nivel de servicio.

CALCULO DE NIVEL SERVICIO (METODOLOGIA HCM 2010)

TRAMO: TRAMO MODIFICADO

ESTACION: 1+020-11+243.67

SENTIDO: ASCENDENTE/DESCENDENTE

CARRETERA: URCOS/CCATCCA

COMPROBADO POR: H.CH.CH y K.C.G

HORA: 06:45-09:45

FECHA: 03/05/2019

DIA: VIERNES

a) Datos de entrada.

ancho de berma		3 ft
← ancho de carril		11 ft
→ ancho de carril		11 ft
ancho de berma		3 ft

Longitud del tramo	L	10.2 Km 6.4 mi	
Volumen de demanda	V	101 veh/h	
Distribucion direccional (durante el periodo de analisis)		50% ← ASCENSO	
		50% → DESCENSO	
Factor de Hora Pico	PHF	0.82	
% Vehiculo pesados en el flujo vehicular	P _T	27%	
% Rvs en el flujo vehicular	P _R	0%	
% de zonas de no rebase	P _{2PP1}	35%	
	P _{2PP2}	34%	
Velocidad de flujo libre media	FFS ₁	56 mi/h ← ASCENSO	
	FFS ₂	56 mi/h → DESCENSO	
pendiente del tramo		7.1%	
carretera tipo I			

b) determinación de la velocidad de flujo libre(FFS)

FFS₁ = 56 mi/h FFS₂ = 56 mi/h

c) Ajuste al volumen de demanda por velocidad promedio de desplazamiento (ATS).

Direccion 1 (Ascendente)

Volumen de demanda	V ₁	51 veh/h	
Tasa de flujo de demanda en una direccion	V _{vph}	62.195122 veh/h	
Factor de ajuste por pendiente(ATS)	f _{g,ATS1}	0.33	

$$f_{IV,ATS} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Equivalente de vehiculos de pasajeros por vehiculos pesado	E _T	15.400	
--	----------------	--------	--

DERECHOS DE AUTOR RESERVADOS



CALCULO DE NIVEL SERVICIO (METODOLOGIA HCM 2010)

TRAMO: <u>TRAMO MODIFICADO</u> ESTACION: <u>1+020-11+243.67</u> SENTIDO: <u>ASCENDENTE/DESCENDENTE</u> CARRETERA: <u>URCOS/CCATCCA</u>	COMPROBADO POR: <u>H.CH.CH y K.C.G</u> HORA: <u>06:45-09:45</u> FECHA: <u>03/05/2019</u> DIA: <u>VIERNES</u>
---	---

Factor de ajuste por vehiculos pesados $f_{HV,ATS1} =$

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{s,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

$V_{1,ATS} =$ pc/h

Direccion 2 (Descendente)

Volumen de demanda V_2 <input type="text" value="51"/> veh/h Tasa de flujo de demanda en una direccion V_{vph} <input type="text" value="62.195122"/> veh/h Factor de ajuste por pendiente(ATS) $f_{g,ATS1}$ <input type="text" value="0.33"/> Tabla N°4	
--	--

$$f_{HV,ATS} = \frac{1}{1 + P_i(E_r - 1) + P_k(E_k - 1)}$$

Equivalente de vehiculos de pasajeros por vehiculos pesado $E_T =$

Factor de ajuste por vehiculos pesados $f_{HV,ATS2} =$

$$v_{i,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{s,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

$V_{2,ATS} =$ pc/h

d) Calculo de velocidad de desplazamiento promedio(ATS).

Direccion 1(Ascendente)

Interpolacion para factor de ajuste de zonas de no rebase

$V_{2,ATS}$ (veh/h)	Factor para FFS (mi/h) = 50			Factor para FFS (mi/h) = 55		
	20	35	40	20	35	40
800	0.4	0.6	0.6	0.5	0.650	0.7
921		0.46			0.60	
1000	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6

Factor de ajuste para determinar el porcentaje de zonas de no rebase

55	0.46
56	0.43
50	0.60



CALCULO DE NIVEL SERVICIO (METODOLOGIA HCM 2010)

TRAMO: TRAMO MODIFICADO

ESTACION: 1+020-11+243.67

SENTIDO: ASCENDENTE/DESCENDENTE

CARRETERA: URCOS/CCATCCA

COMPROBADO POR: H.CH.CH y K.C.G

HORA: 06:45-09:45

FECHA: 03/05/2019

DIA: VIERNES

fnp.ATS = 0.43

Calculo de velocidad promedio (ATS)

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATS1 = 41.27 mi/h

Direccion 2(Descendente)

Interpolacion para factor de ajuste de zonas de no rebase

V _{l,ATS} (veh/h)	Factor para FFS (mi/h) = 50			Factor para FFS (mi/h) = 55		
	20	34	40	20	34	40
800	0.4	0.5	0.6	0.5	0.640	0.7
921		0.46			0.60	
1000	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6

Factor de ajuste para determinar el porcentaje de zonas de no rebase

Interpolacion fnp.ATS

55	0.46
56	0.43
50	0.60

fnp.ATS = 0.43

Calculo de velocidad promedio (ATS)

$$ATS_d = FFS - 0.00776(v_{d,ATS} + v_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

ATS2 = 41.28 mi/h

e) Ajuste al volumen de demanda por porcentaje de demoras siguiendo (PTSF)

Direccion 1(Ascendente)

Volumen de demanda	V ₁	51	veh/h
Tasa de flujo de demanda en una direccion	V _{vph}	62	veh/h
Factor de ajuste por pendiente(PTSF)	f _{g,PTSF1}	1.00	

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$



CALCULO DE NIVEL SERVICIO (METODOLOGIA HCM 2010)

TRAMO: <u>TRAMO MODIFICADO</u>	COMPROBADO POR: <u>H.CH.CH y K.C.G</u>
ESTACION: <u>1+020-11+243.67</u>	HORA: <u>06:45-09:45</u>
SENTIDO: <u>ASCENDENTE/DESCENDENTE</u>	FECHA: <u>03/05/2019</u>
CARRETERA: <u>URCOS/CCATCCA</u>	DIA: <u>VIERNES</u>

Equivalente de vehiculos de pasajeros por vehiculos pesado $E_T =$ 5.00

Factor de ajuste por vehiculos pesados $f_{HV,PTSF} =$ 0.481

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

$V_{1,PTSF} =$ 129 pc/h

Direccion 2(Descendente)

Volumen de demanda	V_2	51 veh/h
Tasa de flujo de demanda en una direccion	V_{vph}	62.195122 veh/h
Factor de ajuste por pendiente(PTSF)	$f_{g,PTSF2}$	1.00

$$f_{HV,PTSF} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1) + P_R(E_R - 1)}$$

Equivalente de vehiculos de pasajeros por vehiculos pesado $E_T =$ 5.00

Factor de ajuste por vehiculos pesados $f_{HV,PTSF} =$ 0.481

$$v_{i,PTSF} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$$

$V_{2,PTSF} =$ 129 pc/h

f) calculo del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF).

Direccion 1(Ascendente)

Interpolando para los exponentes a y b.

V1,PTSF (veh/h)	a	b
<= 200	-0.0014	0.973
400	-0.0022	0.923
600	-0.0033	0.87

Calculo del porcentaje de demora siguiendo basica. $BPTSF_a = 100[1 - \exp(av^b)]$

$BPTSF1 =$ 14.7 %

Direccion 2(Descendente)

Interpolando para los exponentes a y b.



CALCULO DE NIVEL SERVICIO (METODOLOGIA HCM 2010)

TRAMO: TRAMO MODIFICADO	COMPROBADO POR: H.CH.CH y K.C.G
ESTACION: 1+020-11+243.67	HORA: 06:45-09:45
SENTIDO: ASCENDENTE/DESCENDENTE	FECHA: 03/05/2019
CARRETERA: URCOS/CCATCCA	DIA: VIERNES

V1,PTSF (veh/h)	a	b
<= 200	-0.0014	0.973
400	-0.0022	0.923
600	-0.0033	0.87

Calculo del porcentaje de demora siguiendo basica.

$$BPTSF_d = 100[1 - \exp(av_d^b)]$$

BPTSF1 = 14.7 %

Volumen de demanda total: 129.4 + 129.4 = 258.7 pc/h

Interpolacion para el factor de ajuste del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF) por el porcentaje de zonas de no rebase (fnp,PTSF).

Vol. Total (pc/h)	ZONAS DE NO REBASE					
	50/50			50/50		
	DIST. DIRECCIONAL 50/50			DIST. DIRECCIONAL 50/50		
	20	35	40	20	34	40
200	29.2	39.85	43.4	29.2	39.14	43.4
258.7	43.09			42.40		
400	41	50.9	54.2	41	50.2	54.2

Interpolacion fnp.PTSF.

40	43.09
50	43.44
20	42.40

Factor de ajuste del porcentaje de demoras siguiendo (PTSF) por el porcentaje de zonas de no rebase

fnp.PTSF = 43.4 Tabla N° 13

Direccion 1(Ascendente)

$$PTSF_d = BPTSF_d + f_{np,PTSF} \left(\frac{v_{d,PTSF}}{v_{d,PTSF} + v_{n,PTSF}} \right)$$

Determinacion del porcentaje de tiempo perdido por viaje en piloton.

PTSF1 = 36.4 %

Direccion 2(Decendente)



1° opción, fue eliminar desarrollos que creemos que restringen la velocidad al no existir zonas de rebase o adelantamiento y aumentar variaciones en ciertos tramos con tangentes más largas donde si pueda existir sobre paso, estas modificaciones ayudaran a incrementar la velocidad de viaje, por lo tanto, el tiempo se reducirá, lo cual definitivamente incrementara el nivel de servicio (no llegando a un nivel de servicio deseado), pero teniendo así un presupuesto asequible para su ejecución.

Cabe resaltar que estas modificaciones que se realizaron fueron en un total 6.340 km.

2° opción en esta opción optamos por darle cambios drásticos a la geometría de la carretera, es decir diseño de una carretera en la cual su velocidad directriz asciende hasta las 56 mi/h(90km/h), el cual definitivamente incrementa el nivel de servicio (llegando al nivel de servicio deseado) pero que al existir un diseño adecuado existen grandes volúmenes en cuanto al movimiento de tierras, lo cual definitivamente incrementa exageradamente el costo de un posible proyecto con estas modificaciones.

Cabe resaltar que estas modificaciones que se realizaron fueron en un total 14.225km.

3.6.4. Estimación de costo del mejoramiento de la carretera interoceánica del sur tramo Urcos-Ccatca.

La estimación de los costos para ambas propuestas de modificaciones en las cuales se obtienen mejores resultados en cuanto al nivel de servicio se realizará tomando valores referenciales en cuanto a costos unitarios de partidas ejecutadas en proyectos similares, como la obra de mejoramiento de la carretera Huancarani-Paucartambo, Provincia de Paucartambo Departamento del Cusco.

Se realizará cuantificación de estructuras que podrían existir a lo largo de las nuevas modificaciones. La presente investigación tiene limitaciones para realizar un presupuesto real de



inversión ya que para ello necesitamos otros estudios como la parte geotécnica, hidráulica, ambiental entre otros por ello es que se recomienda tener estos presupuestos como una base a nivel de pre inversión de un perfil factible en el nuevo sistema de invierte.pe.

Cabe resaltar que los costos de precios unitarios son aquellos que utilizan el Gobierno Regional del Cusco para la ejecución de proyectos viales.

3.6.4.1. Estimación del costo de proyecto de la variante de la carretera.

Se muestra resumen del costo de la modificación propuesta como variante que mejorara el nivel de servicio de la carretera a continuación, el informe detallado se encuentra en los anexos.

RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE LA PROPUESTA DE VARIANTE DE LA CARRETERA INTEROCEÁNICA SUR TRAMO URCOS - CCATCA

OBRAS PRELIMINARES	S/648,750.64
MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/6,690,909.57
SUB BASE Y BASE	S/2,571,238.10
PAVIMENTOS ASFALTICOS	S/2,295,467.67
OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	S/2,110,036.94
PUENTE	S/3,358,411.66
TRATAMIENTO DE TALUDES	S/1,678,640.00
TRANSPORTE	S/2,211,364.25
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	S/1,050,834.09
PROECCIÓN AMBIENTAL	S/3,142,420.25
FLETE	S/1,711,510.85
	27,469,584.02

FUENTE: ELABORACION PROPIA

El costo directo de la segunda modificación fue de veintisiete millones cuatrocientos sesentinueve mil quinientos ochenticuatro y 02/100 nuevos soles s/. 27'469'584.02

El presupuesto detallado se puede apreciar en anexos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Resultados relevantes obtenidos.

De los resultados más relevantes obtenidos durante la investigación fueron los siguientes:

- El IMD en la carretera es de 1240 veh/día. (carretera 2da clase según DG 2018)
- El terreno de la carretera es accidentado.
- 73% de los vehículos que transitan por la carretera e estudio son vehículos ligeros.
- 27% de los vehículos que transitan por la carretera e estudio son vehículos pesados.
- La distribución por sentido es de 0.5.
- El volumen máximo horario diario es 101, y el factor hora pico 0.82.
- La pendiente promedio en la carretera es de 6.71%.

4.2. Calculo del nivel de servicio con la metodología HCM (2010).

Los valores obtenidos del nivel de servicio de cada tramo, en cada dirección, son indicativos de que la operación de la carretera se encuentra en un estado desfavorable para el desarrollo del tránsito, esto debido a la geometría y a sus limitaciones.

Las características geométricas de la carretera y las características de tránsito se ve reflejado en los valores obtenidos en el cálculo del nivel de servicio según la metodología HCM 2010 los cuales se muestran a continuación.

	TRAMO I (KM 00+00 - KM 13+500)		TRAMO II (KM 13+500 - KM 16+900)		TRAMO III (KM 16+900 - KM 24+500)		GENERAL	
	ASCENDENTE	DESCENDENTE	ASCENDENTE	DESCENDENTE	ASCENDENTE	DESCENDENTE	ASCENDENTE	DESCENDENTE
NIVEL DE SERVICIO	E	E	E	E	E	E	E	E



4.3. Resultados obtenidos de los modelamientos de las modificaciones.

La primera modificación por la cual se optó fue básicamente realizar ligeros cambios eliminando desarrollos en el tramo I, realizando variantes, incrementando tangentes adicionando carriles de sobrepaso en algunas curvas.

Lo cual nos permitió obtener resultados como:

- Reducir el tiempo de viaje a lo largo de la carretera en 5 min con 49 s.
- Incrementar la velocidad de marcha promedio en 9 mi/h.
- Aun reduciendo el tiempo no se logra llegar al nivel de servicio deseado.

La segunda modificación fueron cambios más relevantes en la geometría tanto es así que se eliminó los desarrollos trazando rectas sin descuidar claro la pendiente por lo que en este caso existe grandes cantidades en el movimiento de tierras.

Lo cual nos permitió obtener resultados como:

- Reducir el tiempo de viaje a lo largo de la carretera en 13 min con 49 s.
- Incrementar la velocidad de marcha promedio en 23 mi/h.
- Se logra reducir la distancia a aproximadamente 20 km.
- Se logra llegar al nivel de servicio deseado D.

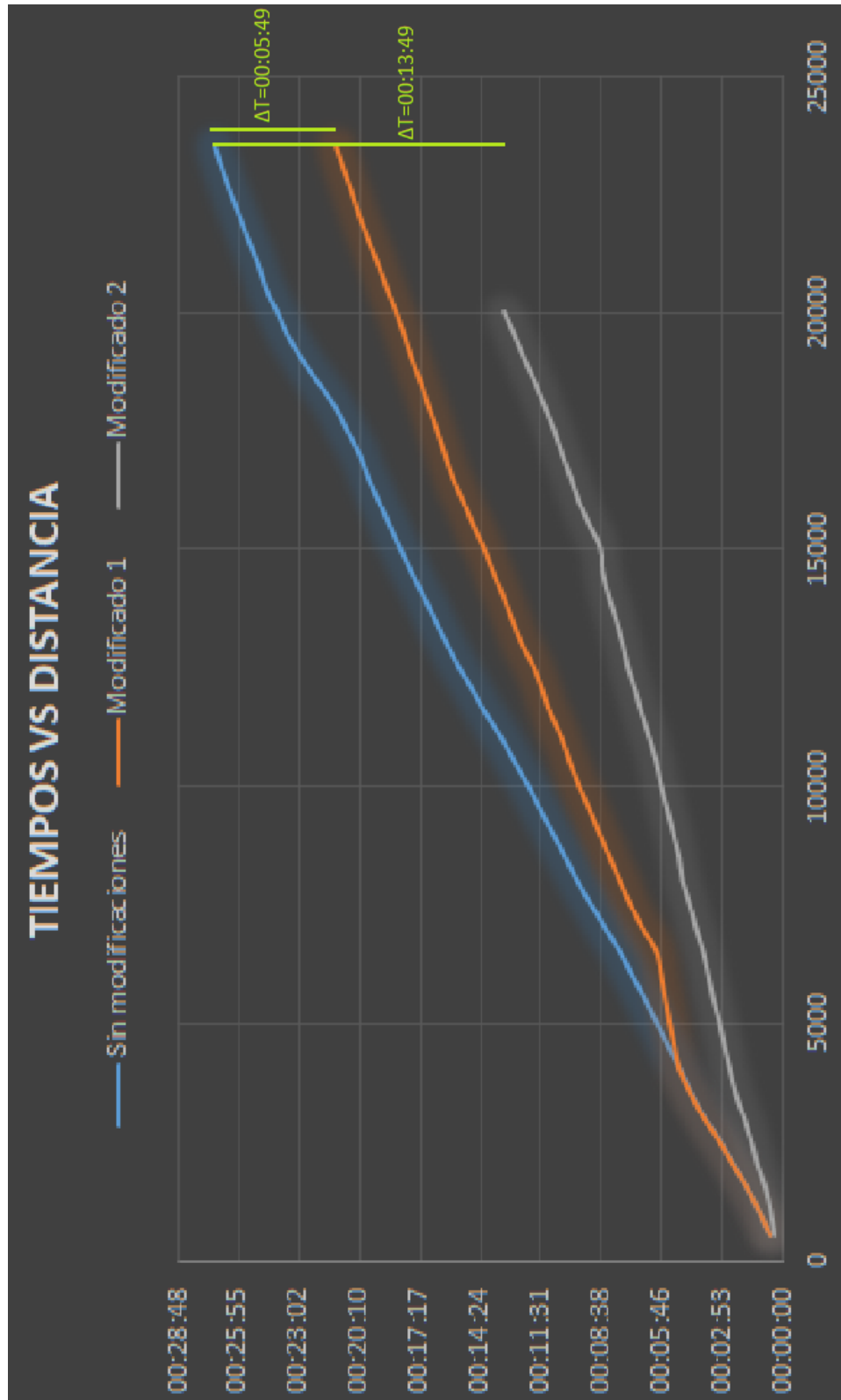


Figura 32. Representación gráfica de tiempos vs distancias según opciones o modificaciones

Fuente: Elaboración propia.

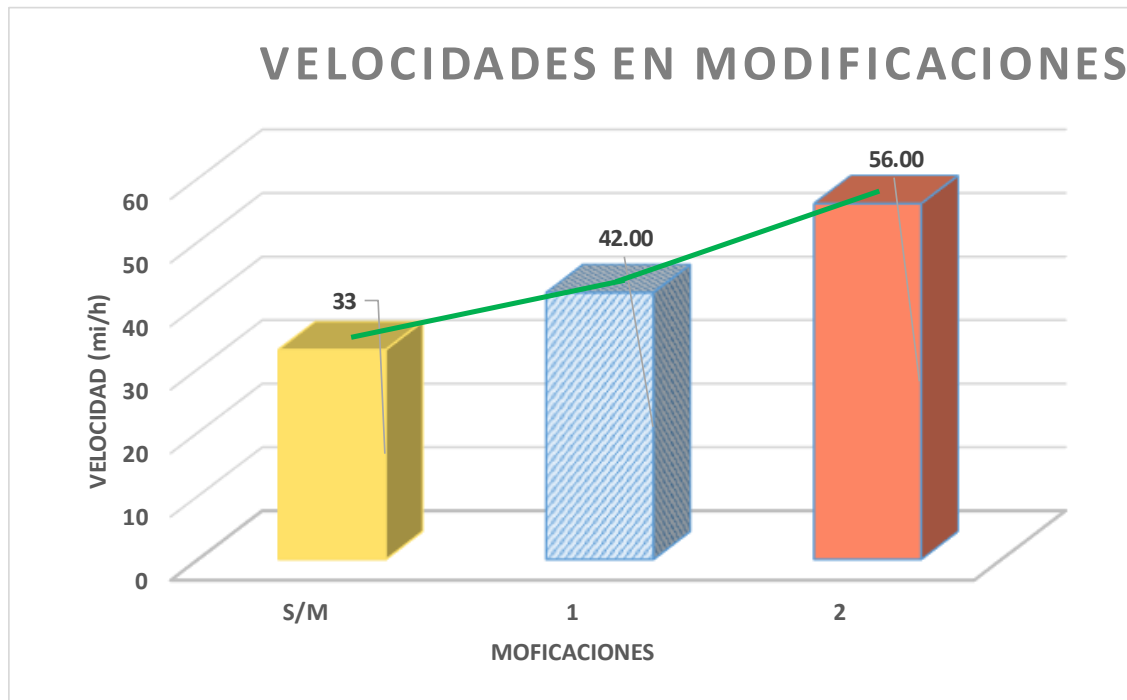


Figura 33. Representación gráfica de las variaciones de velocidades según las modificaciones.

Fuente: Elaboración propia.

- La diferencia de costos entre ambas alternativas es considerable, con lo que podemos deducir que si queremos mejorar las infraestructuras viales de nuestra región requieren grandes presupuestos, los cuales hacen que ellos no sean viables.
- Entonces se podría decir que la primera opción es asequible económicamente pero operacionalmente no lo es.
- La segunda opción es poco factible económicamente pero operacionalmente es aceptable.



CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

En relación al marco teórico se puede mencionar que los resultados obtenidos con el análisis y simulación microscópica, mediante la utilización de PTV Vissim V.09 coinciden con el marco teórico y son relevantes e importantes pues está basado en normas y reglamentos americanos (HCM 2010), que se vienen implementando en nuestro país con excelentes resultados en las grandes ciudades a nivel nacional e internacional, pues está basado en el HCM 2010 que es el reglamento americano base para este proyecto.

De acuerdo a las hipótesis planteadas para realizar esta investigación de los cuales se desprenden algunas interrogantes al momento del análisis y simulación microscópica con el software PTV Vissim V.09.

1. ¿Existe alguna relación del flujo vehicular con el nivel de servicio?

Si existe, si tenemos un nivel de servicio “A” el flujo vehicular es libre, con un nivel de servicio “B” el flujo vehicular es estable, con un nivel de servicio “C” el flujo vehicular sigue siendo estable pero ya está condicionado por el resto de tráfico y con una límite de velocidad inferior, con un nivel de servicio “D” el flujo vehicular es restringido, con un nivel de servicio “E” el flujo vehicular es inestable ya que se encuentra cerca al límite de la capacidad y en el caso del nivel de servicio “F” representa un flujo forzado ya que excede la capacidad formando largas colas, como lo ocurrido en el tramo de la carretera en estudio se puede observar largas colas por la presencia de vehículos pesados al no existir zonas de adelantamiento. Y así obteniendo un nivel de servicio E para los tres tramos de estudio.



2. ¿Cuál es la importancia del análisis del nivel de servicio de una carretera?

El análisis del nivel de servicio es importante, porque se pueden observar algunos fenómenos cuando la carretera entra en funcionamiento a pesar de una cuidadosa planificación, por tal motivo es de suma importancia contar información de las características de tránsito y características físicas en el estado actual de la carretera, mantener información actualizada de este modo permitirá elaborar proyectos de mejoramiento, mantenimiento y conservación vial.

Cuando se mejora el nivel de servicio también se mejora las características tanto de tránsito como las características físicas, y cuando estas mejoran también podemos hablar de hacer la carretera más segura, confortable y agradable para todos los usuarios.

En este caso en específico podemos mencionar que a lo largo de la exploración preliminar fuimos observando puntos negros o lugares donde ocurrieron accidentes, esto debido a las curvas muy cerradas y sin visibilidad alguna, que dificulta la maniobra de los conductores, el objetivo final de esta investigación fue plantear propuestas para una futura mejora que nos ayude a mejorar el tránsito.

3. ¿Es adecuado el uso de la Metodología del Highway Capacity Manual 2010(HCM2010) en las carreteras emplazados en topografías accidentados?

Si, para tener un panorama más amplio en cuanto a lo que representan las características de las vías típicas nacionales en un contexto internacional.

El manual de carreteras que se maneja en el Perú denominado Manual de Diseño Geométrico para carreteras DG 2018, en la sección 211 en la que menciona de los niveles de servicio, no presenta ningún procedimiento metodológico la cual podamos utilizar en nuestras carreteras y obtener resultados, no obstante, menciona que la teoría del Transportation Research Board TBR a través del HCM vigente constituye una herramienta para analizar la calidad de servicio.



Como segundo punto, sería ideal contar con una metodología propia que tengan como base el HCM 2010 y se ajusten a la topografía de nuestras carreteras ya que son algunas limitantes durante el análisis.

Finalmente mencionar que una carretera de gran importancia por la cual circulan vehículos nacionales e internacionales de gran tonelaje no puede tener niveles tan bajos de servicio.

4. ¿Es factible mejorar el nivel de servicio en este tipo de carreteras?

Si es factible mejorar el nivel de servicio sin que ello se vea reflejado en cálculos, realizando pequeñas variaciones como eliminación de desarrollos, creación de tangentes más largas y algunos carriles adicionales de sobrepaso, significaran un costo el cual si se podría invertir.

Pero en cuanto queramos subir de nivel de servicio, significaran cambios drásticos en la geometría de la carretera y por ende demanda una gran cantidad de presupuesto, al menos en este tipo de carreteras son cifras exorbitantes debido al gran movimiento de tierras por los cortes que existen al realizar el nuevo trazo.

5. ¿Son confiables los datos obtenidos de la modelación en PTV Vissim V.09?

Si son confiables por que el software PTV Vissim V.09, nos permite simular el tráfico con gran precisión en distintas situaciones como también permite modelar la interacción de los usuarios de la vía o el comportamiento vehicular con un acercamiento a situaciones reales, como por ejemplo la interacción de los vehículos livianos con los vehículos pesados en zonas donde se restringe el adelantamiento.

El análisis de las características físicas y de tránsito que realiza este software esta validado científicamente por que como se dijo proporciona una simulación realista de todos los agentes.



GLOSARIO

Abra: Punto de paso más alto de una carretera.

Altitud: Distancia vertical de un punto de la superficie terrestre con respecto al nivel del mar. Generalmente se identifica con la sigla msnm (metros sobre el nivel del mar).

Berma: Franja longitudinal, paralela y adyacente a la carpeta de rodadura de la carretera, no destinado a la circulación de vehículos y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

Bombeo: Inclinación transversal a cada lado del eje de la plataforma de una carretera con la finalidad de facilitar el drenaje pluvial lateral de la vía.

Calzada: Plano superficial del pavimento, que soporta directamente las cargas del tráfico.

Carretera: Vía de comunicación destinada para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas, tales como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura y demás elementos de la misma, deben cumplir las normas técnicas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Carril: Parte de la calzada destinada a la circulación de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

Corte cerrado: Sección transversal de la carretera, confinado por el terreno natural de forma lateral y a ambos lados

Cota: Altura de un punto sobre un plano horizontal de referencia.

Curva de nivel: Línea que, en un mapa o plano, une todos los puntos de igual distancia vertical, altitud o cota.

Curva de transición: Curva en planta que facilita el tránsito gradual desde una trayectoria rectilínea a una curva circular, o entre dos circulares de radio diferente.



Distancia de visibilidad de parada: Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria.

Eje de la carretera: Línea longitudinal que define el trazado en planta, el mismo que está ubicado en el eje de simetría de la calzada. Para el caso de autopistas y carreteras duales el eje se ubica en el centro del separador central.

Explanación: Movimiento de tierra para obtener la plataforma de la carretera (calzada o superficie de rodadura, bermas y cunetas).

Flujo de tránsito: Movimiento de vehículos que se desplazan por una sección dada de una vía, en un tiempo determinado.

Inventario vial: Apunte ordenado, sistemático y actualizado de un sistema vial existente, especificando su ubicación, características físicas y estado operativo.

Jerarquización vial: Ordenamiento de las carreteras que conforman el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) en niveles de jerarquía, debidamente agrupadas en tres redes viales (Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural), sobre la base de su funcionalidad e importancia.

Levantamiento topográfico: Conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno para obtener los elementos necesarios y elaborar su representación gráfica.

Línea de gradiente: Procedimiento de trazo directo de una poligonal estacada en el campo, como eje preliminar con cotas que configuran una pendiente constante, hasta alcanzar un punto referencial de destino en un trazo nuevo.



Mantenimiento vial: Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario; puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.

Material de préstamo propio: Material adecuado para las explanaciones, proveniente de los cortes para ser utilizado en rellenos, transportado fuera de la distancia denominada libre de transporte

Metrado: Cuantificación detallada por partidas de las actividades por ejecutar o ejecutadas en una obra.

Niveles de servicio: Indicadores que califican y cuantifican el estado de servicio de una vía, que normalmente se utilizan como límites admisibles hasta los cuales pueden evolucionar su condición superficial, funcional, estructural, y de seguridad. Los indicadores son propios a cada vía y varían de acuerdo a factores técnicos y económicos dentro de un esquema general de satisfacción del usuario (comodidad, oportunidad, seguridad y economía) y rentabilidad de los recursos disponibles.

Pendiente de la carretera: Inclinación del eje longitudinal de la carretera

Perfil longitudinal: Trazo del eje longitudinal de la carretera con indicación de cotas y distancias

Plano topográfico: Representación gráfica pormenorizada a escala de una extensión de terreno.

Plataforma: Superficie superior de una carretera, incluye calzadas o superficie de rodadura, bermas, veredas, separadores centrales y cunetas, según corresponda.

Punto de tangencia: Punto donde termina la tangente y comienza la curva, conocido como PT.

Rasante: Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía.



Red vial: Conjunto de carreteras que pertenecen a la misma clasificación funcional (Nacional, Departamental o Regional y Vecinal o Rural).

Replanteo topográfico: operación mediante la cual se marcan sobre el terreno a construir los puntos básicos del proyecto.

Sección transversal: Representación de una sección de la carretera en forma transversal al eje y a distancias específicas, que nombra y dimensiona los elementos que conforman la misma, dentro del Derecho de Vía. Hay dos tipos de sección transversal: General y Especial.

Terraplén: Parte de la explanación situada sobre el terreno original. También se le conoce como relleno.

Subrasante: Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.

Usuario: Persona natural, pública o privada que utiliza la infraestructura vial pública.

Variante: Bifurcación de una carretera en el que se fija su punto de inicio, siendo su punto final, necesariamente, otro punto de la misma carretera.

Vehículo: Todo medio capaz de desplazarse que sirve para transportar personas o mercancías y que se encuentra comprendido dentro de la clasificación vehicular del Anexo I del Reglamento Nacional de Vehículos.

Vehículo liviano: Vehículo automotor de peso bruto mayor a 1,5 t hasta 3,5 t.

Vehículo pesado: Vehículo automotor de peso bruto mayor a 3,5 t.

Velocidad de diseño: Máxima velocidad con que se diseña una vía en función a un tipo de vehículo y factores relacionados a: topografía, entorno ambiental, usos de suelos adyacentes, características del tráfico y tipo de pavimento previsto.



Velocidad de operación: Es la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos en un determinado tramo de una carretera, sin sobrepasar la velocidad de diseño de tramo homogéneo.

Velocidad directriz: Ver velocidad de diseño.



CONCLUSIONES.

Como conclusiones obtenidas en la presente investigación, centrado en la evaluación de nivel de servicio y estimación de costo que supondría mejorar la carretera interoceánica del sur tramo Urcos-Ccatca, podemos indicar que:

DE LA HIPÓTESIS GENERAL:

El nivel de servicio de la carretera interoceánica del sur tramo Urcos-Ccatca es D con las características de tránsito, y el costo estimado para mejorar dicho nivel es igual al costo de una carretera nueva.

Conclusión n°1

No se demostró la hipótesis general en el cual se había planteado que el nivel de servicio de la carretera interoceánica del sur tramo Urcos-Ccatca es D con las características de tránsito, porque la tesis concluye que el nivel de servicio en los tres tramos en estudio E, y el costo supera al costo de una carretera nueva que es aproximadamente 1.5 millones por kilómetro de construcción.

SUB-HIPOTESIS N° 01

La demanda de la carretera interoceánica sur tramo Urcos-Ccatca es menor a 400 veh/día y corresponde a una a una clasificación de 3era clase según el manual DG 2018 y a una clasificación Clase II según el manual HCM 2010.

Conclusión n°2

No se demostró la hipótesis específica n°1, la tesis concluye que la demanda de la carretera interoceánica Sur tramo Urcos-Ccatca es de 1024 veh/día mayor a los 400 veh/día planteados y el cual cumple con la demanda para una carretera de 2da clase según el manual DG 2018 y la carretera corresponde a la clasificación Clase I según el HCM 2010 al ser una carretera nacional PE 30C.



SUB-HIPOTESIS N° 02

La cantidad existentes de vehículos pesados influirá negativamente disminuyendo el nivel de servicio en la carretera interoceánica Sur tramo Urcos Ccatca de D a E.

Conclusión n°3

Se logró demostrar la hipótesis específica n°2, la tesis concluye que 27% del corriente del tráfico vehicular en la carretera en estudio son vehículos pesados, lo cual influye negativamente disminuyendo el nivel de servicio en la carretera interoceánica Sur tramo Urcos- Ccatca a E, es así la existencia de estos que las velocidades de viaje se reducen, al formar colas o pelotones durante tramos largos en la carretera, al no existir zonas de sobrepaso.

SUB-HIPOTESIS N° 03

La existencia de pocas distancias de adelantamiento hace que el nivel de servicio en la carretera interoceánica sur tramo Urcos-Ccatca sea más bajo.

Conclusión n°4

Se logró demostrar la hipótesis específico n°3, la tesis concluye que el porcentaje de zonas de no adelantamiento en los tramos de estudio es de 67% lo cual hace que el nivel de servicio en la carretera interoceánica Sur tramo Urcos-Ccatca sea más bajo, y esto debido a la geometría existente.

SUB-HIPOTESIS N° 04

La velocidad de marcha es mucho menos que la velocidad de diseño para una carretera de 3era clase por lo que el nivel de servicio en la carretera interoceánica del sur tramo Urcos-Ccatca es bajo.



Conclusión n°5

Se logró demostrar la hipótesis específico n°4, la velocidad de marcha es mucho menos de lo esperado por lo que el nivel de servicio en la carretera interoceánica del sur tramo Urcos-Ccatca está en un rango de D y E. La tesis concluye que la velocidad de marcha en los tres tramos de estudio son 42Km/h, 48Km/h y 57Km/h para ascendente y 54Km/h, 68Km/h y 41Km/h para descendente ya que se supone una carretera de gran importancia por lo menos debería estar diseñado con una velocidad directriz de 90km/h.

Todos estos datos se pueden observar en la Tabla N° 24, 25, 26, 27,28 y 29.

SUB-HIPOTESIS N° 05

El costo para mejorar el nivel de servicio a un nivel B la carretera interoceánica Sur tramo Urcos-Ccatca aproximadamente bordeara alrededor de los 1.5 a 2 millones de dólares americanos.

Conclusión n°6

No se demostró la hipótesis específico n°5.- El costo para mejorar el nivel de servicio a un nivel B la carretera interoceánica Sur tramo Urcos-Ccatca aproximadamente bordeara alrededor de los 1.5 a 2 millones de dólares americanos como se había planteado ya que no pudimos lograr el objetivo de llegar al nivel de servicio B, llegando a un nivel de servicio D con un costo exageradamente alto que hace que sea poco factible su ejecución como veintisiete millones cuatrocientos sesentinueve mil quinientos ochenticuatro y 02/100 nuevos soles s/. 27'469'584.02 por deducción llegar a un nivel de servicio B incrementaría aún más el presupuesto que de por si es bastante dinero.



RECOMENDACIONES

- 1) Dentro de un proyecto tan ambicioso como lo fue éste, siempre se desea que haya una mejora continua del mismo; por lo tanto, se recomienda a futuros estudiantes que tengan interés en el proyecto, la complementación de la investigación con otros estudios como la parte geotécnica, hidráulica, etc.
- 2) Otra recomendación sería incluir algún otro software distinto al que utilizamos para poder contrastar resultados lo cual haría menos erróneo los resultados obtenidos.
- 3) En futuras obras viales de gran envergadura se recomienda realizar de mejor manera el diseño geométrico ya que esto no solo influye en el nivel de servicio y la operacionalidad de la carretera sino también en la seguridad y bienestar de los usuarios.
- 4) Finalmente recomendar la inversión por parte de las autoridades en mejoras de la carretera ya que el precio de la vida de una persona es incalculable, utilizando los resultados de la presente investigación como punto de partida.

**REFERENCIAS**

- Blañon, L., & Bevía, J. (2000). *Manual de carreteras(Vol I)*. Alicante: Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A.
- Henandez, R. (2014). *Metodología de la investigación(sexta ed.)*. Juarez,Meixico: McGraw-Hill.
- Justo, M. (2013). Experiencia en medición de niveles de servicio en carreteras asfaltadas en zona de selva. (*Tesis de maestría*). Universidad de Piura, Lima,Perú.
- Mayhuire, J. Y. (2014.). Análisis de la capacidad vial y niveles de servicio de las vías principales de acceso a la ciudad del Cusco: Saylla-Cusco y Poroy-Cusco. (*Tesis de Pregado*). Universidad Andina del Cusco, Cusco,Perú.
- Ministerio de Transporte de Comunicaciones. (2018). *Manual de Diseño Geometrico* . Lima - Peru.
- Naranjo, V. (2008). Análisis de la capacidad y nivel de servicio de las vías principales y secundarias de acceso a la ciudad de manizales. (*Tesis de Especialización*). Universidad Nacional de Colombia, Manizales,Colombia.
- Ramos, J. (2014). *Costos y Presupuestos Edificaciones*. Lima,Perú: CAPECO.
- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. (2010). *HCM 2010 - HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2010*. Washington, DC: TRB - TRANSPORTATION RESEARCH BOARD.



ANEXOS

Presupuesto

Presupuesto **MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA INTEROCEANICA SUR**
 Cliente **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES** Costo al **20/02/2019**
 Lugar **CUSCO - QUISPICANCHI - URCOS**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				648,750.64
01 01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	305,089.40	305 089 40
01 02	CARTEL DE OBRA	und	1.00	1,972.69	1 972 69
01 03	CONSTRUCCION DEL CAMPAMENTO	m2	1,000 00	250.00	250 000 00
01 04	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	10 22	2,195.96	22 442 71
01 05	CANTERA				15,668.00
01 05 01	MEJORAMIENTO DE ACCESOS A CANTERA	glb	1 00	15,668.00	15 668 00
01 06	INSTALACION DE PLANTA DE ASFALTO				53,577.84
01 06 01	INSTALACION DE PLANTA DE ASFALTO	glb	1.00	53,577.84	53 577 84
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				6,690,909.57
02 01	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES				3,725,380.37
02 01 01	CORTE DE MATERIAL SUELTO CON EQUIPO	m3	676.332.61	4.76	3,219 343 22
02 01 02	CORTE EN ROCA SUELTA	m3	9,542.88	16.66	158 984 38
02 01 03	DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUD	m2	88.760.30	3.91	347 052 77
02 02	SUBRASANTE				337,713.29
02 02 01	SUBRASANTE TRAZO Y REPLANTEO EN PROCESO	m2	85 873 20	0.35	30 056 62
02 02 02	CONFORMACION DE SUBRASANTE	m2	85 873 20	3.16	271 359 31
02 02 03	ENSAYOS DE DEFLECTOMETRIA	km	10 00	3,514.00	35 140 00
02 02 04	SUB RASANTE DENSIDAD DE CAMPO	und	21 00	55.16	1 158 36
02 03	MEJORAMIENTO CON RELLENO				715,572.21
02 03 01	MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE REPLANTEO DURANTE PROCESO	m2	85 873 20	0.35	30 056 62
02 03 02	PREPARACION DE MATERIAL EN CANTERA PARA MEJ. SUB RASANTE	m3	15 427 78	21.49	331 542 99
02 03 03	TRANSPORTE DE MATERIAL DE RELLENO HASTA 1 km	m3k	15.427 78	9.79	151 037 97
02 03 04	TRANSPORTE DE MATERIAL DE RELLENO MAYOR A 1 km	m3k	2,140 32	1.44	3 082 06
02 03 05	CONFORMACION DE MATERIAL DE RELLENO	m3	17 568 10	11.31	198 695 21
02 03 06	MEJORAMIENTO SUB RASANTE DENSIDAD DE CAMPO	und	21 00	55.16	1 158 36
02 04	CONFORMACION DE TERRAPLENES				1,912,243.70
02 04 01	CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MATERIAL PROPIO	m3	172 897 26	11.06	1,912 243 70
03	SUB BASE Y BASE				2,571,238.10
03 01	TRAZO Y REPLANTEO DE SUB BASE Y BASE EN PROCESO	m2	85.873.20	0.35	30 056 62
03 02	SUB-BASE GRANULAR	m3	20.446.00	50.66	1,035 794 36
03 03	BASE GRANULAR	m3	17.174.64	84.38	1,449 196 12
03 04	PRUEBAS DE DENSIDAD DE CAMPO PARA SUB BASE Y BASE	und	100.00	561.92	56 192 00
04	PAVIMENTOS ASFALTICO				2,295,467.67
04 01	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	85.873.20	1.16	99 612 91
04 02	RIEGO DE LIGA	m2	85.873 20	4.20	360 667 44
04 03	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE	m3	4,293 66	324.12	1,391 661 08
04 04	ASFALTO DILUIDO MC-30	l	94.460 52	3.15	297 550 64
04 05	CEMENTO ASFALTICO	gal	12 267 60	11.00	134 943 60
04 06	PRUEBAS DE CAMPO Y LABORATORIO DE COLOCADO DE CARPETA	und	200 00	55.16	11 032 00
05	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				2,110,036.94
05 01	ALCANTARRILLA TIPO TMC				199,205.38
05 01 01	TRAZO Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS	m2	289.08	1.65	476 98
05 01 02	EXCAVACION CON EQUIPO	m3	767.42	6.54	5 018.93
05 01 03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	997.64	24.51	24 452 16
05 01 04	ALCANTARRILLA METALICA CIRCULAR TMC Ø=48"	m	84.80	656.42	55 664 42



Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
05.01.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	335.10	54.15	18.145.67
05.01.06	ACERO DE REFUERZO	kg	9,325.61	5.89	54.927.84
05.01.07	MURO SECO EN ALCANTARILLA	m3	64.80	66.99	4.340.95
05.01.08	SOLADO DE CONCRETO F'c=100KG/CM2	m3	4.99	307.22	1.533.03
05.01.09	PROTECCION CABEZALES MAMPOSTERIA ENTRADA-SALIDA f'c=175kg/cm2+70% PG	m3	16.25	220.15	3.577.44
05.01.10	CABEZALES Y TERMINALES CONCRETO f'c=175kg/cm2	m3	13.53	350.34	4.740.10
05.01.11	LOSA DE CONCRETO EN SALIDA Y ENTRADA f'c=175kg/cm2	m3	19.10	350.34	6.691.49
05.01.12	CURADO DE CONCRETO	m2	184.48	2.82	520.23
05.01.13	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	109.00	50.67	5.523.03
05.01.14	ROTURA DE BRIQUETAS	und	28.00	49.10	1.374.80
05.01.15	PINTURA ASFALTICA PARA ALCANTARRILLAS METALICAS	m2	304.62	40.11	12.218.31
05.02	GAVIONES				211,434.50
05.02.01	TRAZO Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS	m2	500.00	1.85	925.00
05.02.02	EXCAVACION CON EQUIPO	m3	1,500.00	6.54	9.810.00
05.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1,500.00	24.51	36.765.00
05.02.04	GAVIONES SUMINISTRO, INSTALACION Y LLENADO DE GAVION CAJA 5MX1MX1M	und	100.00	684.34	68.434.00
05.02.05	GAVIONES TUBERIA CRIBADA DE DRENAJE PVC d=6"	und	50.00	44.19	2.209.50
05.02.06	GAVIONES MANTA GEOCOMPUESTA PARA DRENAJE	m2	1,400.00	26.82	37.548.00
05.02.07	MUROS RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	600.00	7.84	4.704.00
05.02.08	MUROS RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL CLASIFICADO	m3	900.00	56.71	51.039.00
05.03	CUNETAS REVESTIDAS				1,126,868.46
05.03.01	CUNETA TRAZO Y REPLANTEO	m	20.446.00	0.82	16.765.72
05.03.02	CUNETA REVESTIDA EXCAVACION Y PERFILEADO MANUAL	m	20.446.00	5.43	111.021.78
05.03.03	CUNETA ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE D=30M	m3	4,784.36	9.05	43.298.46
05.03.04	CUNETA REVESTIDA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	18.401.40	3.34	61.460.68
05.03.05	CUNETA CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	2,271.78	370.40	841.467.31
05.03.06	CUNETA SELLADO DE JUNTAS	m	6,137.40	4.18	25.654.33
05.03.07	CUNETAS CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO	m2	18.401.40	1.07	19.689.50
05.03.08	CUNETAS ROTURA DE BRIQUETAS	und	136.31	55.10	7.510.68
05.04	CUNETAS DE CORONACION REVESTIDA				161,730.61
05.04.01	CUNETA TRAZO Y REPLANTEO	m	2,000.00	0.82	1.640.00
05.04.02	CUNETA REVESTIDA EXCAVACION Y PERFILEADO MANUAL	m	2,000.00	5.43	10.860.00
05.04.03	CUNETA ELIMINACION MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE D=30M	m3	468.00	9.05	4.235.40
05.04.04	CUNETA REVESTIDA ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,800.00	3.34	6.012.00
05.04.05	CUNETA CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	360.00	370.40	133.344.00
05.04.06	CUNETA SELLADO DE JUNTAS	m	603.60	4.18	2.523.05
05.04.07	CUNETAS CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO	m2	1,800.00	1.07	1.926.00
05.04.08	CUNETAS ROTURA DE BRIQUETAS	und	21.60	55.10	1.190.16
05.05	PONTONES				410,797.99
05.05.01	TRAZO Y REPLANTEO DE ESTRUCTURAS	m2	3,084.00	1.85	5.705.40
05.05.02	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	300.00	2.67	801.00
05.05.03	EXCAVACION CON EQUIPO	m3	260.00	6.54	1.700.40
05.05.04	CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MATERIAL DE CANTERA	m3	872.52	56.25	49.079.25
05.05.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	608.40	24.51	14.911.88
05.05.06	SOLADO DE CONCRETO F'c=100KG/CM2	m3	15.54	307.22	4.774.20
05.05.07	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 PARA CIMIENTO DE ESTRIBO	m3	139.83	462.35	64.650.40
05.05.08	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 EN ESTRIBOS Y PILARES	m3	108.20	462.35	50.026.27
05.05.09	CONCRETO f'c=210 kg/cm2 EN VEREDAS	m3	2.50	462.35	1.155.88
05.05.10	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 EN GUARDA VIAS	m3	3.52	462.35	1.627.47
05.05.11	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 PARA SUPER ESTRUCTURA	m3	41.20	462.35	19.048.82
05.05.12	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS CARA VISTA	m2	322.96	31.70	10.237.83
05.05.13	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SUPERESTRUCTURA	m2	106.25	31.70	3.368.13
05.05.14	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE NORMAL EN VEREDAS	m2	5.00	31.70	158.50
05.05.15	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE NORMAL EN GUARDAVIAS	m2	23.54	31.70	746.22
05.05.16	FALSO PUENTE	m2	95.00	200.00	19.000.00



Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
05.05.17	ACERO DE REFUERZO	kg	24,483.25	5.89	144,206.34
05.05.18	APARATOS DE APOYO	und	4.00	3,000.00	12,000.00
05.05.19	BARANDAS METALICAS PARA PUENTES	m	20.00	380.00	7,600.00
06	PUENTE				3,358,411.66
06.01	TRABAJOS PRELIMINARES				13,107.25
06.01.01	ROCE Y LIMPIEZA	m2	600.00	1.07	642.00
06.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	648.13	4.99	3,234.17
06.01.03	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE OBRA	m2	1,758.30	5.25	9,231.08
06.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				11,512.96
06.02.01	EXCAVACION PARA EL ESTRIBO EN TERRENO COMPACTO	m3	574.47	15.67	9,001.94
06.02.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	635.37	2.47	1,569.36
06.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DM=1 km	m3	71.50	13.17	941.66
06.03	SUB ESTRUCTURA				334,927.93
06.03.01	ESTRIBO				334,927.93
06.03.01.01	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm ² + 30%PG(SUB ZAPATA)	m3	104.12	283.68	29,536.76
06.03.01.02	DOWELLS DE ANCLAJE DE 1"	und	54.00	68.82	3,716.28
06.03.01.03	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm ²	kg	20,350.45	7.24	147,337.26
06.03.01.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA EN SECO	m2	80.21	88.53	7,100.99
06.03.01.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA NO VISTA EN SECO	m2	441.60	110.20	48,664.32
06.03.01.06	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² EN SECO	m3	183.06	538.47	98,572.32
06.04	SUPERESTRUCTURA				2,895,081.62
06.04.01	VIGA DE ACERO ESTRUCTURAL				2,600,093.27
06.04.01.01	FABRICACION DE VIGAS DE ACERO DE ALMA LLENA, (Acero ASTM A-709 grado 50, según diseño)	ton	138.52	13,381.31	1,853,579.06
06.04.01.02	FABRICACION DE VIGAS DIAFRAGMA (Acero ASTM A36, según diseño)	ton	8.19	9,672.46	79,217.45
06.04.01.03	TRANSPORTE DE VIGAS DE ACERO (TALLER A FINAL DE CARRETERA)	ton	154.04	2,300.00	354,292.00
06.04.01.04	MONTAJE Y LANZAMIENTO DE VIGAS DE ACERO	ton	146.70	1,130.34	165,820.88
06.04.01.05	SISTEMA DE APOYO TEMPORAL PARA EL LANZAMIENTO	glb	1.00	38,000.00	38,000.00
06.04.01.06	PINTURA DE ESTRUCTURAS DE ACERO	ton	154.04	291.43	44,891.88
06.04.01.07	CONECTORES TIPO STUD	und	848.00	54.00	45,792.00
06.04.01.08	SISTEMA DE ARRIOSTRE TEMPORAL POR CONSTRUCCION	ton	1.00	18,500.00	18,500.00
06.04.02	LOSA DE CONCRETO				200,800.83
06.04.02.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA NO VISTA EN SECO	m2	456.00	88.56	40,383.36
06.04.02.02	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm ²	kg	11,171.58	7.46	83,339.99
06.04.02.03	CONCRETO $f_c=280$ kg/cm ² PARA SUPER ESTRUCTURA	m3	133.56	577.10	77,077.48
06.04.03	VEREDAS DE CONCRETO				82,040.24
06.04.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA EN SECO	m2	65.96	88.56	5,841.42
06.04.03.02	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm ²	kg	3,213.62	7.46	23,973.61
06.04.03.03	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²	m3	32.73	538.41	17,622.16
06.04.03.04	TUBERIA PVC DE 6"	m	416.70	78.35	32,648.45
06.04.03.05	ACABADOS EN VEREDAS	m2	111.12	17.59	1,954.60
06.04.04	LOSA DE APROXIMACION				12,147.28
06.04.04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARA VISTA EN SECO	m2	5.12	88.56	453.43
06.04.04.02	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm ²	kg	809.07	7.45	6,027.57
06.04.04.03	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ²	m3	10.56	536.58	5,666.28
06.05	SEÑALIZACION				11,600.00
06.05.01	SEÑALES INFORMATIVAS	und	4.00	1,450.00	5,800.00
06.05.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	4.00	1,450.00	5,800.00
06.06	VARIOS				92,181.90
06.06.01	JUNTAS DE DILATACION	m	16.40	606.36	9,944.30
06.06.02	DISPOSITIVOS DE APOYO	und	4.00	3,880.00	15,520.00
06.06.03	TUBOS DE DRENAJE	und	40.00	117.75	4,710.00
06.06.04	BARANDAS METALICAS PARA PUENTES	m	120.00	449.23	53,907.60
06.06.05	PRUEBAS DE CALIDAD	glb	1.00	8,100.00	8,100.00



Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
07	TRATAMIENTO DE TALUDES				1,678,640.00
07.01	TRATAMIENTO DE TALUDES	m	1 00	1,678,640.00	1,678,640.00
08	TRANSPORTE				2,211,364.25
08.01	TRANSPORTE DE MATERIAL DE SUB BASE HASTA 1 km	m3k	25,557.50	3.96	101,207.70
08.02	TRANSPORTE DE MATERIAL DE SUB BASE DESPUES DE 1 km	m3k	25,557.50	1.18	30,157.85
08.03	TRANSPORTE DE MATERIAL DE BASE HASTA 1 km	m3k	25,557.50	3.96	101,207.70
08.04	TRANSPORTE DE MATERIAL DE BASE DESPUES DE 1 km	m3k	25,557.50	1.18	30,157.85
08.05	TRANSPORTE DE MATERIAL A ELIMINAR HASTA 1 km	m3k	469,753.92	4.00	1,879,015.68
08.06	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA HASTA 1 km	m3k	5,367.08	6.15	33,007.54
08.07	TRANSPORTE DE MEZCLA ASFALTICA DESPUES DE 1 km	m3k	5,367.08	1.22	6,547.84
08.08	TRANSPORTE DE AGREGADOS A PLANTA DE ASFALTO HASTA 1 km	m3k	4,078.98	6.15	25,085.73
08.09	TRANSPORTE DE AGREGADOS A PLANTA DE ASFALTO DESPUES	m3k	4,078.98	1.22	4,976.36
09	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				1,050,834.09
09.01	MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO	m2	2,853.05	14.49	41,340.69
09.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	61.92	797.21	49,363.24
09.03	SEÑALES PREVENTIVAS	und	17.10	1,265.51	21,640.22
09.04	TUBO DE D=3"	m	54.04	78.29	4,230.79
09.05	PANELES DE SEÑAL INFORMATIVA	m2	14.85	671.77	9,975.78
09.06	CIMENTACION DE SEÑAL INFORMATIVAS	und	14.40	349.55	5,033.52
09.07	GUARDAVIAS METALICO	m	2,873.25	273.91	787,011.91
09.08	CAPTAFAROS	und	580.92	10.00	5,809.20
09.09	TACHAS DELINEADORAS	und	2,278.72	28.62	65,216.97
09.10	POSTES DELINEADORAS	und	513.00	119.06	61,077.78
09.11	HITOS KILOMETRICOS	und	1.00	133.99	133.99
10	PROTECCION AMBIENTAL				3,142,420.25
10.01	PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGADORAS Y				176,575.10
10.01.01	PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGADORAS Y CORRECTIVAS	glb	1.00	176,575.10	176,575.10
10.02	PROGRAMA DE ASUNTOS SOCIALES				10,000.00
10.02.01	PROGRAMA DE ASUNTOS SOCIALES	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
10.03	PROGRAMA DE EDUCACION Y CAPACITACION AMBIENTAL Y				57,600.00
10.03.01	PROGRAMA DE EDUCACION Y CAPACITACION AMBIENTAL Y SEGURIDAD VIAL	glb	1.00	57,600.00	57,600.00
10.04	PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE PERDIDAS Y CONTINGENCIAS				64,000.00
10.04.01	PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE PERDIDAS Y CONTINGENCIAS	glb	1.00	64,000.00	64,000.00
10.05	PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO SOCIO				100,000.00
10.05.01	PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO SOCIO AMBIENTAL	glb	1.00	100,000.00	100,000.00
10.06	PROGRAMA DE CIERRE DE OBRA				2,029,774.71
10.06.01	PROGRAMA DE CIERRE DE OBRA	glb	1.00	2,029,774.71	2,029,774.71
10.07	PLAN DE COMPENSACION Y REASENTAMIENTO				472,958.14
10.07.01	PLAN DE COMPENSACION Y REASENTAMIENTO INVOLUNTARIO	glb	1.00	472,958.14	472,958.14
10.08	PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO				231,512.30
10.08.01	PLAN DE MONITOREO ARQUEOLOGICO	glb	1.00	231,512.30	231,512.30
11	FLETE				1,711,510.85
11.01	TRANSPORTE DE MATERIALES A OBRA	glb	1.00	1,711,510.85	1,711,510.85
COSTO DIRECTO					27,469,584.02

SON : VEINTISIETE MILLONES CUATROCIENTOS SESENTINUEVE MIL QUINIENTOS OCHENTICUATRO Y 02100 NUEVOS SOLES



Análisis de precios unitarios

MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA INTEROCEANICA SUR

ESTRUCTURA Fecha presupuesto 20/02/2019

01.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS

glb/DIA MO. 1.00 EQ. 1.00 Costo unitario directo por : glb 305089.40

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos					
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	glb		1.00	#####	305089.40
					305089.40

01.02 CARTEL DE OBRA

und/DIA MO. 1.00 EQ. 1.00 Costo unitario directo por : und 1972.69

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.10	0.80	14.74	11.79
OPERARIO	hh	1.00	8.00	14.74	117.92
PEON	hh	3.00	24.00	11.46	275.04
					404.75
Materiales					
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		2.00	4.80	9.60
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		1.00	4.80	4.80
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		3.00	4.80	14.40
MADERA TORNILLO	p2		22.00	3.50	77.00
ESTRUCTURA DE TUBERIA GALVANIZADA	und		1.00	500.00	500.00
CARTEL BANER INCLUYE IMPRESION	pza		1.00	950.00	950.00
					1555.80
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.00	404.75	12.14
					12.14

01.03 CONSTRUCCION DEL CAMPAMENTO

m2/DIA MO. 10.00 EQ. 10.00 Costo unitario directo por : m2 250.00

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales					
CONSTRUCCION DE CAMPAMENTO	m2		1.00	250.00	250.00
					250.00

01.04 TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION

km/DIA MO. 5.00 EQ. 5.00 Costo unitario directo por : km 2195.96

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
PEON	hh	40.00	320.00	11.46	3667.20
TOPOGRAFO	hh	10.00	80.00	14.74	1179.20
					4846.40
Materiales					
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		3.00	4.80	14.40
YESO BOLSA 28 kg	bol		3.00	7.20	21.60



MADERA TORNILLO	p2	10.00	3.50	35.00
PINTURA ESMALTE	gal	15.00	43.00	645.00
				716.00

Equipos

MIRAS TOPOGRAFICA	hm	10.00	80.00	1.30	104.00
JALONES	hm	10.00	80.00	0.80	64.00
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	hm	10.00	80.00	16.00	1280.00
NIVEL TOPOGRAFICO	hm	10.00	80.00	12.00	960.00
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.00	4846.40		145.39
					2553.39

01.05.01

MEJORAMIENTO DE ACCESOS A CANTERA

glb/DIA	MO. 1.00	EQ. 1.00	Costo unitario directo por : glb	15668.00
----------------	-----------------	-----------------	----------------------------------	-----------------

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos					
MEJORAMIENTO ACCESO A CANTERA	glb		1.00	15668.00	15668.00
					15668.00

01.06.01

INSTALACION DE PLANTA DE ASFALTO

glb/DIA	MO. 1.00	EQ. 1.00	Costo unitario directo por : glb	53577.84
----------------	-----------------	-----------------	----------------------------------	-----------------

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos					
INSTALACION DE PLANTA DE ASFALTO	glb		1.00	53577.84	53577.84
					53577.84

02.01.01

CORTE DE MATERIAL SUELTO CON EQUIPO

m3/DIA	MO. 460.00	EQ. 460.00	Costo unitario directo por : m3	4.76
---------------	-------------------	-------------------	---------------------------------	-------------

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.20	1.60	14.74	23.58
OFICIAL	hh	1.00	8.00	12.75	102.00
PEON	hh	2.00	16.00	11.46	183.36
					308.94
Equipos					
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.00	8.00	235.00	1880.00
					1880.00

02.01.02

CORTE EN ROCA SUELTA

m3/DIA	MO. 1.00	EQ. 1.00	Costo unitario directo por : m3	16.66
---------------	-----------------	-----------------	---------------------------------	--------------

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas					
PERFORACION Y VOLADURA DE ROCA SUELTA	m3		1.00	11.47	11.47
EXCAVACION EN ROCA SUELTA INCLUYE PERFOR/	m3		1.00	5.19	5.19
					16.66

02.01.03

DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUD

m2/DIA	MO. 200.00	EQ. 200.00	Costo unitario directo por : m2	3.91
---------------	-------------------	-------------------	---------------------------------	-------------



Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.20	1.60	14.74	23.58
PEON	hh	8.00	64.00	11.46	733.44
					757.02
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.00	757.02	22.71
ARNES DE SEGURIDAD	und		0.01	256.00	1.28
					23.99

02.02.01 SUBRASANTE TRAZO Y REPLANTEO EN PROCESO CONSTRUCTIVO						
m2/DIA		MO. 2250.00		EQ. 2250.00	Costo unitario directo por : m2	0.35

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OFICIAL	hh	1.00	8.00	12.75	102.00
PEON	hh	2.00	16.00	11.46	183.36
TOPOGRAFO	hh	1.00	8.00	14.74	117.92
					403.28
Materiales					
ESTACAS DE MADERA	p2		0.02	2.50	0.05
PINTURA ESMALTE SINTETICO TEKNO	gal		0.00	43.00	0.02
					0.07
Equipos					
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	hm	1.00	8.00	16.00	128.00
NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.00	8.00	12.00	96.00
					224.00

02.02.02 CONFORMACION DE SUBRASANTE						
m2/DIA		MO. 2860.00		EQ. 2860.00	Costo unitario directo por : m2	3.16

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.00	8.00	14.74	117.92
PEON	hh	4.00	32.00	11.46	366.72
					484.64
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.00	484.64	14.54
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70	hm	1.00	8.00	180.00	1440.00
MOTONIVELADORA CAT 125 HP	hm	1.00	8.00	230.00	1840.00
					3294.54
Subpartidas					
AGUA	m3		0.12	15.31	1.84
					1.84

02.02.03 ENSAYOS DE DEFLECTOMETRIA						
km/DIA		MO. 1.00		EQ. 1.00	Costo unitario directo por : km	3514.00

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos					
ENSAYO DE DEFLECTOMETRIA	km		1.00	3514.00	3514.00
					3514.00



02.02.04		SUB RASANTE DENSIDAD DE CAMPO				
und/DIA	MO. 10.00	EQ. 10.00	Costo unitario directo por : und		55.16	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	8.00	14.74	117.92	
OFICIAL	hh	1.00	8.00	12.75	102.00	
PEON	hh	1.00	8.00	11.46	91.68	
					311.60	
Equipos						
EQUIPO DE DENSIDAD DE CAMPO	hm	1.00	8.00	30.00	240.00	
					240.00	
02.03.01		MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE REPLANTEO DURANTE PROCESO				
m2/DIA	MO. 2250.00	EQ. 2250.00	Costo unitario directo por : m2		0.35	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL	hh	1.00	8.00	12.75	102.00	
PEON	hh	2.00	16.00	11.46	183.36	
TOPOGRAFO	hh	1.00	8.00	14.74	117.92	
					403.28	
Materiales						
ESTACAS DE MADERA	p2		0.02	2.50	0.05	
PINTURA ESMALTE SINTETICO TEKNO	gal		0.00	43.00	0.02	
					0.07	
Equipos						
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	hm	1.00	8.00	16.00	128.00	
NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.00	8.00	12.00	96.00	
					224.00	
02.03.02		PREPARACION DE MATERIAL EN CANTERA PARA MEJ. SUB RASANTE				
m3/DIA	MO. 250.00	EQ. 250.00	Costo unitario directo por : m3		21.49	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	0.20	1.60	14.74	23.58	
PEON	hh	2.00	16.00	11.46	183.36	
					206.94	
Materiales						
ZARANDA METALICA	und		0.00	1800.00	0.18	
					0.18	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.00	206.94	6.21	
CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5 yd ³	hm	1.00	8.00	230.00	1840.00	
TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.00	8.00	230.00	1840.00	
					3686.21	
Subpartidas						
PERFORACION Y VOLADURA DE ROCA SUELTA	m3		0.50	11.47	5.74	
					5.74	
02.03.03		TRANSPORTE DE MATERIAL DE RELLENO HASTA 1 km				



m3k/DIA	MO. 337.00	EQ. 337.00	Costo unitario directo por : m3k		9.79
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CONTROLADOR OFICIAL	hh	0.20	1.60	12.75	20.40
					20.40
Equipos					
CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5 yd ³	hm	1.00	8.00	230.00	1840.00
CAMION VOLQUETE DE 15 m ³	hm	1.00	8.00	180.00	1440.00
					3280.00
<hr/>					
02.03.04	TRANSPORTE DE MATERIAL DE RELLENO MAYOR A 1 km				
m3k/DIA	MO. 1000.00	EQ. 1000.00	Costo unitario directo por : m3k		1.44
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Equipos					
CAMION VOLQUETE DE 15 m ³	hm	1.00	8.00	180.00	1440.00
					1440.00
<hr/>					
02.03.05	CONFORMACION DE MATERIAL DE RELLENO				
m3/DIA	MO. 360.00	EQ. 360.00	Costo unitario directo por : m3		11.31
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OFICIAL	hh	1.00	8.00	12.75	102.00
PEON	hh	1.00	8.00	11.46	91.68
					193.68
Equipos					
MOTOBOMBA 10 HP 4"	hm	0.50	4.00	5.00	20.00
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 10	hm	1.00	8.00	180.00	1440.00
MOTONIVELADORA 135 - 145 HP	hm	1.00	8.00	227.08	1816.64
CAMION CISTERNA 4X2(AGUA) 122 HP 2000	hm	0.50	4.00	150.00	600.00
					3876.64
<hr/>					
02.03.06	MEJORAMIENTO SUB RASANTE DENSIDAD DE CAMPO				
und/DIA	MO. 10.00	EQ. 10.00	Costo unitario directo por : und		55.16
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	1.00	8.00	14.74	117.92
OFICIAL	hh	1.00	8.00	12.75	102.00
PEON	hh	1.00	8.00	11.46	91.68
					311.60
Equipos					
EQUIPO DE DENSIDAD DE CAMPO	hm	1.00	8.00	30.00	240.00
					240.00
<hr/>					
02.04.01	CONFORMACION DE TERRAPLEN CON MATERIAL PROPIO				
m3/DIA	MO. 630.00	EQ. 630.00	Costo unitario directo por : m3		11.06
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.



Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	1.00	8.00	14.74		117.92
PEON	hh	6.00	48.00	11.46		550.08
						668.00
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.00	668.00		20.04
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 70	hm	1.00	8.00	180.00		1440.00
TRACTOR DE ORUGAS DE 140-160 HP	hm	1.00	8.00	230.00		1840.00
MOTONIVELADORA CAT 125 HP	hm	1.00	8.00	230.00		1840.00
						5140.04
Subpartidas						
AGUA	m3		0.12	15.31		1.84
						1.84

03.01 TRAZO Y REPLANTEO DE SUB BASE Y BASE EN PROCESO

m2/DIA MO. **2250.00** EQ. **2250.00** Costo unitario directo por : m2 **0.35**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OFICIAL	hh	1.00	8.00	12.75	102.00
PEON	hh	2.00	16.00	11.46	183.36
TOPOGRAFO	hh	1.00	8.00	14.74	117.92
					403.28
Materiales					
ESTACAS DE MADERA	p2		0.02	2.50	0.05
PINTURA ESMALTE SINTETICO TEKNO	gal		0.00	43.00	0.02
					0.07
Equipos					
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	hm	1.00	8.00	16.00	128.00
NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.00	8.00	12.00	96.00
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.00	403.28	12.10
					236.10

03.02 SUB-BASE GRANULAR

m3/DIA MO. **650.00** EQ. **650.00** Costo unitario directo por : m3 **50.66**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas					
EXTENDIDO Y COMPACTADO DE SUB BASE	m3		1.00	17.83	17.83
MATERIAL CANTERA SELECCIONADO SUB BASE	m3		1.00	32.83	32.83
					50.66

03.03 BASE GRANULAR

m3/DIA MO. **200.00** EQ. **200.00** Costo unitario directo por : m3 **84.38**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Subpartidas					
EXTENDIDO Y COMPACTADO DE AFIRMADO	m3		1.00	64.07	64.07
MATERIAL DE CANTERA CHANCADO	m3		1.00	20.31	20.31
					84.38

03.04 PRUEBAS DE DENSIDAD DE CAMPO PARA SUB BASE Y BASE