

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN TRES  
TRAMOS DE LA AVENIDA MUNICIPAL, DEL DISTRITO DE  
GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA PARA MEJORAR EL  
SERVICIO VIAL - 2018”**

**PARA OPTAR:  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:  
Bach. LUIS OSCAR TICONA MAMANI  
Bach. JUNIORS URIEL CAPACUTE MEZA**

**TACNA- PERÚ  
2020**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN TRES  
TRAMOS DE LA AVENIDA MUNICIPAL, DEL DISTRITO DE  
GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA PARA MEJORAR EL  
SERVICIO VIAL - 2018”**

Tesis sustentada y aprobada el 03 de diciembre de 2020; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE:** Mtro. ROLANDO GONZALO SALAZAR  
CALDERÓN JUÁREZ

**SECRETARIO:** Mtro. ERIK FREDY CALDERÓN LOZANO

**VOCAL:** Mag. PEDRO VALERIO MAQUERA CRUZ

**ASESOR:** Mtro. CESAR JOSÉ AVENDAÑO JIHUALLANGA

### DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Luis Oscar Ticona Mamani, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 42570357.

Yo Juniors Uriel Capacute Meza, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 45707889.

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada:  
**“DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN TRES TRAMOS DE LA AVENIDA MUNICIPAL, DEL DISTRITO DE GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA PARA MEJORAR EL SERVICIO VIAL - 2018”**, el mismo que se presenta para optar: **EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.**
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, nos hacemos responsables frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo

de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

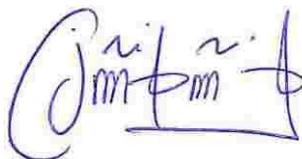
De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 03 de diciembre del 2020



---

Bach. Luis Oscar Ticona Mamani  
DNI: 42570357



---

Bach. Juniors Uriel Capacute Meza  
DNI: 45707889

***DEDICATORIA***

“Esta tesis se la dedicamos primero a Dios, quien siempre nos acompaña en todo momento, a nuestros padres, por el apoyo continuo de nuestros estudios profesionales, a nuestra familia por el apoyo brindado y a todos aquellos que aportaron un granito de arena para la culminación de este trabajo.

***AGRADECIMIENTO***

Este trabajo de investigación no hubiera sido posible sin la ayuda de familiares y amigos que de alguna u otra manera contribuyeron desinteresadamente y con los autores de la presente investigación.

A nuestro asesor José Avendaño y a los jurados dictaminadores por confiar en nuestro esfuerzo a fin de culminar eficazmente la presente tesis.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE general.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: .....	3
1.1. Descripción del problema.....	3
1.2. Formulación del problema.....	6
1.2.1. Problema general .....	6
1.2.2. Problema específicos .....	6
1.3. Justificación .....	6
1.4. Objetivos.....	7
1.4.1. Objetivo General.....	7
1.4.2. Objetivos Específicos .....	8
1.5. Hipótesis .....	8
1.5.1. Hipótesis general.....	8
1.5.2. Hipótesis Específicos. ....	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Antecedentes.....	9
2.2. Bases Teóricas .....	11
2.2.1. Elementos Básicos del Tránsito.....	11
2.2.1.1. El usuario .....	11
2.2.1.2. El vehículo .....	12
2.2.1.3. Clasificación Vehicular .....	13
2.2.1.4. La vía .....	18
2.2.2. Volumen de tránsito.....	21
2.2.2.1. Volumen de Tránsito .....	21
2.2.2.2. Volúmenes de Tránsito Absolutos o Totales .....	21
2.2.2.3. Volúmenes de Tránsito Promedio Diarios .....	22
2.2.2.4. Volúmenes de Tránsito Horarios.....	23
2.2.3. Uso de los Volúmenes de Tránsito .....	23
2.2.4. Características de los Volúmenes de Tránsito .....	25

2.2.4.1. Distribución y Composición del Volumen de Tránsito .....	25
2.2.4.2. Variación del volumen de tránsito en hora pico.....	25
2.2.4.3. Variación horaria del volumen de tránsito.....	27
2.2.4.4. Variación diaria del volumen de tránsito .....	27
2.2.4.5. Variación mensual del volumen de tránsito .....	27
2.2.5. Capacidad ViAl y Niveles de Servicio .....	27
2.2.5.1. Capacidad Vial .....	29
2.2.5.2. Condiciones Prevalcientes.....	29
2.2.5.3. Niveles de Servicio .....	30
2.2.5.4. Análisis de capacidad y niveles de servicio.....	31
2.2.6. Determinación del Nivel de Servicio .....	33
2.2.6.1. Niveles de Servicio .....	33
2.2.6.2. Clase de Arteria y Velocidad en Régimen Libre .....	35
2.2.7 Velocidades .....	38
2.2.7.1. Velocidad en General.....	38
2.2.7.2. Velocidad de punto.....	39
2.2.7.3. Velocidad media temporal.....	39
2.2.7.4. Velocidad media espacial.....	40
2.2.7.5. Velocidad de Recorrido .....	41
2.2.7.6. Estudio de Velocidades.....	41
2.2.8. Aforos.....	45
2.2.8.1. Métodos de aforo.....	45
2.2.8.2. Períodos de aforo .....	46
2.3. Definición de términos .....	46
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	50
3.1. Tipo y Nivel de la Investigación.....	50
3.2. Población y/o Muestra de Estudio.....	51
3.3. Operacionalización de variables .....	53
3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	53
3.4.1. Instrumentos .....	53
3.4.2. Analisis de la Situacion Actual .....	54
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	59
4. CAPITULO IV: RESULTADOS.....	71
4.1. Flujo av. municipal (sentido Norte - Sur: mercado héroes del cenepa). ...	62
4.2. Flujo av. municipal (sentido Sur - Norte: mercado héroes del cenepa). ...	65
4.3. Estudio de velocidades y determinación de servicio: .....	68
CAPITULO V: DISCUSIÓN .....	78
CONCLUSIONES .....	81

RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
ANEXOS .....	84

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Población Estimada Y Proyectada Al Año 2019 .....	12
Tabla 2 Clasificación Vehicular de transporte .....	13
Tabla 3 Parámetros de diseño vinculados a la Clasificación de Vías Urbanas...20	20
Tabla 4 Los valores de capacidad usualmente utilizados son.....	32
Tabla 5 Medidas de eficiencia para la definición de los niveles de servicio.....	33
Tabla 6 Niveles de Servicio en Arterias.....	35
Tabla 7 Ayuda para la Clasificación de una arteria.....	37
Tabla 8 Clases de Arteria de acuerdo con su Función y Categoría. ....	38
Tabla 9 Desviaciones Estándar de Velocidades Instantáneas.....	43
Tabla 10 Constantes Correspondientes al Nivel de Confianza .....	44
Tabla 11 Crecimiento estimado de la población al año 2025 .....	51
Tabla 12 Operacionalización de variables .....	53
Tabla 13 Los tiempos de ciclo para la Av. Municipal son los siguientes .....	58
Tabla 14 Formato para aforo de tráfico vehicular. ....	60
Tabla 15 Puntos de Aforo Vehicular y Tramos a Evaluar en Av. Municipal.....	61
Tabla 16 Clases de vehículos considerados en el estudio. ....	61
Tabla 17 Aforo Vehicular (TPDS) en AV. MUNICIPAL, Sentido Norte Sur.....	62
Tabla 18 Resumen de Aforo Promedio Diario Semanal Según Tipo de Vehículo..	63
.....	
Tabla 19 Volumen Horario de Máxima Demanda (VHDM).....	64
Tabla 20 Aforo Vehicular (TPDS) en AV. Municipal, Sentido Sur – Norte. ....	65
Tabla 21 Resumen de Aforo Promedio Diario Semanal Según Tipo de Vehículo	66
.....	
Tabla 22 Volumen Horario de Máxima Demanda (VHDM).....	67
Tabla 23 Distancia de recorrido para medición de velocidades .....	68
Tabla 24 Tamaño de muestra para el análisis de velocidad.....	69
Tabla 25 Velocidades de recorrido e inversas Av. Municipal (sentido Norte a Sur)	71
.....	
Tabla 26 Velocidades de recorrido e inversas Av. Municipal (sentido Sur a Norte)	73
.....	
Tabla 27 Estudio de la Av. Municipal. ....	75
Tabla 28 Aforo vehicular por tipo de vehículo. Transito promedio diario semanal..	75
.....	

Tabla 29 Vehiculó con mayor influencia en la vía.....	76
Tabla 30 Factor de máxima demanda.....	76
Tabla 31 Nivel De Servicio.....	77
Tabla 32 Propuesta de tiempos en Verde.....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de identificación de puntos negros del distrito G. Albarracín .....	4
Figura 2 Ubicación Del Área De Estudio .....	5
Figura 3 Cantidad de automóviles por cada 1000 personas en el Perú.....	12
Figura 4 Histograma de Variación del Tránsito en la Hora de Máxima Demanda .....	26
Figura 5 Condiciones de operación de los niveles de servicio. ....	30
Figura 6 Condiciones de operación de los niveles de servicio. ....	31
Figura 7 Condiciones de operación de los niveles de servicio. ....	31
Figura 8 Ubicación del tramo de estudio Av. Municipal Distrito Coronel Gregorio.. Albarracín L. ....	52
Figura 9 Vías que alimentan a la Av. Municipal .....	55
Figura 10 Secciones viales de la zona de estudio según plan vial de Tacna. ....	55
Figura 11 Secciones viales de la Av. Municipal .....	56
Figura 12 Secciones viales de la Av. Municipal .....	56
Figura 13 Ubicación de los semáforos en la Av. Municipal (Mercado Héroes Cenepa).....	57
Figura 14 Ubicación de los semáforos en zona de plaza Pérez Gamboa y 1ero Mayo.....	57
Figura 15 Semáforos 1 y 2 cerca Mercado Héroes Cenepa.....	58
Figura 16 Semáforos 3 y 4 cerca Mercado Héroes Cenepa.....	58
Figura 17 Semáforos 5 y 6 Frente a Plaza Pérez Gamboa .....	59
Figura 18 Semáforos 7 y 8 Frente a Conj. Hab. Alfonso Ugarte I etapa .....	59
Figura 19 Ubicación de apertura de los dos tramos .....	79
Figura 20 Modelo de semáforo inteligente con control de trafico .....	80

## RESUMEN

Los ingenieros civiles tenemos como objetivo primordial proporcionar soluciones a un problema existente de la vida cotidiana, diseñar, crear y concretar proyectos que satisfaga la necesidad de la población y a la vez garantizar la seguridad de esos proyectos. Por tal motivo surge esta tesis que tiene como objetivo general, determinar el nivel de servicio actual de la avenida Municipal para optimizar el flujo vehicular en la avenida, para ello se realizó un estudio vehicular con el fin de determinar los problemas concernientes al tráfico vehicular en distintos puntos, el estudio de tráfico vehicular se realizó de acuerdo a los estándares establecidos en el manual de capacidad de carreteras (highway capacity manual, HCM) como parte de la investigación se determinaron los volúmenes de tránsito en las horas críticas.

Para la determinación de las condiciones de tráfico se realizó el aforo vehicular correspondiente en dicha avenida se consideró las horas de mayor demanda vehicular. Así mismo para la determinación de condiciones geométricas de la avenida se realizó el levantamiento topográfico. Por otro lado, se realizó estudios de las velocidades donde se determinó la velocidad de recorrido en hora punta.

Con los datos obtenidos se procedió al cálculo del nivel de servicio el que opera la vía en estudio (resultado: nivel E) basado en el capítulo 11 arterias urbanas y suburbanas del manual de capacidad de carreteras (highway capacity manual, HCM). Finalmente se hacen las conclusiones y recomendaciones pertinentes al tema y se espera que esta investigación sea útil para el estudio des posteriores de entidades competentes.

**Palabras Claves:** Nivel de Servicio, Flujo vehicular, Volumen de tráfico, Intersección, Tiempo de semaforización.

## ABSTRACT

Civil engineers have an objective provide solutions to an existing problem of daily life, design, create and realize projects that satisfy the need of the population and at the same time to ensure the safety of such projects. For this reason arises this thesis which has as its general objective, determine the level of current service of the Municipal Avenue to optimize traffic flow in the Avenue, it conducted a traffic study in order to determine the problems concerning to the vehicular traffic at various points, the traffic study was conducted according to the standards established in the highway capacity manual (highway capacity manual, HCM) as part of the investigation, traffic volumes were determined in the critical hours.

To determine the traffic conditions, the corresponding vehicular traffic was made in said avenue, the hours of greatest vehicular demand were considered. Likewise, for the determination of geometric conditions of the avenue, the topographic survey was carried out. On the other hand, studies of the speeds where the speed of travel in rush hour was determined.

With the data obtained, the service level was calculated using the road under study (result: level E) based on chapter 11 urban and suburban arteries of the highway capacity manual (HCM). Finally, the conclusions and recommendations pertinent to the subject are made and it is expected that this research will be useful for the subsequent study of competent entities

**Key words:** Level of Service, Traffic flow, Traffic volum, Intersection, traffic signaling time.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la gestión e inversión del transporte urbano esta delegada en las entidades públicas, las cuales deben velar por brindar un servicio eficiente de las redes viales, sin embargo, esto no ha sido ejecutado correctamente, lo que ha conllevado al caos vehicular en que hoy vivimos.

La población del ámbito de estudio y del distrito en su mayoría labora en el centro de la ciudad de Tacna, teniendo la necesidad de trasladarse desde o hacia el distrito, generando gran demanda del servicio de transporte. Existen líneas de microbuses, combis y particulares, que hacen un circuito de traslado de pasajeros desde los distritos de Tacna, Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, Pocollay, al distrito de Gregorio Albarracín y viceversa. La avenida municipal es el eje longitudinal consolidado del distrito Gregorio Albarracín, el mismo que se caracteriza por la existencia de un flujo constante de vehículos, actividades de comercio local y otras zonas complementarias. Esta avenida se caracteriza por tener vías de doble carril, por tener una ciclovía al medio y la línea férrea del ferrocarril Tacna Arica.

La presente tesis está basada en la determinación del nivel de servicio en tres tramos de la vía en la Avenida Municipal, del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, cuyo primer tramo es desde el ingreso del Ovalo Cuzco hasta el mercado héroes del Cenepa, el segundo tramo alcanza hasta la Plaza Pérez Gamboa y el tercer tramo alcanza hasta la MDCGAL. La zona de estudio tiene un crecimiento urbano y comercial considerable, toda vez que en la zona se desarrollan actividades comerciales como mercado, ferreterías, farmacias, parques, ferias, panaderías, hoteles, entre otras actividades.

Uno de los principales problemas que presenta la av. Municipal día a día es el congestionamiento vehicular debido al incremento del parque automotor de la ciudad. Para cumplir con los objetivos planteados se estructuró la tesis en 5 capítulos:

Capítulo I, planteamiento del problema, descripción del problema, objetivos planteados, justificación e hipótesis.

Capítulo II, marco teórico, donde se expresa los antecedentes del problema, bases teóricas y la definición de términos básicos.

Capítulo III, Marco Metodológico, se desarrollan los aspectos metodológicos que sustentan el estudio, especificando el tipo y nivel de la investigación, población y muestra, operacionalización de variables, técnicas e instrumentos para la recolección de datos, instrumentos, procedimientos y procesamientos de datos obtenidos de valoración y análisis de la información.

Capítulo IV, Presenta los resultados de la investigación realizada.

Capítulo V, Discusión de la investigación sobre los resultados.

Conclusiones.

Recomendaciones.

Finalmente, las referencias bibliográficas y anexos del estudio.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Es imprescindible indicar que es un progreso para la población, el surgimiento de unidades vehiculares, permitiendo la eficacia del transporte en nuestro país.

No obstante, en la mayor parte de ciudades del Perú, la integración y el incremento del parque automotor ocasiona contratiempos en el flujo de los vehículos. El distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa no es ajeno a este tipo de problemas, por ello es necesario ahondar en el contexto de condiciones problemáticas en procura de respuestas que contribuyan a su solución. Es común detectar congestionamiento de vehículos en las vías de acceso al distrito en horas punta del día y en diferentes días de la semana.

Es por ello que se ha ejecutado la evaluación y diagnóstico de la Capacidad de dicha vía, al igual que del Nivel de Servicio que ofrecen a la población, como elemento de partida que contribuya a estudios de las vías que llegan al distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa. El presente documento explica de manera detallada la forma como se calcularon las Capacidades y Niveles de Servicio de la vía de dos carriles y la doble calzada, a partir de los lineamientos sugeridos en el “Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para carreteras de dos carriles” segunda versión (1996) del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) de Colombia, y en el “Highway Capacity Manual 2010” (HCM, 2010) del “Transportation Research Board” (TRB) de los Estados Unidos.

Por otro lado, según el Informe Final (MDGAL, 2013) de la subgerencia de transportes y seguridad vial, “identificación de puntos negros de accidentes de tránsito de la jurisdicción del Distrito G. Albarracín L. Tacna”, ha identificado en un estudio de tres años mediante indagaciones policiales los principales puntos negros o “puntos conflictivos” donde ocurren una cantidad de fenómenos o accidentes de tránsito por distintas

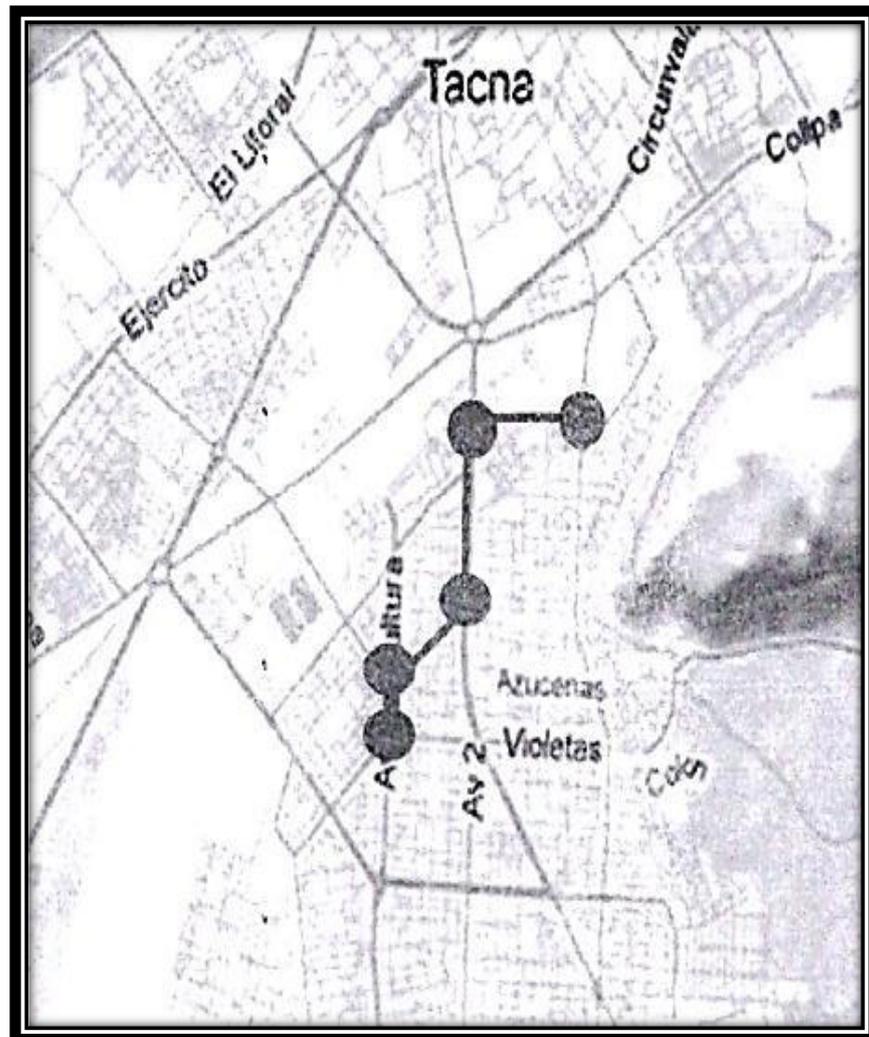
razones, estos puntos deben ser priorizados a fin garantizar la seguridad vial mediante políticas destinadas a mejorar la implementación de señalización y semaforización.

En este informe del distrito G. Albarracín se identifica dos puntos negros, las cuales son:

- El punto negro Nro. 4: Mercado Héroes del Cenepa y
- El punto Negro Nro. 5: Plaza Pérez Gamboa

### Figura 1

*Mapa de identificación de puntos negros del distrito G. Albarracín*

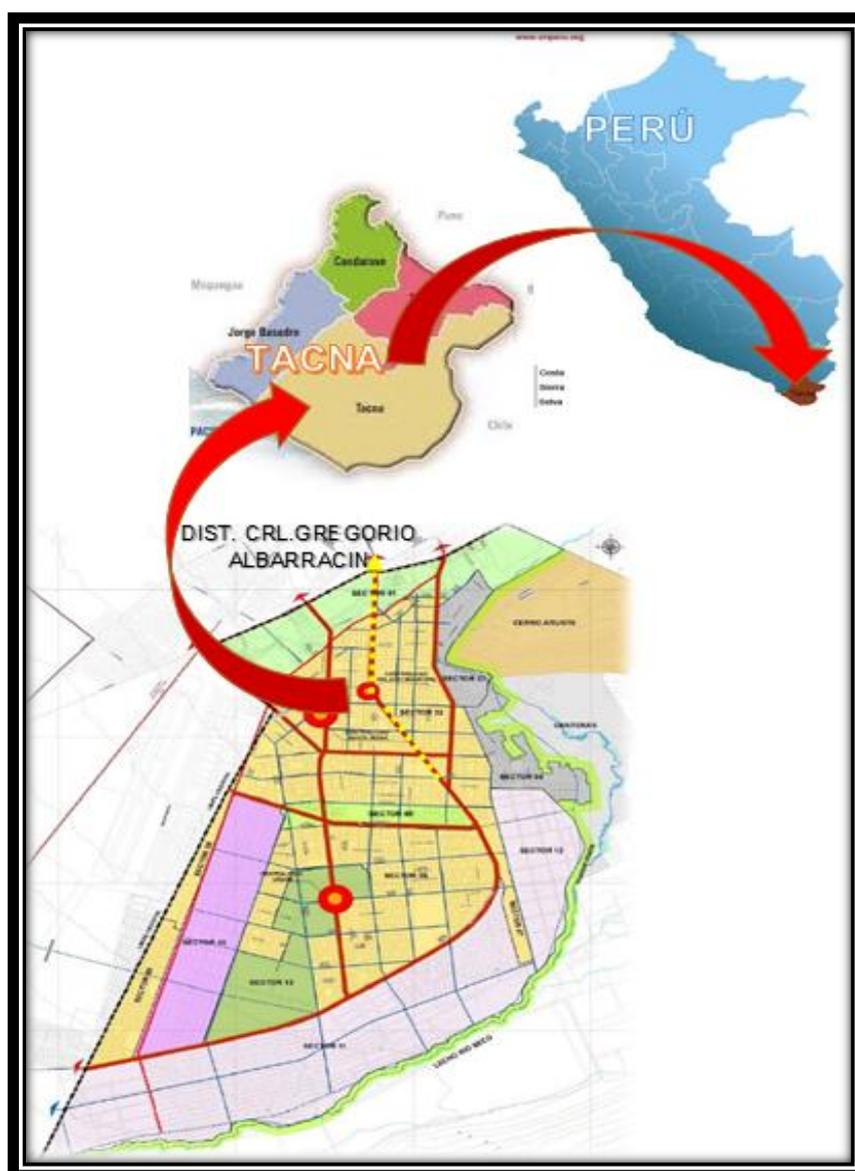


*Nota.* Municipalidad Distrital G. Albarracín del año 2015

Así mismo, en el (PDU, 2015-2015), Plan de Desarrollo Urbano de Tacna vigente del 2015 al 2025, plantea en su sistema de transporte, intersecciones o nodos conflictivos por flujos de tránsito intenso en términos de cantidad y frecuencia, conformado en su mayoría por sistema de transporte público (buses, micros, taxis y mototaxis), presentando la av. Municipal dos zonas críticas, la zona del mercado héroes del Cenepa y la zona de la plaza Pérez gamboa.

## Figura 2

*Ubicación del área de estudio*



## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es nivel de servicio actual de la avenida municipal del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

¿Cómo es el comportamiento del flujo vehicular en la av. Municipal del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa?

¿Cómo optimizar el flujo vehicular en la av. Municipal del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa?

¿Cuál es la mejor solución para mejorar el flujo vehicular de la av. Municipal del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Actualmente se registra una gran ausencia en lo que implica a estudio de tránsito en la ciudad de Tacna, esto impide cualquier proyecto de mejoramiento o reordenamiento de vías.

Con el paso del tiempo, el congestionamiento de los vehículos y el retraso en los viajes, se convirtieron en un gran inconveniente para la población, hoy en día es un argumento de estudio para determinar el nivel de servicio al cual está desempeñando el estudio de la avenida, el cual será empleado para la toma de decisiones y acciones en ingeniería de tránsito y planeamiento de transporte en el distrito.

### **a. SISTEMA DE TRANSPORTE**

Como en toda ciudad que crece aceleradamente, se necesita transporte público para movilizarse, en el distrito en estos últimos años este servicio ha crecido aceleradamente, la mayoría de líneas

de transportes inscritas en el registro provincial de transporte público, en la cual operan más de 33 rutas de las cuales participan alrededor de 1000 unidades de micros y buses, participando un gran porcentaje de rutas por la av. Municipal, las zonas que no son cubiertas por este servicio público las cubre los servicios de transporte menor mototaxi y taxis.

#### **b. SEMAFORIZACIÓN**

La semaforización y señalización tienen como finalidad evitar la concurrencia de tránsito y evitar accidentes ya sea entre vehículos o entre vehículos y peatones. Es un elemento muy importante en la seguridad vial. El tramo de estudio de la avenida municipal cuenta con 4 semáforos ubicados en las intersecciones de distintas vías.

#### **c. LA JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

La importancia de la mejor calidad de vida de las personas que cruzan, viven y trabajan en el entorno de la doble avenida Municipal. La situación actual del tránsito peatonal no está priorizada en los tres tramos, así como en los dos puntos más críticos como ser la zona del mercado héroes del Cenepa y la zona de plaza Pérez gamboa, existiendo solamente una mínima señalización para el flujo de los vehículos, esta deficiencia genera un malestar de la población para poder cruzar, generando demoras en el tránsito peatonal y demoras en el tránsito vehicular.

### **1.4. OBJETIVOS**

#### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar el nivel de servicio actual de la avenida municipal del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.

#### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar el comportamiento del tráfico vehicular en la Av. Municipal del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.
- Optimizar flujo vehicular en la Av. Municipal del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.
- Proponer las alternativas de solución para mejorar el flujo vehicular de la av. Municipal del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.

#### **1.5. HIPÓTESIS**

##### **1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL**

La serviciabilidad en la Avenida Municipal, corresponde al nivel de servicio "E" según el Manual de Capacidad de Carreteras.

##### **1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS**

- La calidad de servicio adecuado para del transporte en la Avenida Municipal.
- La elaboración de un Plan Estratégico para el mejoramiento del servicio.
- Las soluciones serán para mejorar el flujo vehicular de la avenida municipal.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES

Para realizar el presente estudio se consultaron varias investigaciones que tengan la finalidad o el objetivo de mejorar la calidad del tránsito vehicular y peatonal en la ciudad de Tacna como en el Perú, puesto que el parque automotor crece a medida que pasa los años y las infraestructuras vehicular no resultan ser eficiente, se da en mención a dichos autores a continuación:

Según (Montoya, 2017), Uno de los objetivos de la ingeniería es planear diseñar y operar los sistemas viales de tal manera que la congestión vehicular sea mínima. Motivo por el cual surge la idea de realizar esta tesis que tiene como objetivo general, realizar un estudio del tráfico vehicular actual, en intersección avenida María Eguren con avenida Los Incas hasta avenida prolongación Cesar Vallejo con avenida prolongación Fátima, Trujillo, La Libertad, a fin de identificar los problemas concernientes al tráfico vehicular, considerando como problema actual en la ciudad, el crecimiento del parque automotor, que conlleva al congestionamiento vehicular y al bajo nivel de servicio en que operan las vías de la zona urbana. El estudio de tráfico vehicular se llevó a cabo de acuerdo a lo establecido en el Manual de Capacidad de Carreteras ("Highway Capacity Manual, HCM"). Como parte de la investigación se realizó el aforo del tránsito vehicular, para determinar; las horas críticas y los volúmenes de tránsito, estos resultados se muestran mediante figuras y tablas donde se confirma el problema que existe en los puntos de estudio.

Por otro lado, se realizó estudios de las velocidades, donde se determinó la velocidad de recorrido en las horas punta y con esto el nivel de servicio al que operan las vías en estudio (resultado: nivel C, D y E). Finalmente se hacen las conclusiones y recomendaciones y se espera que esta investigación sea útil para estudios posteriores de las entidades competentes.

Según (Condori A., Lipa J., 2018), Resume el siguiente trabajo de tesis que tiene como uno de sus objetivos la evaluación de la condición y simulación de la situación actual de la intersección de la Avenida Bolognesi y la Avenida Basadre y Forero a través del uso de nuevas herramientas de información como el software Synchro V8 y poder dar soluciones prácticas al actual congestionamiento vehicular. El software Synchro V8 se usó para plantear una alternativa de solución que mejore el nivel de servicio en el sector junto con la disminución de las tasas de flujo vehicular

Según (Gutierrez A., Amati V., 2012), El objetivo de esta investigación fue analizar la viabilidad del uso de sensores de tráfico en las intersecciones semaforizadas congestionadas del municipio Maracaibo. Los resultados obtenidos fueron de las diez intersecciones semaforizadas estudiadas, el 70% de las mismas presentan niveles de servicio tipo F resultando viable la utilización de sensores de tráfico en las mismas basándose en los resultados que arrojaron los módulos de ajuste de volúmenes, flujos de saturación, análisis de capacidad y módulos de niveles de servicio.

Esta investigación es del tipo descriptiva de acuerdo con un diseño no experimental, transaccional y de campo cuyas técnicas de recolección de datos permitieron recolectar la información requerida directamente de las intersecciones pertenecientes al presente estudio en su entorno diario para posteriormente obtener los datos de variaciones horarias de volúmenes de tránsito, ajuste de volúmenes, módulos de flujo de saturación, análisis de capacidad y módulos de nivel de servicio los cuales sirvieron de parámetros para establecer la factibilidad de la implementación de sensores de tráfico en las mismas.

Este trabajo es considerado un antecedente de esta investigación por que establece ciertas bases teóricas para su desarrollo, aporta ciertos modelos de flujos de vehículos y ajustes de volúmenes para las avenidas y respalda el uso de esta tecnología demostrando que si es viable su uso ya que puede regular el tráfico controlando los semáforos con

información del flujo vehicular presente en las intersecciones de la ciudad con datos en vivo.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. ELEMENTOS BÁSICOS DEL TRÁNSITO**

La intención de verificar la peculiaridad operacional de Ingeniería de tráfico, es de suma importancia verificar de forma general, los elementos principales que generan el tráfico vinculados entre sí. Podemos considerar tres los componentes principales el cual mencionamos a continuación:

- Vía: calzada, pista, arteria
- Vehículo: privado, público y comercial.
- Usuario: peatón y conductor.

#### **2.2.1.1. EL USUARIO**

Es de suma importancia priorizar el proceder, del usuario para la proyección, estudio y operación de un sistema de transporte automovilístico.

- Peatón:  
Es considerado peatón potencial a la población en general.  
La mayoría de las carreteras y calles están distribuidos a los vehículos y peatones.
- Conductor:  
Es el componente de tránsito más importante, a ellos se debe la calidad de circulación de los vehículos.

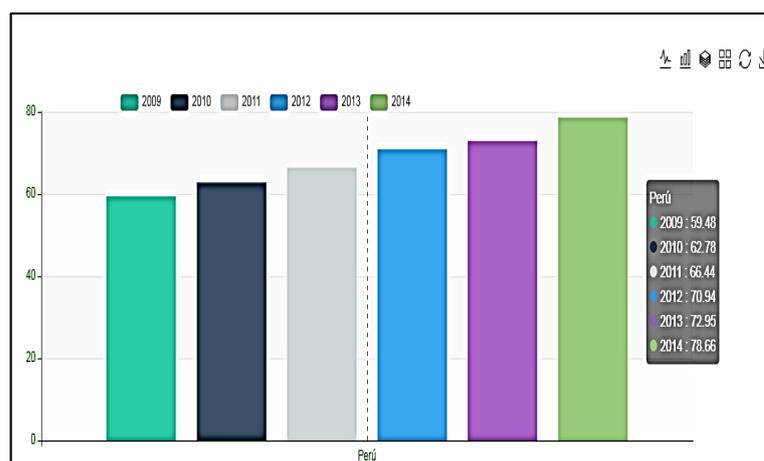
### 2.2.1.2. EL VEHÍCULO

El vehículo es un medio de locomoción que permite el traslado de un lugar a otro de personas o cosas. En diferentes lugares el aumento del parque automotor no solo mejoro el transporte, sino que también aumento el nivel financiero de la ciudad, se podría afirmar que la relación de personas por automóviles podría considerarse como indicador que estima el progreso de una ciudad o país.

El Banco Mundial (BIRF-AIF) a través de sus indicadores, establece los siguientes datos para el Perú, correspondientes a la cantidad de automóviles por cada 1000 personas

**Figura 3**

*Cantidad de automóviles por cada 1000 personas en el Perú*



*Nota.* Banco Mundial BIRF-AIF

**Tabla 1**

*Población Estimada Y Proyectada Al Año 2019*

Perú	Tacna	MDCGAL
31'237,385	329,332	68,989

*Nota.* INEI – PERU estimación y proyección de población

### 2.2.1.3 CLASIFICACIÓN VEHICULAR

- Ley n° 27181, ley general de transporte y tránsito terrestre. (27181, 2015).
- Ley n° 27444, ley del procedimiento administrativo general.
- Reglamento nacional de vehículos, aprobado por decreto supremo N° 058-2003-mtc, modificado por los decretos supremos N°. 005-2004-mtc, 014-2004-mtc, 035-2004-mtc, 002-2005-mtc, 017-2005-mtc, 008-2006-mtc y 023-2006-mtc. (DS-058, 2003)

Clasificación Vehicular del Reglamento Nacional de Vehículos, estableciendo, cuando corresponda, la clase o combinación especial.

**Tabla 2**

*Clasificación Vehicular de transporte*

<b>Categoría L</b>	<b>Clase o combinación especial</b>	<b>Descripción</b>
<i>Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas: Trimoto, vehículo de la Categoría L</i>		
L1		Vehículos de 2 ruedas, de hasta 50 cm <sup>3</sup> y velocidad máxima de 50 km/h.
L2		Vehículos de 3 ruedas, de hasta 50 cm <sup>3</sup> y velocidad máxima de 50 km/h.
L3		Vehículos de 2 ruedas, de más de 50 cm <sup>3</sup> o velocidad mayor a 50 km/h.
L4		Vehículos de 3 ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm <sup>3</sup> o una velocidad mayor
L5		Vehículos de 3 ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm <sup>3</sup> o velocidad mayor a 50 km/h y cuyo peso bruto vehicular no excedan de una tonelada.

*Nota.* Ministerio de transportes y comunicaciones, clasificación vehicular y estandarización de características registrales vehiculares.

<b>Categoría M</b>	<b>Clase o combinación especial</b>	<b>Descripción</b>
<i>Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros: Automóvil o taxi, vehículo de la Categoría M1, Ómnibus, minibús y microbús, vehículos de la Categoría M2 y M3.</i>		
M1		Vehículos de 8 asientos o menos, sin contar el asiento del conductor.
M2	C1	Vehículos de más de 8 asientos sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos. Construidos con áreas para pasajero de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de estos.
M2	C2	Vehículos de más de 8 asientos sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos. Construidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio provisto para dos asientos dobles.
M2	C3	Vehículos de más de 8 asientos sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos. Construidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados.
M3	C1	Vehículos de más de 8 asientos sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos. Construidos con áreas para pasajero de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de estos.
M3	C2	Vehículos de más de 8 asientos sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos. Construidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio provisto para dos asientos dobles.
M3	C3	Vehículos de más de 8 asientos sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos. Construidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados.

*Nota.* Ministerio de transportes y comunicaciones, clasificación vehicular y estandarización de características registrales vehiculares.

<b>Categoría N</b>	<b>Clase o combinación especial</b>	<b>Descripción</b>
<i>Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de mercancía. Camión, vehículo de la Categoría N.</i>		
N1		Vehículos de peso bruto vehicular de 3,5 toneladas o menos.
N2		Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 3,5 toneladas hasta 12 toneladas.
N3		Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas.

*Nota.* Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrales Vehiculares.

<b>Categoría O</b>	<b>Clase o Combinación especial</b>	<b>Descripción</b>
<i>Remolques (incluidos semirremolques). Remolque, vehículo de la Categoría O.</i>		
O1		Remolques de peso bruto vehicular de 0,75 toneladas o menos.
O2		Remolques de peso bruto vehicular de más 0,75 toneladas hasta 3,5 toneladas.
O3		Remolques de peso bruto vehicular de más de 3,5 toneladas hasta 10 toneladas.
O4		Remolques de peso bruto vehicular de más de 10 toneladas.

*Nota.* Ministerio de transportes y comunicaciones, clasificación vehicular y estandarización de características registrales vehiculares.

<b>Categoría M</b>	<b>Clase o combinación especial</b>	<b>Descripción</b>
<i>Adicionalmente, los vehículos de las categorías M, N u O para el transporte de pasajeros o mercancías que realizan una función específica, para la cual requieren carrocerías y/o equipos especiales, se clasifican en:</i>		
M1	SA	Casas rodantes de la categoría M1.
M1	SC	Ambulancias de la categoría M1.
M1	SD	Vehículos funerarios de la categoría M1.
M1	SE	Vehículos bomberos de la categoría M1.
M1	SF	Vehículos celulares de la categoría M1.
M2	SA	Casas rodantes de la categoría M2.
M2	SC	Ambulancias de la categoría M2.
M2	SD	Vehículos funerarios de la categoría M2.
M2	SE	Vehículos bomberos de la categoría M2.
M2	SF	Vehículos celulares de la categoría M2.
M2	SG	Vehículos porta tropas de la categoría M2.
M3	SA	Casas rodantes de la categoría M3.
M3	SB	Vehículos blindados para el transporte de valores de la categoría M3.
M3	SE	Vehículos bomberos de la categoría M3.
M3	SF	Vehículos celulares de la categoría M3.
M3	SG	Vehículos porta tropas de la categoría M3.

<b>Categoría N</b>	<b>Clase o combinación especial</b>	<b>Descripción</b>
N1	SA	Casas rodantes de la categoría N1.
N1	SB	Vehículos blindados para el transporte de valores de la categoría N1.
N1	SC	Ambulancias de la categoría N1.
N1	SD	Vehículos funerarios de la categoría N1.
N1	SE	Vehículos bomberos de la categoría N1.
N1	SF	Vehículos celulares de la categoría N1.
N1	SG	Vehículos porta tropas de la categoría N1.
N2	SA	Casas rodantes de la categoría N2.
N2	SB	Vehículos blindados para el transporte de valores de la categoría N2.
N2	SC	Ambulancias de la categoría N2.
N2	SD	Vehículos funerarios de la categoría N2.
N2	SE	Vehículos bomberos de la categoría N2.
N2	SF	Vehículos celulares de la categoría N2.
N2	SF	Vehículos porta tropas de la categoría N2.
N3	SA	Casas rodantes de la categoría N3.
N3	SB	Vehículos blindados para el transporte de valores de la categoría N3.
N3	SE	Vehículos bomberos de la categoría N3.
N3	SF	Vehículos celulares de la categoría N3.

<b>Categoría</b>	<b>Clase o combinación especial</b>	<b>Descripción</b>
N3	SG	Vehículos porta tropas de la categoría N3.
O1	SA	Casas rodantes de la categoría O1.
O1	SE	Vehículos bomberos de la categoría O1.
O2	SA	Casas rodantes de la categoría O2.
O2	SB	Vehículos blindados para el transporte de valores de la categoría O2.
O2	SE	Vehículos bomberos de la categoría O2.
O3	SA	Casas rodantes de la categoría O3.
O3	SB	Vehículos blindados para el transporte de valores de la categoría O3.
O3	SE	Vehículos bomberos de la categoría O3.
O4	SA	Casas rodantes de la categoría O4.
O4	SB	Vehículos blindados para el transporte de valores de la categoría O4.
O4	SE	Vehículos bomberos de la categoría O4.

*Nota.* Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Clasificación Vehicular y Estandarización de Características Registrales Vehiculares.

#### **2.2.1.4. LA VÍA**

La vía es el espacio donde se desarrolla el tránsito. Se denomina vía a toda calle, carretera o camino abierto al uso público, así como al camino privado utilizado por una colectividad indeterminada de usuarios.

### **a) Clases de Vías Urbanas**

Podemos clasificarlas en cuatro clases primordiales y una clase adicional "vías especiales", son aquellas por su peculiaridad, y no pueden ser igual a las principales. (Chavez, 2005)

- **Vías Arteriales:** Vía de un sistema urbano con prelación de circulación de tránsito sobre las demás vías, con excepción de la vía férrea y la autopista.

*Nota:* Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas- 2005. Instituto de Construcción y Gerencia.

- **Vías Expresas:** Una vía expresa (en inglés expressway), es una autopista dividida para el tráfico de alta velocidad con al menos un control parcial de acceso. Sin embargo, el grado de acceso de permitir vías expresas varía entre países y entre regiones dentro de un mismo país.

*Nota:* Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas- 2005. Instituto de Construcción y Gerencia.

- **Vías Colectoras:** Es el conjunto de vías que distribuyen y canalizan el tránsito vehicular hacia o desde el sistema arterial hasta diferentes sectores urbanos, en forma directa o con intervención complementaria de las vías de servicio.

*Nota:* Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas- 2005. Instituto de Construcción y Gerencia.

- **Vías Locales:** Conforman el sistema vial urbano menor y se conectan solamente con las vías colectoras. Se ubican generalmente en zonas residenciales.

*Nota:* Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas- 2005. Instituto de Construcción y Gerencia.

- **Características Funcionales:** Se conectan solamente con vías colectoras, Proveen acceso directo a los lotes frentistas,

Proporcionan baja movilidad de tráfico y velocidad de operación.

Según la tabla 3

**Tabla 3**

*Parámetros de diseño vinculados a la Clasificación de Vías Urbanas*

<b>Atributos y restricciones</b>	<b>Vías expresas</b>	<b>Vías arteriales</b>	<b>Vías colectoras</b>	<b>Vías locales</b>
Velocidad de Diseño	Entre 80 y 100 km/hora. Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del reglamento nacional de tránsito (RNT) vigente.	Entre 50 y 80 km/hora. Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del (RNT) vigente.	Entre 40 y 60 km/hora. Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del (RNT) vigente.	Entre 30 y 40 km/hora. Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del (RNT) vigente.
Características del flujo	Flujo interrumpido. Presencia mayoritaria de vehículos livianos. Cuando es permitido, también por vehículos pesados. No se permite la circulación de vehículos menores, bicicletas, circulación peatones	Debe minimizarse las interrupciones del tráfico. Los semáforos cercanos deberán sincronizarse para minimizar interferencias. Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos, correspondiendo el flujo mayoritario a vehículos livianos. Las bicicletas están permitidas en ciclo vías.	Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos y el flujo es interrumpido frecuentemente por intersecciones a nivel. En áreas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones. Se permite el tránsito de bicicletas recomendándose la implementación de ciclo vías.	Está permitido el uso por vehículos livianos y el tránsito peatonal es irrestricto. El flujo de vehículos semipesados es eventual. Se permite el tránsito de bicicletas.
Número de carriles	de bidireccionales: 3 o más carriles/sentido	Unidireccionales: 2 o 3 carriles. Bidireccionales: 2 o 3 carriles/sentido.	Unidireccionales: 2 o 3 carriles bidireccionales: 1 o 2 carriles/sentido.	Unidireccionales: 2 carriles bidireccionales: 1 carril/sentido.
Servicio de transporte publico	En caso se permita debe desarrollarse por buses, preferentemente en "carriles exclusivos" o "carriles solo bus" con paraderos diseñados al exterior de la vía.	El transporte Publico autorizado debe desarrollarse por buses, preferentemente en "carriles exclusivos" o "carriles solo bus" con paraderos diseñados al exterior de la vía o en bahía.	El transporte Publico, cuando es autorizado, se da generalmente en carriles mixtos, debiendo establecerse paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo.	No permitido.

*Nota: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005 del Instituto de la Construcción y Gerencia ICG.*

### 2.2.2. VOLUMEN DE TRÁNSITO

Es el número de automóviles que pasan por un punto o sección transversal.

#### 2.2.2.1. VOLUMEN DE TRÁNSITO

Los volúmenes de tránsito al ser dinámicos solamente son precisos para el periodo de duración en el que se hace el aforo vehicular, sin embargo, sus variaciones tienden a ser rítmicas y repetitivas marcando un comportamiento similar en determinados espacios temporales comprendidos en un día (hora punta)

$$Q = \frac{N}{T} \quad [1]$$

Dónde:

Q = Vehículos que pasan por unidad de tiempo (vehículos/periodo)

N = Número total de vehículos que pasan (vehículos)

T = Período determinado (unidades de Tiempo)

#### 2.2.2.2. VOLÚMENES DE TRÁNSITO ABSOLUTOS O TOTALES

Es el número total de vehículos que pasan durante un lapso de tiempo determinado, dependiendo de la duración del lapso de tiempo.

- Tránsito anual (TA): es el número total de vehículos que pasan durante un año, en este caso T=1 año.

- Tránsito mensual (TM): es el número total de vehículos que pasan durante un mes, en este caso  $T = 1$  mes.
- Tránsito semanal (TS): es el número total de vehículos que pasan durante una semana, en este caso  $T = 1$  semana.
- Tránsito diario (TD): es el número de vehículos que pasan durante un día, en este caso  $T = 1$  día.
- Tránsito horario (TH): es el número total de vehículos que pasan durante una hora, en este caso  $T = 1$  hora.
- Tasa de flujo o flujo (q): es el número total de vehículos que pasan durante un período inferior a una hora, en este caso  $T < 1$  hora. (Ingeniería de Tránsito - Cal y Cárdenas (2000), Pág. 152).

En todos los casos anteriores, los períodos especificados, un año, un mes, una semana, un día, una hora y menos de una hora, no necesariamente son de orden cronológico.

Por lo tanto, pueden ser 365 días seguidos, 30 días seguidos, 7 días seguidos, 24 horas seguidas, 60 minutos seguidos y período en minutos seguidos inferiores a una hora (Cal y Cardenas, 2000).

### 2.2.2.3. VOLÚMENES DE TRÁNSITO PROMEDIO DIARIOS

El número total de vehículos que pasan durante un periodo dado igual o menor a un año y mayor que un día, dividido por el número de días del periodo.

a) Transito Promedio Diario Anual (TPDA)

$$TPDA = \frac{TA}{365} \quad [2]$$

b) Transito Promedio Diario Mensual (TPDM)

$$TPDA = \frac{TM}{30} \quad [3]$$

c) Transito Promedio Diario Semanal (TPDS)

$$TPDA = \frac{TS}{7} \quad [4]$$

#### 2.2.2.4. VOLÚMENES DE TRÁNSITO HORARIOS

Se detalla los volúmenes de transito horario como los siguientes dados en unidad de vehículos por hora. (Cal y Cárdenas 2000).

- Volumen horario máximo anual (VHMA): es la hora de mayor volumen de las 8760 horas del año.
- Volumen horario de máxima demanda (VHMD): es el máximo número de automóviles que transitan por un punto o sección de carril durante 60 minutos consecutivos.

#### 2.2.3. USO DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO

Desde el punto de vista general, se utilizan los datos de volúmenes de tránsito en los siguientes campos:

a) Planeación

- Clasificación del sistema de redes de carreteras.
- Estimación de los cambios anuales en los volúmenes de tránsito

- Modelos de distribución de tránsito.
  - Desarrollo de programas de mantenimiento, mejoras y prioridades.
  - Análisis socio-económicos.
  - Estudios de la calidad del aire.
  - Evaluaciones del consumo de combustibles.
- b) Proyecto
- Estudio de normas de proyecto geométrico.
  - Requerimientos de nuevas carreteras.
  - Análisis estructural de superficies de rodamiento.
- c) Ingeniería de tránsito
- Análisis de capacidad y niveles de servicio de todo tipo de vías.
  - Características de flujos vehiculares.
  - Zonificación y ubicación carteles de velocidades.
  - Necesidad de dispositivos para el control de tránsito.
  - Estudio y ubicación de los estacionamientos.

*Nota:* Texto Guía de Ingeniería de Tránsito. Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de ingeniería de tráfico. Universidad Mayor de San Simón (2004).

#### 2.2.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO

Los volúmenes de tránsito siempre deben de ser considerado como dinámico, por lo que solamente son precisos para el periodo de duración de los aforos. Es significativo tener una noción de las características para así proyectar aforos, relacionar volúmenes en un tiempo y lugar. (Cal y Cárdenas 2000).

##### 2.2.4.1. DISTRIBUCIÓN Y COMPOSICIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO

En los estudios de volúmenes de tránsito es muy útil conocer la composición y la variación de los distintos tipos de vehículos. La composición vehicular se mide en términos de porcentaje de automóviles.

Variación mensual del volumen de tránsito: los más altos volúmenes de tránsito se registran en semana santa, en vacaciones escolares y a fin de año por las fiestas navideña del mes de diciembre. (Cal y Cárdenas 2000).

##### 2.2.4.2. VARIACIÓN DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO EN HORA PICO

Es importante conocer la variación del volumen de tránsito dentro de las horas puntas y cuantificar la duración de los flujos máximos ( $q_{max}$ ) para así realizar la planeación de los controles de tránsito para estos periodos durante el día.

Para hacer un análisis de las variaciones de volumen de tráfico en la hora de máxima demanda, se utiliza el factor horario de máxima demanda que relaciona el volumen horario de máxima demanda con el flujo máximo:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(q_{max})} \quad [5]$$

Dónde:

FHMD = Factor Horario de Máxima Demanda

VHMD = Volumen Horario de Máxima Demanda

N = Número de periodos durante la hora de máxima demanda

qmáx = Flujo máximo.

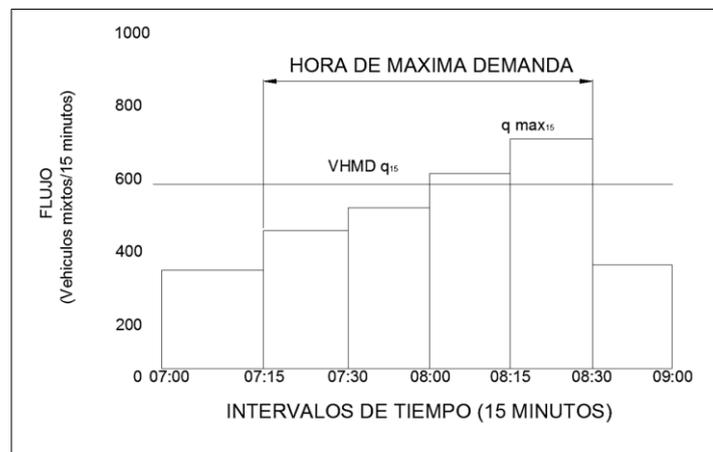
Los periodos dentro de tiempo de la hora de máxima demanda pueden ser 5, 10,15 minutos. Para un periodo de 15 minutos se tiene:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(q_{max15})} \quad [6]$$

La unidad es el valor máximo que puede alcanzar el FHMD, es señal de que hay una distribución uniforme de flujos dentro de la hora, mientras que el valor sea menor a la unidad el valor FHMD indicara que en una hora existe concentración de flujo máximo en periodos cortos. (Cal y Cárdenas 2000).

#### Figura 4

*Histograma de variación del tránsito en la hora de máxima demanda*



*Nota.* Manual de diseño geométrico de vías urbanas - 2005 del instituto de la construcción y gerencia ICG.

#### **2.2.4.3. VARIACIÓN HORARIA DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO**

Es la variación que se presenta en los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día, esta variación depende del tipo de ruta y la actividad que prevalezca sobre la misma, como ser: rutas de tipo agrícola, comercial, turística, etc.

#### **2.2.4.4. VARIACIÓN DIARIA DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO**

En nuestro distrito Gregorio Albarracín la variación no es muy pronunciada entre semana, aunque normalmente los volúmenes más altos ocurren los viernes. Los fines de semana y días festivos disminuyen dichos valores.

#### **2.2.4.5. VARIACIÓN MENSUAL DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO**

Los meses en que las vías presentan máximos volúmenes de tráfico son por lo general los meses de tiempo escolar, los meses de vacaciones por fin de año.

#### **2.2.5. CAPACIDAD VIAL Y NIVELES DE SERVICIO**

Las estimaciones de Capacidad y Niveles de Servicio son necesarias para la mayoría de las decisiones de la Ingeniería de Tránsito y planeación del transporte.

La capacidad, se define como la tasa máxima de flujo que puede soportar una vía o calle.

El nivel de servicio, Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular.

Para cada tipo de infraestructura se definen seis categorías de niveles de servicio, del "A" al "F". El nivel "A" se refiere a

condiciones de volumen libre. El nivel "E" se refiere a condiciones de volumen a capacidad y el nivel "F" a condiciones de congestión crítica. En ingeniería de tránsito existen dos tipos definidos de infraestructura: vías de flujo continuo y de flujo discontinuo. (*Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito, Secretaría de Desarrollo Social SEDESOL - México*)

#### - Flujo Continuo

Se observa flujo continuo en las vías cuando los vehículos no se ven obligados a detenerse en ningún momento por causas externas a la corriente de tránsito.

Vías de Flujo Continuo:

- Carreteras de Dos Carriles
  
- Carreteras de Carriles Múltiples
  
- Autopistas

#### - Flujo Discontinuo

Es aquel en que el vehículo que va transitando por la vía solo se ve obligado a detenerse por razones inherentes al tráfico Infraestructura de Flujo Discontinuo:

- Intersecciones no Semaforizadas (controladas por señales de alto y ceda el paso).
  
- Intersecciones Semaforizadas.

*Nota.* Manual de diseño geométrico de vías urbanas - 2005 del instituto de la construcción y gerencia ICG.

### **2.2.5.1. CAPACIDAD VIAL**

Tiene por objetivo determinar que las vías existentes y proyectadas sean capaces para satisfacer las características de la mejora que se ha establecido en un Plan Regulador.

En un sistema vial, rural o urbano, no solo es necesario conocer sus particularidades físicas o geométricas, y también las características de los flujos vehiculares, bajo una variedad de condiciones físicas y de operación. Por tanto, el estudio de capacidad de un sistema vial es al mismo tiempo un estudio cuantitativo y cualitativo del servicio ofrecido por el sistema a los usuarios.

La medición de la calidad del flujo vehicular se emplea el concepto de nivel de servicio. Es la cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros.

### **2.2.5.2. CONDICIONES PREVALECIENTES**

La capacidad de una vía depende de un cierto número de condiciones: la infraestructura vial, del tránsito, del control, la composición del tránsito, los alineamientos horizontales y verticales, son algunas de estas condiciones que, en conjunto pueden escoger como condiciones prevalecientes.

- C. del control: Hace referencia al proceso de verificar el desempeño de distintas áreas o funciones de una organización. El cual permite tomar acciones correctivas cuando sea necesario. Es una de las principales actividades administrativas de las organizaciones.
  
- C. del tránsito: es la acción de transitar (ir de un lugar a otro por vías o parajes públicos). Es el movimiento de los vehículos y las

personas que pasan por una calle, una carretera u otro tipo de camino.

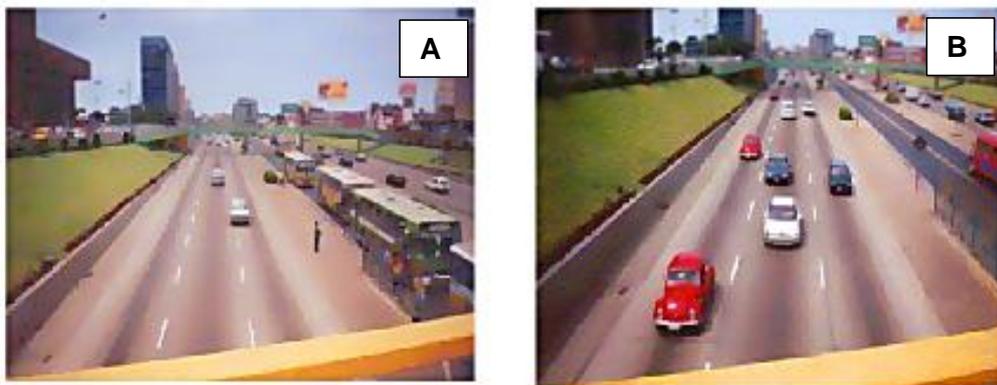
- C. de la infraestructura vial: son los elementos de componentes físicos que interrelacionados entre sí de manera coherente y bajo cumplimiento de ciertas especificaciones técnicas de diseño y construcción, ofrecen condiciones cómodas y seguras para la circulación de los usuarios que hacen uso de ella.

### 2.2.5.3. NIVELES DE SERVICIO

Tenemos diferentes niveles de servicio que indican los valores de demoras producido por las colas que se dan en los accesos. Como criterio de análisis, se expresa que el flujo vehicular de servicio para diseño debe ser mayor que el flujo de tránsito durante el período de 15 minutos de mayor demanda.

**Figura 5**

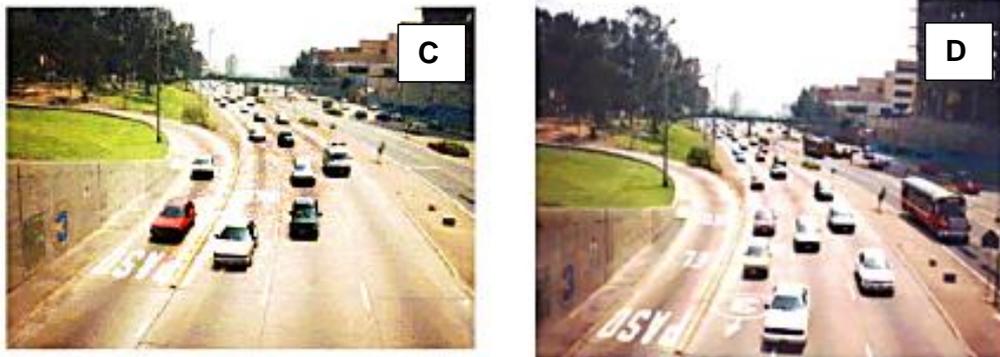
*Condiciones de operación de los niveles de servicio*



*Nota.* TRB, Highway Capacity Manual, Special Report 209, Washington, D.C. 1985. *Tenemos Nivel de servicio A, Nivel de servicio B*

**Figura 6**

*Condiciones de operación de los niveles de servicio*



*Nota.* TRB, Highway Capacity Manual, Special Report 209, Washington, D.C. 1985. *Tenemos Nivel de servicio C, Nivel de servicio D*

**Figura 7**

*Condiciones de operación de los niveles de servicio*



*Nota.* TRB, Highway Capacity Manual, Special Report 209, Washington, D.C. 1985. *Tenemos Nivel de servicio E, nivel de servicio F*

#### **2.2.5.4. ANÁLISIS DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO**

El análisis de capacidad y niveles de servicio implica que debe conocerse el funcionamiento de cada uno de los componentes claves para poder integrarlos adecuadamente. (Manual de Capacidad Vial" editado por la Junta de Investigación Vial)

**Tabla 4***Los valores de capacidad usualmente utilizados*

<b>Condiciones</b>	<b>Tipo de vía</b>	<b>Capacidad (veh./h y Carril.)</b>
Ideales de tráfico y trazado	4 o más carriles	2.300 (un solo sentido)
Ideales de tráfico y trazado	2 o más carriles	2.200 (sentido doble)
Trafico interrumpido	urbanas	2.000 (hora de luz verde y carril)
Trafico con interrupciones aisladas	urbanas	1.5 (hora de luz verde y carril)

*Nota.* TRB, Highway Capacity Manual, Special Report 209, Washington, D.C. 1985.

Para una idónea interpretación, se establece los siguientes criterios:

- El Nivel de Servicio se aplica a un tramo significativo de la vía. Dicho tramo puede variar en sus condiciones de operación, Las variaciones en Capacidad provienen de cambios de anchura, por pendientes, por restricciones laterales, por intersecciones, etc.
- Por razones prácticas se han fijado valores de densidades, velocidades medias de recorrido, demoras y las relaciones de flujo a Capacidad, que definen los Niveles de Servicio para autopistas, autopistas de carriles múltiples, autopistas de dos carriles, calles urbanas, intersecciones con semáforos e intersecciones sin semáforos de prioridad.
- Podemos utilizar las siguientes condiciones para medir la capacidad: el tipo de camino y características geométricas.
- Para el nivel de servicio la velocidad y la relación de volumen a capacidad.

- Se deben considerarse los siguientes factores: Para una identificación práctica de los niveles de servicio de diversos tipos de caminos.

**Tabla 5**

*Medidas de eficiencia para la definición de los niveles de servicio*

<b>Tipo de infraestructura</b>	<b>Medidas de Eficiencia</b>
Autopistas	
Segmentos básicos de autopista	Densidad (v/km/c)
Entrecruzamientos	Velocidad media de recorrido (km/h)
Rampas de enlace	Tasas de flujo (v/h)
Carreteras Multicarriles	Densidad (veh.lig./km/carril)
Carreteras de dos carriles	Demora porcentual (%) Velocidad media de recorrido (km/h)
Intersecciones Semaforizadas	Demora media individual por paradas (s/v)
Intersecciones sin Semaforizar	Capacidad en reserva (v/h)
Arterias	Velocidad media de recorrido (km/h)
Transporte colectivo	Factor de carga (pers/asiento)
Peatones	Espacio (m <sup>2</sup> /peatón)

*Nota.* TRB, Highway Capacity Manual, Special Report 209, Washington, D.C. 1985.

## **2.2.6. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO**

### **2.2.6.1. NIVELES DE SERVICIO**

Es la medición cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los conductores y/o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores tales como velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad vial. Se consideran seis niveles de servicio para cualquier tipo de

carretera o calle, en los que se identifican las condiciones, existentes bajo ciertos requerimientos previos de intensidad y velocidad, que se designan de A a F, e indican una mejor (nivel A) o peor (nivel F) calidad de circulación como seguidamente se indica. (Fuente: Manual de Capacidad de Carreteras. Capítulo 11 Arterias Urbanas y Suburbanas.)

- **Nivel de servicio A:** Representa circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la circulación.
- **Nivel de servicio B:** Indica la zona donde la circulación es libre pero la velocidad comienza a sentirse restringida por algunas condiciones del tráfico.
- **Nivel de servicio C:** La mayor parte de los usuarios encuentra restricciones para seleccionar su propia velocidad, cambiar de carril y adelantar a otros vehículos.
- **Nivel de servicio D:** Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el usuario experimenta un Nivel general de comodidad y conveniencia bajo.
- **Nivel de servicio E:** El funcionamiento está en él, o 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”.
- **Nivel de servicio F:** Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto, excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman.

**Tabla 6***Niveles de Servicio en Arterias*

<b>Clase de Arteria</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Velocidad en régimen libre típica (km/h)	64 km/h	53 km/h	43 km/h
<b>Nivel de Servicio</b>	<b>Velocidad de Recorrido Media (Km/h)</b>		
A	≥ 56	≥ 48	≥ 40
B	≥ 45	≥ 38	≥ 30
C	≥ 35	≥ 29	≥ 21
D	≥ 27	≥ 23	≥ 14
E	≥ 21	≥ 16	≥ 11
F	≤ 21	≤ 16	≤ 11

*Nota.* TRB, Highway Capacity Manual, Special Report 209, Washington, D.C. 1985.

#### **2.2.6.2. CLASE DE ARTERIA Y VELOCIDAD EN RÉGIMEN LIBRE**

Las vías arteriales admiten ligaciones interurbanas, con media o alta fluidez, baja accesibilidad y relativa integración con el uso del suelo colindante.

Estas vías deben ser integradas dentro del sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales.

Los aspectos principales funcionales empleados en la categorización de una vía urbana son:

- Espaciamiento (considerando a la red vial en su conjunto).
- Tipo de tráfico que soporta.

- Uso del suelo colindante (acceso a los lotes urbanizados y desarrollo de establecimientos comerciales).

Para la categorización, se ha considerado los siguientes criterios, y priorizando la clasificación según el criterio funcional:

- Características físicas.
- Funcionamiento de la red vial.
- Nivel de servicio y desempeño operacional.

El método de clasificación se plantea aplicando a la totalidad de tipo de vías públicas urbanas, ya sean calles, plazas, alamedas, jirones, avenidas, malecones, paseos, destinados al tráfico de vehículos, personas.

Se pueden clasificar con la tabla 7. Es importante la medición de la velocidad en régimen libre puesto que cada tipo de arteria tiene campos de velocidades en régimen libre dichos rangos se exhiben en la Tabla 8.

Las velocidades en régimen libre lo utilizamos para corroborar la clasificación en la que se haya enmarcado.

**Tabla 7**

*Ayuda para la clasificación de una arteria*

<b>Criterios</b>	<b>Categoría funcional</b>	
	<b>Arterias principales</b>	<b>Arterias secundarias</b>
Func. Movilidad	Muy importantes	Importante
Func. Accesibilidad	Muy escasa	Sustancial

Puntos relacionados	Autopistas, centros importantes de actividad generadores de tráfico principales.	Arterias principales
Viajes predominantes servicios	Viajes relativamente importante entre los puntos anteriores y viajes de paso que entran, salen y atraviesan la ciudad.	Viajes de longitud moderada dentro de zonas geográficas relativamente pequeñas.

Criterios	Categoría de proyecto		
	Suburbano	Intermedio	Urbano
Control de accesos	De parcial a completo	Parcial	Pequeño o nulo
Tipo de arteria	Multicarril con separación, o separación o dos carriles con berma.	Multicarril con o sin separación de solo sentido; de dos carriles.	De un solo sentido o sin separación; de dos carriles o multicarril.
Estacionamientos	Sin estacionamientos	Algunos estacionamientos	Estacionamiento prohibido
Carriles de giro a la izquierda separados	si	algunos	no
Semáforos/km Límites de velocidad	1 a 2.5 de 64 a 72 km/h	2.5 a 5 48 a 64 km/h	5 a 7.5 40 a 56 km/h
Interferencia peatonal	ninguna	ninguna	alguna
Desarrollo urbano colateral	bajo densidad	moderada	alta densidad

*Nota.* TRB, Highway Capacity Manual, Special Report 209, Washington, D.C. 1985.

**Tabla 8***Clases de arteria de acuerdo con su función y categoría*

Categoría de proyecto	Categoría funcional	
	Arterias principal	Arterias secundaria
Proyecto y control suburbano típico	I	II
Proyecto intermedio	II	III
Proyecto urbano típico	II	III

*Nota.* TRB, Highway Capacity Manual, Special Report 209, Washington, D.C. 1985.

## 2.2.7 VELOCIDADES

### 2.2.7.1. VELOCIDAD EN GENERAL

Es la relación entre el espacio de recorrido y el tiempo empleado. Se expresa en kilómetros por hora (km/h). En el vehículo se mide mediante el velocímetro, obligatorio para todos los vehículos de motor capaces de superar en llano los 40 Km/h. (Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y aplicaciones - Rafael Cal y Mayor. Pág. 205. 7ma edición).

La velocidad constante, para este tipo de movimiento se calcula dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo transcurrido:

$$V = \frac{d}{t} \quad [7]$$

Dónde:

V = Velocidad constante (Km/h).

d = Distancia recorrida (Km).

t = Tiempo de recorrido (horas).

### 2.2.7.2. VELOCIDAD DE PUNTO

Se denomina velocidad de punto a aquella velocidad de los vehículos que recorren distancias relativamente pequeñas (25, 50, 70, 100 metros). La velocidad de un vehículo se define en el índice del movimiento del vehículo, se expresa en millas por hora o kilómetros por hora. (Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y aplicaciones - Rafael Cal y Mayor. Pág. 205. 7ma edición).

### 2.2.7.3. VELOCIDAD MEDIA TEMPORAL

Es la media aritmética de las velocidades de punto de todos los vehículos, que pasan por un punto específico de una carretera, vía o durante un intervalo de tiempo seleccionado.

Define como:

$$\widehat{V}_t = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n} \quad [8]$$

Dónde:

$V_t$  = Velocidad media temporal (Km/h).

$V_i$  = Velocidad del vehículo i (Km/h).

$n$  = número total de vehículos observados o tamaño de la muestra.

Cuando las informaciones de velocidad son de punto agrupado, la velocidad media temporal es:

$$\widehat{V}_t = \frac{\sum_{i=1}^n (f_i V_i)}{n} \quad [9]$$

Dónde:

$f_i$  = Número de vehículos en el grupo de velocidad i.

$V_i$  = Velocidad del grupo  $i$  (Km/h).

$m$  = número de grupos de velocidad.

*Nota.* Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y aplicaciones - Rafael Cal y Mayor. Pág. 205. 7ma edición.

#### 2.2.7.4. VELOCIDAD MEDIA ESPACIAL

Es la velocidad media de todos los vehículos que en un instante determinado están en un tramo de carretera dado. Es el resultado de la división del tramo de la carretera distancia definida entre el tiempo requerido por vehículo.

$$\widehat{V}_e = \frac{d}{t} \quad [10]$$

Dónde:

$\widehat{V}_e$  = Velocidad media espacial.

$d$  = Distancia dada o recorrida.

$t$  = Tiempo promedio de recorrido =  $\frac{\sum_{i=1}^n (1t_i)}{n}$

Esto es:

$$\widehat{V}_e = \frac{d}{\frac{\sum_{i=1}^n (1t_i)}{n}} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{t_i}{d}\right)}$$

El tiempo empleado por el vehículo  $i$  en recorrer la distancia  $d$  es:

$$t_i = \frac{d}{V_i} \quad \text{De donde } d = V_i t_i$$

Por lo tanto:

$$\widehat{V}_e = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{t_i}{V_i} \right)}$$

$$\widehat{V}_e = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{V_i} \right)} \quad [11]$$

*Nota.* Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y aplicaciones - Rafael Cal y Mayor. Pág. 205. 7ma edición.

#### 2.2.7.5. VELOCIDAD DE RECORRIDO

La velocidad de recorrido es la velocidad media conseguida por un vehículo al recorrer un tramo dado de carretera, incluyendo paradas y otras demoras. Esta medida es utilizada para estimar la calidad del servicio del tramo estudiado. (Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y aplicaciones - Rafael Cal y Mayor. Pág. 205. 7ma edición).

#### 2.2.7.6. ESTUDIO DE VELOCIDADES

Es utilizado para poder medir la eficiencia del sistema vial, medir la calidad de movimiento de tránsito, la característica de velocidad en determinado tramo de la vía. (Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito, Secretaría de Desarrollo Social SEDESOL-México. Tomo XII Pág. 14)

##### a) Ubicación de los Estudios

El estudio de velocidad instantánea se realiza en lugares generales o estratégicas.

Ubicaciones Generales: Son la recolección de datos básicos de tránsito.

Ubicaciones Estratégicas: son los estudios de velocidades se llevan a cabo para evaluar la relación entre la velocidad y factores que puedan afectarla.

Se debe realizar lo siguiente para determinar la velocidad en una zona de manera precisa y no sesgada.

1. El dispositivo de medición debe estar oculto de manera que el conductor no advierta que está siendo medido.
2. Prestar atención al número a vehículos que circulan.
3. Disuadir que a haya personas observando el aforo.

#### **b) Demanda del tamaño de la Muestra**

Para la demanda del tamaño de muestra. Podemos usar la siguiente ecuación para el cálculo de número de velocidades a ser medidas:

$$N = \left(\frac{SK}{E}\right)^2 \quad [12]$$

Dónde:

N = tamaño mínimo de la muestra.

S = desviación estándar estimada de la muestra (KPH).

K = constante que corresponden al nivel de confianza deseado.

E= error permitido en el estimado de la velocidad.

Se puede ejecutar una estimación de desviación estándar de velocidades prudente empleando la tabla 9 de acuerdo con el tipo de vía y el área de tránsito.

**Tabla 9**

*Desviaciones estándar de velocidades instantáneas*

Área de tránsito	Tipo de carretera	Desviación estándar media (kph)
Rural	2 carriles	8.5
Rural	4 carriles	6.8
Intermedio	2 carriles	8.5
Intermedio	4 carriles	8.5
Urbana	2 carriles	7.7
Urbana	4 carriles	7.9
Valor redondeado		8.0

*Nota.* Manual de estudios de ingeniería de tránsito, secretaría de desarrollo social SEDESOL - México.

Se puede observar el resultado de la desviación estándar media varía entre 7.9 y 8.5 KPH para las 6 combinaciones de tipos de área de tránsito y tipo de carretera. Se recomienda que utilice el valor de 8.0 Kph para cualquier tipo de vía, ya que la versatilidad en las medidas de la propagación de la velocidad es restringida.

La constante K depende la posibilidad de que la velocidad media sea una estimación válida. Usando un valor de 2.00 proporciona un nivel de confianza de 95.5 %. Si un nivel de confianza mayor es requerido, un valor para  $K=3$  constituye un nivel de confianza del 99.7%. Valores adicionales para la constante K se muestran en la tabla 10.

**Tabla 10***Constantes correspondientes al nivel de confianza*

<b>Constante "k"</b>	<b>Nivel de confianza (%)</b>
1.00	68.30
1.50	86.60
1.64	90.00
1.96	95.00
2.00	95.00
2.50	98.00
2.58	99.00
3.00	99.70

*Nota.* Manual de estudios de ingeniería de tránsito, secretaría de desarrollo social SEDESOL - México.

El error permitido "E" depende de la precisión requerida. El tamaño de la muestra no puede ser menor que 30.

Podemos establecer el tamaño requerido de la muestra: con la formula.

$$N = \frac{S^2 K^2 (2 + U^2)}{2E^2} \quad [13]$$

Dónde:

N = tamaño de la muestra mínimo.

S = desviación estándar estimada para el muestreo.

K = constante correspondiente para el nivel de confianza deseado.

E = error permitido en el estimado de la velocidad (KPH).

Varía entre  $\pm 8$  y  $\pm 1.5$  km/h o menos.

U = constante correspondiente a la estadística de velocidad deseada; para velocidad media, use 0,00; para el 15 o 85 percentil, use 1,04; para el 5 o 95 percentil, use 1,64.

### **2.2.8. AFOROS**

Es una muestra de los volúmenes para el periodo en el que se ejecuta y tiene por objetivo cuantificar el número de vehículos que pasan por un punto.

#### **2.2.8.1. MÉTODOS DE AFORO**

Se registran dos métodos básicos de aforo, el mecánico (registro automático) y el manual. (Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y aplicaciones - Rafael Cal y Mayor. Pág. 205. 7ma edición).

##### **a) Aforo mecánico:**

Es el registro de los volúmenes de tránsito según el detector empleado, puede ser neumático o electrónico. El neumático se instala de preferencia en carreteras de baja velocidad y de bajo tránsito; esto es a las limitaciones que se presentan en el registro de vehículos en la duración de la manguera de hule de que van provistos los aparatos y el equipo electrónico se instala en las carreteras de alta velocidad y gran volumen de tránsito.

Un dispositivo mecánico cumple dos funciones: detectar o percibir el tránsito; segundo realizar un registro de datos del tránsito

##### **b) Aforos manuales:**

Se conoce a la acción de registrar en un cuaderno de apuntes el número de vehículos que pasa por un determinado punto siguiendo el debido proceso de aforo vehicular.

### 2.2.8.2. PERÍODOS DE AFORO

El tiempo de aforo que se confía es de quince minutos; para poder calcular el factor de la hora de máxima demanda (FHMD).

Se recomienda de no efectuar el aforo en días festivos o cuando haya condiciones adversas que afecte al flujo vehicular.

## 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

**2.3.1. Avenida:** Son vías urbanas principales que comunican diferentes distritos de la ciudad y en las cuales convergen las vías secundarias.

La diferencia en la denominación entre calles y avenidas es en cierto modo subjetiva y reside a menudo en la voluntad del ayuntamiento de dar más categoría a determinadas vías de circulación, que al ser calificadas como avenidas incrementan su valor en el mercado urbano.

*Nota.* Manual de estudios de ingeniería de tránsito - instituto de ingenieros de tránsito. - texto guía ingeniería de tráfico. - reglamento nacional de tránsito.

**2.3.2. Aforo:** Es una muestra de los volúmenes para el periodo en el que se realiza y tienen por objetivo cuantificar el número de vehículos que pasan por un punto, sección de un camino o a una intersección.

*Nota.* Manual de estudios de ingeniería de tránsito - instituto de ingenieros de tránsito. - texto guía ingeniería de tráfico. - reglamento nacional de tránsito.

**2.3.3. Calle:** Es un espacio urbano lineal que permite la circulación de personas y, en su caso, vehículos, y que da acceso a los edificios y solares que se encuentran a ambos lados.

*Nota.* Manual de estudios de ingeniería de tránsito - instituto de ingenieros de tránsito. - texto guía ingeniería de tráfico. - reglamento nacional de tránsito.

**2.3.4. Calzada:** Se denomina calzada a la parte de la calle o de la carretera destinada a la circulación de los vehículos.

*Nota.* Manual de estudios de ingeniería de tránsito - instituto de ingenieros de tránsito. - texto guía ingeniería de tráfico. - reglamento nacional de tránsito.

**2.3.5. Conductor:** Persona encargada de conducir un vehículo de motor para transportar a personas.

*Nota.* Manual de estudios de ingeniería de tránsito - instituto de ingenieros de tránsito. - texto guía ingeniería de tráfico. - reglamento nacional de tránsito.

**2.3.6. Demora:** El retraso en un proceso o una actividad. La dilación, la tardanza.

*Nota.* Manual de estudios de ingeniería de tránsito - instituto de ingenieros de tránsito. - texto guía ingeniería de tráfico. - reglamento nacional de tránsito.

**2.3.7. Flujo Continuo:** Es aquel en que el vehículo que va transitando por la vía solo se ve obligado a detenerse por razones inherentes al tráfico Es aquel en que el vehículo que va transitando por la vía solo se ve obligado a detenerse por razones inherentes al tráfico

*Nota.* Manual de estudios de ingeniería de tránsito - instituto de ingenieros de tránsito. - texto guía ingeniería de tráfico. - reglamento nacional de tránsito.

**2.3.8. Flujo interrumpido:** Es el característico de las calles, donde las interrupciones son frecuentes por cualquier motivo, siendo una de estas los controles de tránsito de las intersecciones como son los semáforos, los ceda el paso, etc.

*Nota.* Manual de estudios de ingeniería de tránsito - instituto de ingenieros de tránsito. - texto guía ingeniería de tráfico. - reglamento nacional de tránsito.

**2.3.9. Ingeniería de Tránsito:** Es una rama de la ingeniería del transporte y a su vez rama de la ingeniería civil que trata sobre la planificación, diseño y operación de tráfico en las calles, carreteras y autopistas.

*Nota.* Manual de estudios de ingeniería de tránsito - instituto de ingenieros de tránsito. - texto guía ingeniería de tráfico. - reglamento nacional de tránsito.

**2.3.10. Nivel de Servicio:**

Para medir la capacidad del flujo vehicular se usa el concepto de nivel de servicio. es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular.

*Nota.* Manual de estudios de ingeniería de tránsito - instituto de ingenieros de tránsito. - texto guía ingeniería de tráfico. - reglamento nacional de tránsito.

**2.3.09. Tiempo de recorrido:** El tiempo empleado por un vehículo en desplazarse entre dos puntos fijos separados una cierta longitud.

*Nota.* Manual de estudios de ingeniería de tránsito - instituto de ingenieros de tránsito. - texto guía ingeniería de tráfico. - reglamento nacional de tránsito.

**2.3.10. Tránsito:** Es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista.

*Nota.* Manual de estudios de ingeniería de tránsito - instituto de ingenieros de tránsito. - texto guía ingeniería de tráfico. - reglamento nacional de tránsito.

**2.3.11. Velocidad:** Permite conocer la velocidad de un móvil que se desplaza sobre una trayectoria cuando el intervalo de tiempo es infinitamente pequeño.

*Nota.* Manual de estudios de ingeniería de tránsito - instituto de ingenieros de tránsito. - texto guía ingeniería de tráfico. - reglamento nacional de tránsito.

**2.3.12. Velocidad de recorrido:** Es la velocidad media de un vehículo al recorrer un tramo de carretera. Al calcularse como longitud del tramo de carretera recorrido dividido entre el tiempo invertido en recorrerlo.

*Nota.* Manual de estudios de ingeniería de tránsito - instituto de ingenieros de tránsito. - texto guía ingeniería de tráfico. - reglamento nacional de tránsito.

**2.3.13. Velocidad media:**

Es un indicativo de lo rápido que se ha cubierto la distancia total del trayecto, define la calidad de la circulación.

*Nota.* Manual de estudios de ingeniería de tránsito - instituto de ingenieros de tránsito. - texto guía ingeniería de tráfico. - reglamento nacional de tránsito.

**2.3.14. Volumen de Tránsito:**

Es el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal dados, de un carril o de una calzada, durante un periodo determinado.

*Nota.* Manual de estudios de ingeniería de tránsito - instituto de ingenieros de tránsito. - texto guía ingeniería de tráfico. - reglamento nacional de tránsito.

**2.3.15. Vía:** Espacio destinado al paso de personas o vehículos que van de un lugar a otro.

*Nota.* Manual de estudios de ingeniería de tránsito - instituto de ingenieros de tránsito. - texto guía ingeniería de tráfico. - reglamento nacional de tránsito.

## **CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación es del tipo descriptivo, porque implica observar y describir eventos y situaciones sin influir sobre él de ninguna manera. También se considera descriptiva cuando busca identificar los factores que están participando en el comportamiento del producto o proceso que se está abordando, en ese sentido se asemeja con el nivel descriptivo de la investigación científica. Este tipo de estudio permite explicar, comprender e interpretar de por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se presenta el nivel de servicio del tramo de estudio.

En cuanto al diseño de investigación corresponde a un diseño de campo, donde la investigación determina el proceso de recolección de datos (flujos vehiculares, velocidad media de circulación de vehículos, número de carriles de calzada, paraderos, etc.) que permita evaluar mediante la aplicación de teorías y normas el nivel de servicio del tramo de estudio.

En primera acción se procederá a la búsqueda de información, antecedentes, así como también se recurrirá a fuentes secundarias de información datos estadísticos, censos, etc.

En segunda acción se procederá a realizar los trabajos de campo en los puntos o zonas críticas de estudio. El trabajo de campo ayudara a determinar los problemas de congestionamiento vehicular, así como también la demanda de transitibilidad.

En tercera acción se procesará la información recolectada de campo para en gabinete desarrollar las correcciones necesarias.

Cuarta acción se plantea alternativas de solución al problema del flujo vial en el tramo de estudio.

### 3.2. POBLACIÓN Y/O MUESTRA DE ESTUDIO

La población de estudio será el flujo vehicular que circula durante los días de la semana laborable y no laborable, se conocerá las características de los flujos vehiculares. Siendo la población de referencia el flujo vehicular de un día promedio, que se produce en todo el tramo de la avenida Municipal. Se desarrolló el análisis de los flujos vehiculares (análisis de tránsito) que se generan en la zona de estudio de los tres tramos. La muestra de referencia es el flujo vehicular que se genera en una hora pico, la muestra ha sido elaborada considerando los sentidos de flujo, que se generan en la Avenida Municipal, del Distrito, Provincia de Tacna, Región Tacna

Por otro lado, la población del distrito muestra un crecimiento sostenido, tanto en las estimaciones del PAT-PDU 2014-2023 que calcula para el 2019 una población del distrito en 132,146 hab. (Véase tabla N° 11). Las estimaciones muestran al distrito Cnel. Gregorio Albarracín como el de mayor crecimiento poblacional por encima del distrito de Tacna con una tasa de crecimiento anual de 5.45% que lo ubica en dos puntos porcentuales por encima de la tasa de crecimiento provincial de 2.35%.

**Tabla 11**

*Crecimiento estimado de la población al año 2025*

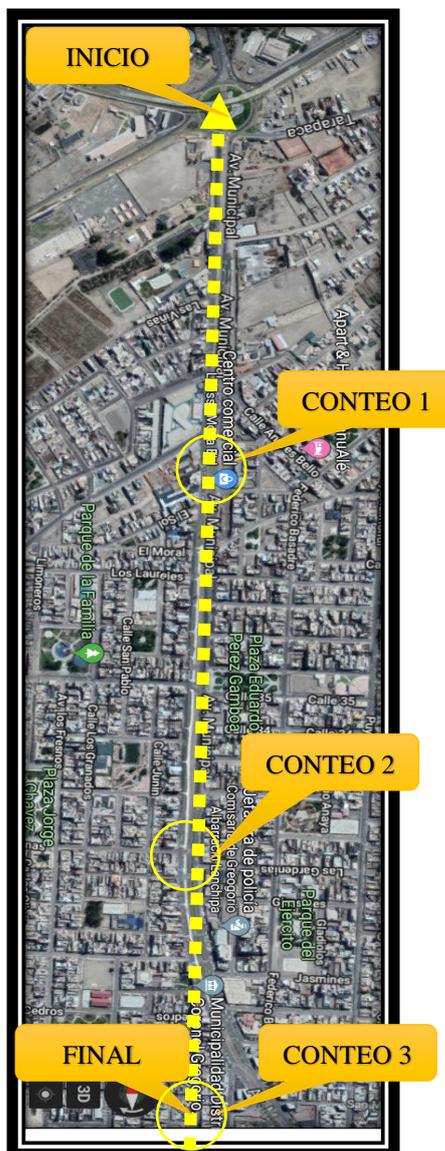
1993	32319	117168	84849	26872	26178	10445	1144	1582	1804	2073	1180
2007	68,989	94,428	94,428	35,439	34,251	17,113	4,064	2,625	2387	1,945	1,510
2008	72,828	92,828	95,152	36,146	34,893	17,727	4,449	2,709	2,435	1,936	1,536
2009	76,882	91,561	95,882	36,868	35,568	18,563	4,870	2,797	2,484	1,927	1,564
2010	81,161	90,161	96,617	37,604	36,256	19,022	5,332	2,887	2,534	1,918	1,591
2011	85,678	88,782	97,358	38,354	36,957	19,705	5,837	2,980	2,585	1,909	1,620
2012	90,447	87,424	98,105	39,120	37,672	20,412	6,391	3,077	2,638	1,901	1,649
2013	95,481	86,087	98,857	39,901	38,400	21,145	6,996	3,176	2,691	1,892	1,678
2014	100,795	84,770	99,615	40,597	39,143	21,904	7,659	3,279	2,745	1,883	1,708
2015	106,405	83,474	103,379	41,510	39,900	22,690	8,385	3,385	2,801	1,875	1,738
2016	112,327	82,197	101,149	42,339	40,672	23,505	9,180	3,494	2,857	1,866	1,769
2017	118,589	80,940	101,925	43,184	41,459	24,349	10,050	3,607	2,915	1,858	1,800

2018	125,179	79,702	102,707	44,046	42,261	25,223	11,003	3,724	2974	1,849	1,833
2019	132,146	78,483	103,494	44,925	43,078	26,128	12,045	3,844	3,034	1,841	1,865
2020	139,501	77,283	104,288	45,822	43,911	27,066	13,187	3,968	3,095	1,833	1,898
2021	147,265	76,101	105,088	46,737	44,761	28,037	14,437	4,096	3,158	1,824	1,932
2022	155,462	74,937	105,894	47,670	45,627	29,044	15,805	4,229	3,222	1,816	1,966
2023	164,114	73,791	106,706	48,521	46,509	30,086	17,303	4,365	3,287	1,808	2,001
2024	173,249	72,662	107,524	49,592	47,409	31,166	18,943	4,506	3,353	1,800	2,037
2025	182,891	71,551	108,349	50,582	48,325	32,285	20,738	4,652	3,421	1,791	2,073

*Nota. PAT Provincial de Tacna 2014-2023*

### Figura 8

*Ubicación del tramo de estudio Av. Municipal Distrito Coronel G. Albarracín L.*



*Nota. Google maps.*

### 3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 12**

*Operacionalización de variables*

<b>Variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>
<b>Nivel de servicio</b>	Condición que brinda la vía a los usuarios , permitiendo un manejo y desplazamiento seguro en cualquier momento	Desempeño de la vía	A, B, C, D, E, F
<b>Flujo vehicular</b>	Número de vehículos que circulan por la avenida	Cantidad de vehículos por unidad de hora	

### 3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.4.1. Instrumentos

Para la ejecución y realización de la investigación se utilizará:

- Formato de Aforo vehicular.
- Computadoras e impresora.
- Software office (Word, Excel y Pdf).
- Papel bond, copias, útiles de escritorio.
- Cámara Fotográfica.
- Cinta métrica.

### 3.4.2. Análisis de la Situación Actual

#### a) Vías que colindan en la zona de estudio

En la Zona de estudio existen diferentes tipos de vías que son transversales o que llegan perpendicularmente a la Av. Municipal. El análisis del flujo vehicular que tiene la Av. Municipal es producto de la acumulación de todas estas vías secundarias que se canalizan a la avenida principal.

Siendo las principales colectoras las siguientes Vías:

Tramo del Ovalo Cuzo hasta el Mercado Héroes del Cenepa

- Calle Andrés Bello
- Av. Los Poetas

Tramo del Mercado Héroes del Cenepa hasta la Plaza Pérez Gamboa

- Calle Pérez Gamboa
- Calle los Damascos

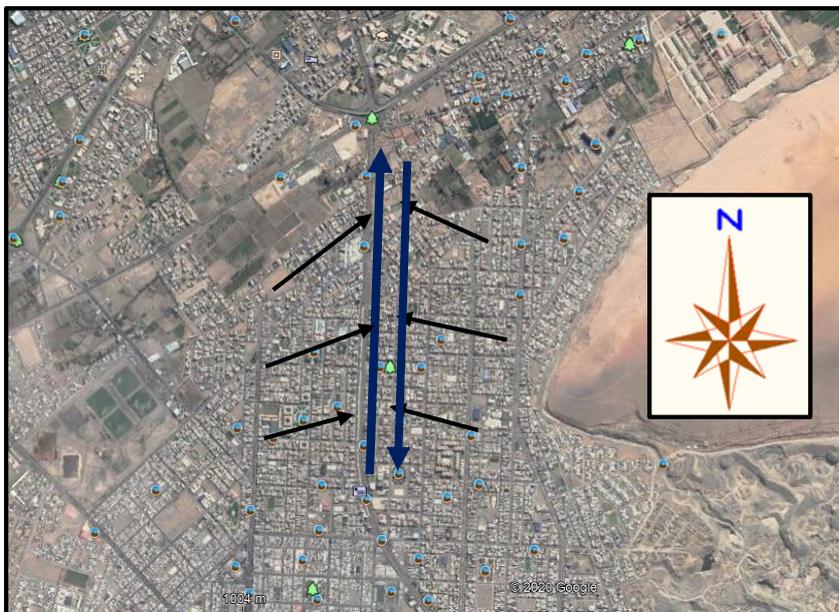
Tramo de la Plaza Pérez Gamboa hasta Municipalidad G. Albarracín

- Calle Angamos
- Calle las casuarinas

Existen además varias vías que alimentan, pero en menor porcentaje a las indicadas. Este flujo hacia la avenida Municipal se genera por la falta de otras vías de descongestionamiento hacia el centro o hacia el distrito capital.

Figura 9

*Vías que alimentan a la Av. Municipal*



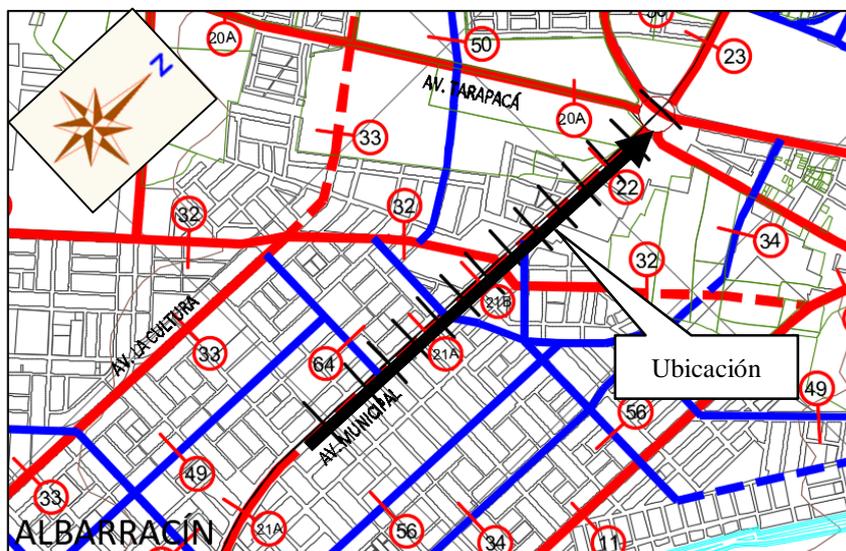
Nota. Google maps

### b) Secciones viales de la zona de estudio

Según el plan vial de Tacna tienen las siguientes características.

Figura 10

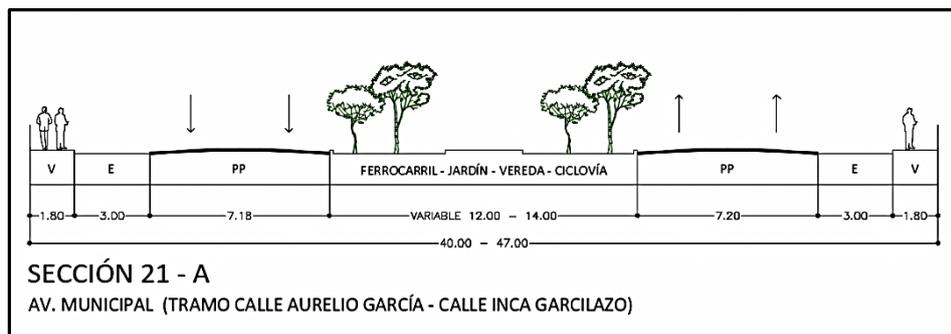
*Secciones viales de la zona de estudio según plan vial de Tacna 2015*



Nota. Catastro de Tacna 2015

**Figura 11**

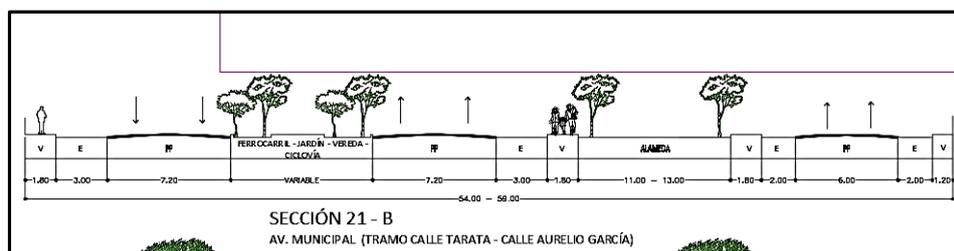
*Secciones viales de la Av. Municipal*



*Nota.* Catastro de Tacna 2015

**Figura 12**

*Secciones viales de la Av. Municipal*



*Nota.* Catastro de Tacna 2015

### c) **Semaforización de la zona de estudio**

La zona de estudio cuenta con ocho semáforos cuatro semáforos en el sentido de Norte a Sur (ingreso) y cuatro de Sur a Norte (salida), dichos semáforos están ubicados en las vías indicadas anteriormente.

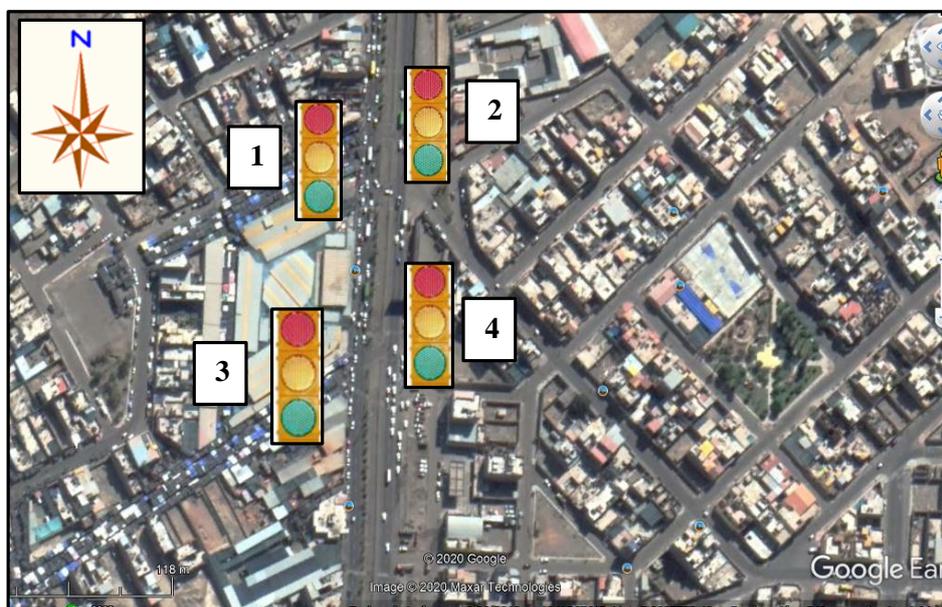
Todos los semáforos son solo de dos fases, el ciclo en Verde de la Av. Municipal no está sincronizado, existiendo variación de tiempos en sus ciclos y fases

Los tiempos en verde de las vías perpendiculares hacia la Av. Municipal presentan sincronización solo para doblar hacia la izquierda de Oeste a Norte.

En las Sigüientes figuras se indican la ubicación de los semáforos en la zona de estudio.

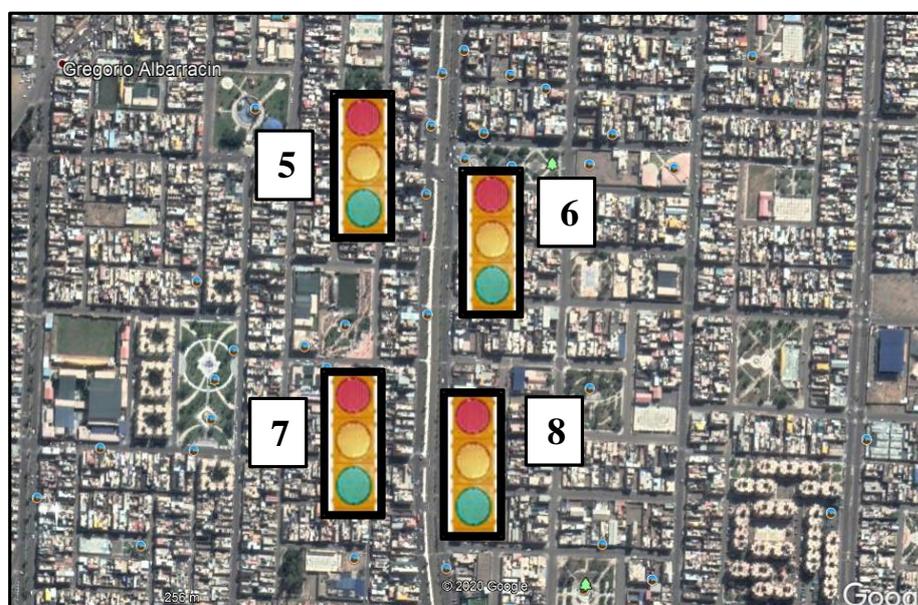
**Figura 13**

*Ubicación de los semáforos en la Av. Municipal (Mercado Héroes Cenepa)*



**Figura 14**

*Ubicación de los semáforos en zona de plaza Pérez Gamboa y 1ero Mayo*



El resultado de la medición de tiempos es como sigue:

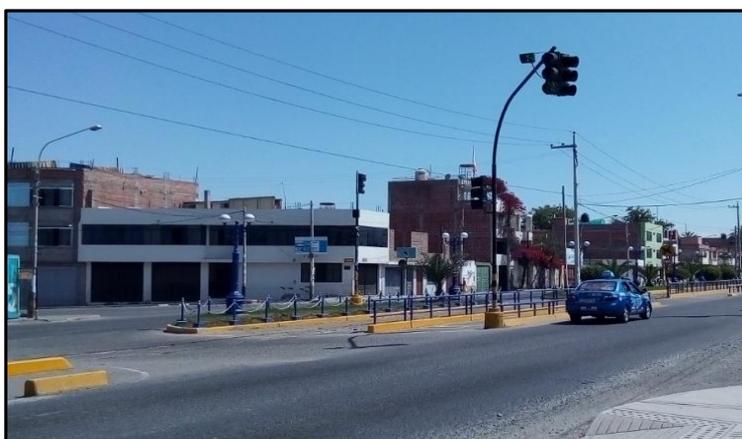
**Tabla 13**

*Los tiempos de ciclo para la Av. Municipal son los siguientes*

Semáforos	Tiempo Verde	Tiempo Ámbar	Tiempo Rojo
1 y 2	25 seg.	3 seg.	22 seg.
3 y 4	23 seg.	3 seg.	19 seg.
5 y 6	24 seg.	3 seg.	29 seg.
7 y 8	30 seg.	3 seg.	28 seg.

**Figura 15**

*Semáforos 1 y 2 cerca Mercado Héroes Cenepa*



**Figura 16**

*Semáforos 3 y 4 cerca Mercado Héroes Cenepa*

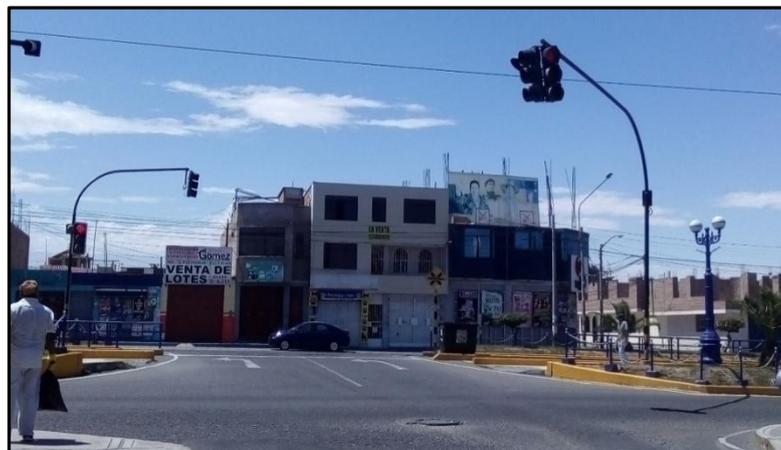


**Figura 17**

*Semáforos 5 y 6 Frente a Plaza Pérez Gamboa*

**Figura 18**

*Semáforos 7 y 8 Frente a Conj. Hab. Alfonso Ugarte I etapa*



### **3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

El proyecto tiene como propósito determinar el nivel de servicio de la av. municipal, la cual hoy en día enfrentan problemas de congestión y estacionamientos vehicular en sus horas punta o críticas.

A continuación se describe:

- 1) Se inicia con la recopilación de la información, para la cual se realizó un conteo de tráfico vehicular de forma manual en los tramos de la vía a intervenir. Para realizar el aforo se utiliza el formato para tráfico vehicular (tabla 14), en el cual se debe registrar el número de vehículos por categoría en intervalos de 15 minutos, iniciándose el registro desde las 7:00 a.m. hasta las 8:00 p.m.

**Tabla 14**

*Formato para tráfico vehicular.*



**FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION 1  
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA		Carretera "El mirador - Las Lomas"										
SENTIDO		ESTE A OESTE (BAJADA)										
UBICACION		Shancayan - Independencia - Huaraz										
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION		
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E		>=3 E	C2	C3	C4	
HORA VER.												
6 - 7	3				2							
7 - 8	2	2			6							
8 - 9	2	2	1		7							
9 - 10		1			6				1			
10 - 11	4	2			5							
11 - 12	3				4							
12 - 13	5		1		5							
13 - 14	1				5							
14 - 15	7	2			6				1			
15 - 16	2	1			4							
16 - 17	4	3	1		5							
17 - 18	5	1			2							

*Nota.* Formato del MTC.

- 2) Después de realizar el conteo de aforo vehicular, con ayuda de hoja de Excel, se realizó el cálculo y análisis vehicular en cada tramo la cual nos permite determinar el volumen de tránsito vehicular y el porcentaje por tipo o clase de automóviles que circulan en las horas de aforo, determinando así el factor horario de máxima demanda y el volumen horario de máxima demanda realizando el uso de las formulas correspondientes para cada caso.

**Tabla 15***Puntos de Aforo Vehicular y Tramos a Evaluar en Av. Municipal*

<b>Puntos de conteo</b>	<b>Avenida de estudio</b>	<b>Tramos a evaluar (sentido de flujo)</b>
1	Av. municipal	Tramo 01 Mercado Héroes del Cenepa Tramo 02 Plaza Eduardo Pérez Gamboa Tramo 03 Municipalidad Distrital CGAL

**Tabla 16***Clases de vehículos considerados en el estudio*

<b>Moto</b>	<b>Vehículo livianos</b>	<b>Buses</b>	<b>Camiones</b>
Motos, motos taxis	Autos, camionetas, combis	Minibuses y buses	Camiones

- 3) Una vez obtenidas los resultados, así como el volumen horario de máxima demanda se realiza el cálculo de velocidad de recorrido en la hora de mayor aforo vehicular. La recolección de información se realizó desde el inicio del tramo hasta el final. Se cronometra el recorrido de una determinada cantidad de vehículos, por medio de fórmulas estadísticas, previamente se debe de precisar la distancia de recorrido. Los datos recopilados luego son digitados en hojas de Excel y empleando las ecuaciones correspondientes (ecuación de velocidad media espacial) podremos determinar la velocidad promedio.
- 4) Por ultimo obtenida ya la velocidad de desplazamiento promedio en el tramo indicado, procedemos a determinar el nivel de servicio para ello empleamos la tabla de niveles de servicio del manual de capacidad de carreteras. De esta manera podremos determinar el nivel de servicio de la avenida municipal del distrito CrI. Gregorio Albarracín Lanchipa el cual es objetico de nuestra tesis.

## CAPITULO IV: RESULTADOS

## 4.1. FLUJO AV. MUNICIPAL (SENTIDO NORTE - SUR: MERCADO HÉROES DEL CENEPA)

Tabla 17

Aforo Vehicular (TPDS) en AV. MUNICIPAL, Sentido Norte Sur

PUNTO DE CONTROL	AV. MUNICIPAL	UBICACIÓN		PUNTO 1				
SENTIDO	DE NORTE A SUR	FECHA		LUNES 14/01/2019				
REGISTRADOR	LUIS OSCAR TICONA MAMANI							
Periodo	Auto partic.	Ómnibus	Camión	Combi	Camioneta rural	Moto/ mototaxi	Total	VHMD (veh/h)
<b>Mañana</b>								
07:00 _ 07:15	109	22	5	2	10	3	151	847
07:15 _ 07:30	143	25	4	1	16	1	190	929
07:30 _ 07:45	180	38	6	3	12	2	241	<b>957</b>
07:45 _ 08:00	<b>192</b>	46	6	4	14	3	265	893
08:00 _ 08:15	179	33	5	6	8	2	233	761
08:15 _ 08:30	176	28	1	4	6	3	218	693
08:30 _ 08:45	135	24	1	5	11	1	177	619
08:45 _ 09:00	103	22	0	5	2	1	133	608
<b>Medio Día</b>								
11:30 _ 11:45	122	23	4	2	12	2	165	709
11:45 _ 12:00	100	31	2	2	9	0	144	776
12:00 _ 12:15	123	25	1	1	13	3	166	843
12:15 _ 12:30	<b>182</b>	32	3	2	14	1	234	844
12:30 _ 12:45	178	32	4	1	13	4	232	749
12:45 _ 13:00	165	30	3	2	11	0	211	686
13:00 _ 13:15	124	28	4	1	9	1	167	669
13:15 _ 13:30	96	23	1	3	13	3	139	742
<b>Noche</b>								
18:00 _ 18:15	125	25	1	3	10	5	169	847
18:15 _ 18:30	147	35	2	1	8	1	194	909
18:30 _ 18:45	185	37	4	2	9	3	240	920
18:45 _ 19:00	<b>192</b>	38	2	2	6	4	244	874
19:00 _ 19:15	168	35	2	3	19	4	231	847
19:15 _ 19:30	152	26	2	2	21	2	205	
19:30 _ 19:45	149	25	1	1	17	1	194	
19:45 _ 20:00	167	25	1	2	19	3	217	
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>3,592</b>	<b>708</b>	<b>65</b>	<b>60</b>	<b>282</b>	<b>53</b>		

**Tabla 18***Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo*

Días	Auto partic.	Ómnibus	Camión	Combi	Camioneta rural	Moto/ mototaxi	Total
Lunes	3,592	708	65	60	282	53	4,760
Miércoles	3,352	635	71	38	245	46	4,387
Viernes	3,517	827	67	48	266	32	4,757
<b>TPDS</b>	<b>3,487</b>	<b>723</b>	<b>68</b>	<b>49</b>	<b>264</b>	<b>44</b>	<b>4,635</b>
<b>% Participación</b>	<b>75.24%</b>	<b>15.61%</b>	<b>1.46%</b>	<b>1.05%</b>	<b>5.70%</b>	<b>0.94%</b>	<b>100.00%</b>

VOLUMEN DE TRANSITO:

De tabla 18 podemos obtener los siguientes volúmenes de tránsito

Transito Diario (TD):

$$TD_{(LUNES)} = 4,760 \text{ veh/día}$$

$$TD_{(MIERCOLES)} = 4,387 \text{ veh/día}$$

$$TD_{(VIERNES)} = 4,757 \text{ veh/día}$$

Transito Semanal (TS):

$$TS = 4,760 + 4,387 + 4,757$$

$$TS = 13,904 \text{ veh/semana}$$

Transito Promedio Diario Semanal (TPDS)\*:

$$TPDS = \frac{13,904}{3}$$

$$TPDS = 4,635 \text{ veh/día}$$

\* Se consideró 3 días (laborables), para el objetivo de la investigación.

Variación de Volumen De Transito en la Hora De Máxima Demanda.  
 Hora de máxima demanda: 07:00 am – 08:00 am.

**Tabla 19**

*Volumen horario de máxima demanda (VHDM)*

Periodo (horas: minutos)		Flujo cada 15 minutos (vehículos mixtos)	VHMD (veh./h)
07:00	07:15	151	
07:15	07:30	190	<b>957</b>
07:30	07:45	241	
07:45	08:00	<b>265</b>	

Factor horario de Máxima Demanda (FHMD):

$$VHMD = 957 \text{ veh/h}$$

$$q_{max15} = 265 \text{ veh}/(15 \text{ minutos})$$

Reemplazamos los valores en la ecuación 6:

$$FHMD15 = \frac{957}{4(265)}$$

$$FHMD15 = 0.90$$

El FHMD es 0.90, este se aproxima a la unidad, lo que significa que existe una distribución uniforme de flujos máximos durante toda la hora.

Comparación entre la Tasa de Flujo Máximo y el Volumen Horario:

Según la tabla 19 y de acuerdo a la ecuación 1, tasa de flujo para dicho periodo es:

$$q_{max15} = q = \frac{N}{T}$$

$$q_{max15} = q = \frac{265 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(60 \frac{\text{min}}{1h}\right)$$

$$q = 1,060 \text{ veh/h}$$

$q > \text{VHMD}$ , significa que la frecuencia con la que pasaron los vehículos en este período (07:45 – 08:00) fue mayor que la frecuencia con la que pasaron en toda la hora efectiva. Esto muestra la concentración de vehículos en intervalos de tiempos cortos y ya que se trata del periodo de máxima demanda, se traduce a problemas de congestión.

#### 4.2. FLUJO AV. MUNICIPAL (SENTIDO SUR - NORTE: MERCADO HÉROES DEL CENEPA)

**Tabla 20**

*Aforo Vehicular (TPDS) en AV. Municipal, Sentido Sur – Norte*

PUNTO DE CONTROL		AV. MUNICIPAL		UBICACIÓN			PUNTO 1			
SENTIDO		DE SUR A NORTE		FECHA			LUNES 14/01/2019			
REGISTRADOR		JUNIORS URIEL CAPACUTE MEZA								
Periodo		Auto partic.	Ómnibus	Camión	Combi	Camioneta rural	Moto/mototaxi	Total	VHMD (veh/h)	
<b>Mañana</b>										
07:00	– 07:15	103	20	4	1	9	2	139	789	
07:15	– 07:30	135	23	3	1	15	0	177	870	
07:30	– 07:45	171	35	5	2	11	1	225	<b>899</b>	
07:45	– 08:00	<b>182</b>	43	5	3	13	2	<b>248</b>	842	
08:00	– 08:15	170	31	4	5	7	3	220	717	
08:15	– 08:30	167	26	1	3	5	4	206	612	
08:30	– 08:45	128	22	2	4	10	2	168	536	
08:45	– 09:00	97	20	0	4	2	0	123	523	
<b>Medio Día</b>										
11:30	– 11:45	78	21	3	1	11	1	115	618	
11:45	– 12:00	95	28	1	1	5	0	130	720	
12:00	– 12:15	117	23	0	2	11	2	155	786	
12:15	– 12:30	<b>173</b>	29	2	1	12	1	218	785	
12:30	– 12:45	170	29	3	1	11	3	217	694	
12:45	– 13:00	156	27	2	1	10	0	196	594	
13:00	– 13:15	117	25	3	0	8	1	154	579	
13:15	– 13:30	92	20	0	2	11	2	127	642	
<b>Noche</b>										
18:00	– 18:15	79	23	0	2	9	4	117	741	
18:15	– 18:30	139	32	1	1	7	1	181	837	
18:30	– 18:45	175	34	3	1	2	2	217	846	

18:45	–	19:00	<b>182</b>	34	1	1	5	3	226	808
19:00	–	19:15	159	31	1	2	17	3	213	781
19:15	–	19:30	144	23	2	1	19	1	190	
19:30	–	19:45	141	22	1	0	15	0	179	
19:45	–	20:00	158	21	0	1	17	2	199	
<b>SUMA TOTAL</b>			<b>3,328</b>	<b>642</b>	<b>47</b>	<b>41</b>	<b>242</b>	<b>40</b>		

**Tabla 21**

*Resumen de aforo promedio diario semanal según tipo de vehículo*

Días	Auto partic.	Ómnibus	Camión	Combi	Camioneta rural	Moto/ mototaxi	Total
Lunes	3,328	642	47	41	242	40	4,340
Miércoles	3,171	703	60	38	209	51	4,232
Viernes	3,361	615	47	34	151	59	4,267
<b>TPDS</b>	<b>3,287</b>	<b>653</b>	<b>51</b>	<b>38</b>	<b>201</b>	<b>50</b>	<b>4,280</b>
<b>% Participación</b>	<b>76.80%</b>	<b>15.27%</b>	<b>1.20%</b>	<b>0.88%</b>	<b>4.69%</b>	<b>1.17%</b>	<b>100.00%</b>

#### VOLUMEN DE TRANSITO:

De tabla 21 podemos obtener los siguientes volúmenes de tránsito.

Transito Diario (TD):

$$TD_{(LUNES)} = 4,340 \text{ veh/día}$$

$$TD_{(MIERCOLES)} = 4,232 \text{ veh/día}$$

$$TD_{(VIERNES)} = 4,267 \text{ veh/día}$$

Transito Semanal (TS):

$$TS = 4,340 + 4,232 + 4,267$$

$$TS = 12,839 \text{ veh/semana}$$

Transito Promedio Diario Semanal (TPDS)\*:

$$TPDS = \frac{12,839}{3}$$

$$TPDS = 4,280 \text{ veh/dia}$$

\* Se consideró 3 días (laborables), debido al objetivo de la investigación.

Variación de Volumen De Transito en la Hora De Máxima Demanda.

Hora de máxima demanda: 07:00 am – 08:00 am.

**Tabla 22**

*Volumen Horario de Máxima Demanda (VHDM)*

Periodo (horas: minutos)		Flujo cada 15 minutos (vehículos mixtos)	VHMD (veh/h)
<b>07:00</b>	07:15	139	
<b>07:15</b>	07:30	177	
<b>07:30</b>	07:45	225	<b>899</b>
<b>07:45</b>	08:00	<b>248</b>	

Factor horario de Máxima Demanda (FHMD):

$$VHMD = 899 \text{ veh/h}$$

$$q_{max15} = 248 \text{ veh/(15 minutos)}$$

Reemplazamos los valores en la ecuación 6:

$$FHMD_{15} = \frac{899}{4(248)}$$

$$FHMD_{15} = 0.91$$

El FHMD es 0.91, este se aproxima a la unidad, lo que significa que existe una distribución uniforme de flujos máximos durante toda la hora.

Comparación entre la Tasa de Flujo Máximo y el Volumen Horario:

Según la tabla 22 y de acuerdo a la ecuación 1, tasa de flujo para dicho periodo es:

$$q_{max15} = q = \frac{N}{T}$$

$$q_{max15} = q = \frac{248 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(60 \frac{\text{min}}{1 \text{ h}}\right)$$

$$q = 992 \text{ veh/h}$$

$q > \text{VHMD}$ , nos indica la frecuencia en el cual pasan los vehículos en este periodo (07:45 – 08:00) es mayor en que todas las horas efectivas. Esto se traduce como problemas de congestión, ya que muestra la aglomeración de vehículos en intervalos de tiempos cortos.

#### 4.3. ESTUDIO DE VELOCIDADES Y DETERMINACIÓN DE SERVICIO

Se define la distancia de recorrido, el cronometrado de tiempo de demora los automóviles.

La ecuación que se utiliza es la 12 para determinar la cantidad de automóviles a observar, posteriormente se realiza una tabla con tiempos y las velocidades de los automóviles observados, posteriormente para determinar la velocidad promedio de recorrido utilizamos la ecuación 13

##### DISTANCIA DE RECORRIDO

**Tabla 23**

*Distancia de recorrido para medición de velocidades*

<b>Avenida Municipal</b>	<b>Distancia (M)</b>
<b>De norte a sur</b>	1599 m
<b>De sur a norte</b>	1599 m

- Análisis estadístico:

Tamaño de muestra (N): reemplazando valores en la ecuación 12.

$$N = \left( \frac{SK}{E} \right)^2$$

Dónde:

N = tamaño mínimo de la muestra.

S = 8 (de tabla 7 se recomienda utilizar este valor para cualquier tipo de vía)

K = 2 (constante que corresponden al nivel de confianza es de 95.5)

E = 2 km/h (considerando que varía entre  $\pm 8$  y  $\pm 1.5$  km/h)

**Tabla 24**

*Tamaño de muestra para el análisis de velocidad*

ID	Avenida	Tramo a evaluar	N° Carril	S	K	E	N
01	Municipal	De Norte a Sur	2	8	2	2	64
		De Sur a Norte	2				

El estudio de velocidades de recorrido se efectuará con una muestra de 64 vehículos para cada sentido de la vía en evaluación

- Determinación de Velocidad Media de Recorrido:

Se obtiene la dividir la distancia recorrida entre el promedio del tiempo recorrido. De esta manera podemos afirmar que la velocidad media de recorrido en una velocidad media especial con referencia a la distancia.

N° de vehículos: n1, n2, n3, n4,.....n64

Tiempos: t1, t2, t3, t4,.....t64

La distancia de recorrido para cada vía se muestra en la tabla 20 y la velocidad se determina usando la ecuación 7:

$$V = \frac{d}{t}$$

Velocidades: v1, v2, v3, v4,.....v64

Luego se determina la inversa de la misma para aplicar según corresponde en la ecuación 11 y obtener la velocidad media espacial, de este modo:

Inversa de velocidades: 1/v1, 1/v2, 1/v3, 1/v4,.....1/v64

$$\widehat{V}_e = \frac{64}{\frac{1}{v1} + \frac{1}{v2} + \frac{1}{v3} + \dots + \frac{1}{v64}}$$

- Determinación del nivel de servicio:

Luego de obtener los resultados de la velocidad media, procedemos a determinar el nivel de servicio de la avenida para ello utilizamos la tabla 4.

Av. Municipal (sentido norte a sur: Mercado Héroes del Cenepa – Municipalidad Distrital Coronel Gregorio Albarracín I.)

- Calculo de velocidad media de recorrido:

a. Distancia de 1,599 m

Tabla 25

*Velocidades de recorrido e inversas Av. Municipal (sentido Norte a Sur)*

N° vehículos	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	1/vi (h/km)	N° vehículos	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	1/vi (h/km)
1	498	11.56	0.09	33	473	12.17	0.08
2	485	11.87	0.08	34	465	12.38	0.08
3	495	11.63	0.09	35	453	12.71	0.08
4	501	11.49	0.09	36	565	10.19	0.10
5	500	11.51	0.09	37	496	11.61	0.09
6	510	11.29	0.09	38	500	11.51	0.09
7	518	11.11	0.09	39	508	11.33	0.09
8	514	11.20	0.09	40	504	11.42	0.09
9	510	11.29	0.09	41	500	11.51	0.09
10	513	11.22	0.09	42	513	11.22	0.09
11	521	11.05	0.09	43	521	11.05	0.09
12	532	10.82	0.09	44	550	10.47	0.10
13	512	11.24	0.09	45	531	10.84	0.09
14	515	11.18	0.09	46	543	10.60	0.09
15	526	10.94	0.09	47	545	10.56	0.09
16	520	11.07	0.09	48	537	10.72	0.09
17	523	11.01	0.09	49	532	10.82	0.09
18	532	10.82	0.09	50	512	11.24	0.09
19	524	10.99	0.09	51	523	11.01	0.09
20	529	10.88	0.09	52	568	10.13	0.10
21	515	11.18	0.09	53	526	10.94	0.09
22	503	11.44	0.09	54	536	10.74	0.09
23	509	11.31	0.09	55	541	10.64	0.09
24	512	11.24	0.09	56	531	10.84	0.09
25	515	11.18	0.09	57	523	11.01	0.09
26	509	11.31	0.09	58	540	10.66	0.09
27	516	11.16	0.09	59	538	10.70	0.09
28	500	11.51	0.09	60	529	10.88	0.09
29	498	11.56	0.09	61	541	10.64	0.09
30	510	11.29	0.09	62	530	10.86	0.09
31	519	11.09	0.09	63	521	11.05	0.09
32	532	10.82	0.09	64	532	10.82	0.09
			<b>2.85</b>				<b>2.91</b>
<b>Total <math>\Sigma</math></b>					<b>5.76</b>		

Reemplazando valores en la ecuación 11, se tiene:

$$\widehat{V}_e = \frac{n}{\sum_i^n \frac{1}{V_i}}$$

$$\widehat{V}_e = \frac{64}{5.76 \text{ h/Km}}$$

$$\widehat{V}_e = 11.11 \text{ Km/h}$$

Clasificación de la Arteria:

La Av. Municipal en el sentido de Norte A Sur, según la tabla 5 es una arteria principal por su categoría funcional y una arteria intermedio por su categoría de proyecto.

Y de acuerdo a la tabla 6, Clases de Arteria de acuerdo con su Función y Categoría de Proyecto, es una vía de CLASE III.

- Determinación del Nivel de Servicio:

$$\widehat{V}_e = 11 \text{ Km/h}$$

Comparando el resultado con la tabla Nro. 6, el resultado de la investigación nos da el nivel de servicio es "E" para una clase de artera III

Clase de arteria	I	II	III
Velocidad en régimen libre típica (km/h)	64 km/h	53 km/h	43 km/h
<b>Nivel de servicio</b>	<b>Velocidad de recorrido media (KM/H)</b>		
A	≥ 56	≥ 48	≥ 40
B	≥ 45	≥ 38	≥ 30
C	≥ 35	≥ 29	≥ 21
D	≥ 27	≥ 23	≥ 14
<b>E</b>	≥ 21	≥ 16	<b>≥ 11</b>
F	≤ 21	≤ 16	≤ 11

Tenemos como resultado que el **nivel de servicio es "E"**

b. Distancia de 1,599 m

**Tabla 26**

*Velocidades de recorrido e inversas Av. Municipal (sentido Sur a Norte)*

N° vehículos	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	1/vi (h/km)	N° vehículos	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	1/vi (h/km)	
1	448	12.84	0.08	33	426	13.52	0.07	
2	437	13.19	0.08	34	419	13.75	0.07	
3	446	12.92	0.08	35	408	14.12	0.07	
4	451	12.77	0.08	36	509	11.32	0.09	
5	450	12.79	0.08	37	446	12.90	0.08	
6	459	12.54	0.08	38	450	12.79	0.08	
7	466	12.35	0.08	39	457	12.59	0.08	
8	463	12.44	0.08	40	454	12.69	0.08	
9	459	12.54	0.08	41	450	12.79	0.08	
10	462	12.47	0.08	42	462	12.47	0.08	
11	469	12.28	0.08	43	469	12.28	0.08	
12	479	12.02	0.08	44	495	11.63	0.09	
13	461	12.49	0.08	45	478	12.05	0.08	
14	464	12.42	0.08	46	489	11.78	0.08	
15	473	12.16	0.08	47	491	11.74	0.09	
16	468	12.30	0.08	48	483	11.91	0.08	
17	471	12.23	0.08	49	479	12.02	0.08	
18	479	12.02	0.08	50	461	12.49	0.08	
19	472	12.21	0.08	51	471	12.23	0.08	
20	476	12.09	0.08	52	511	11.26	0.09	
21	464	12.42	0.08	53	473	12.16	0.08	
22	453	12.72	0.08	54	482	11.93	0.08	
23	458	12.57	0.08	55	487	11.82	0.08	
24	461	12.49	0.08	56	478	12.05	0.08	
25	464	12.42	0.08	57	471	12.23	0.08	
26	458	12.57	0.08	58	486	11.84	0.08	
27	464	12.40	0.08	59	484	11.89	0.08	
28	450	12.79	0.08	60	476	12.09	0.08	
29	448	12.84	0.08	61	487	11.82	0.08	
30	459	12.54	0.08	62	477	12.07	0.08	
31	467	12.32	0.08	63	469	12.28	0.08	
32	479	12.02	0.08	64	479	12.02	0.08	
			<b>2.57</b>				<b>2.62</b>	
Total $\Sigma$					<b>5.18</b>			

Reemplazando valores en la ecuación 11, se tiene:

$$\widehat{V}_e = \frac{n}{\sum_i^n \left( \frac{1}{V_i} \right)}$$

$$\widehat{V}_e = \frac{64}{5.18 \text{ h/Km}}$$

$$\widehat{V}_e = 12.36 \text{ Km/h}$$

Clasificación de la Arteria:

La Av. Municipal en el sentido de Norte A Sur, según la tabla 5 es una arteria principal por su categoría funcional y una arteria intermedio por su categoría de proyecto.

Y de acuerdo a la tabla 6, Clases de Arteria de acuerdo con su Función y Categoría de Proyecto, es una vía de CLASE III.

- Determinación del Nivel de Servicio:

$$\widehat{V}_e = 12 \text{ Km/h}$$

Comparando el resultado con la tabla Nro. 6, el resultado de la investigación nos da el nivel de servicio es "E" para una clase de artera III

CLASE DE ARTERIA	I	II	III
Velocidad en régimen libre típica (km/h)	64 km/h	53 km/h	43 km/h
<b>NIVEL DE SERVICIO</b>	<b>VELOCIDAD DE RECORRIDO MEDIA (KM/H)</b>		
A	≥ 56	≥ 48	≥ 40
B	≥ 45	≥ 38	≥ 30
C	≥ 35	≥ 29	≥ 21
D	≥ 27	≥ 23	≥ 14
<b>E</b>	≥ 21	≥ 16	<b>≥ 11</b>
F	≤ 21	≤ 16	≤ 11

Tenemos como resultado que el **nivel de servicio es "E"**

Haciendo un resumen general de los resultados del aforo vehicular.

Se da a conocer la cantidad de automóviles que pasa por determinado sentido de la avenida.

**Tabla 27**

*Estudio de la Av. Municipal*

ID	Avenida en estudio	Tramo a evaluar (sentido de flujo)
1	Avenida Municipal	De Norte a Sur 1,599 m
2		De Sur a Norte 1,599 m

En la tabla 27 se establece un ID para cada tramo, a modo de leyenda para la interpretación de las tablas posteriores.

**Tabla 28**

*Aforo vehicular por tipo de vehículo. Transito promedio diario semanal*

Promedio Semanal IMD							
ID	Auto Part.	Ómnibus	Camión	Combi	Camioneta Rural	Moto Moto taxi	Total de Vehículos
1	3,487	723	68	49	264	44	4,635
2	3,287	653	51	38	201	50	4,280

En la tabla 28, se observa que en la Av. Municipal se realizó la jornada de conteo resultando el mayor volumen de vehículos en el sentido de Norte a Sur que fue evaluada por carril, puesto que es una vía de doble calzada.

**Tabla 29***Vehiculó con mayor influencia en la vía*

ID	Total (veh./día)	Vehículos Predominantes	Porcentajes
1	4,635	Autos Ómnibus	75.24% 15.61 %
2	4,280	Autos Ómnibus	76.80 % 15.27%

En la tabla 29, se puede considerar que la mayor parte del tránsito vehicular en la Av. Municipal está compuesta de vehículos de transporte público, principalmente de autos particulares, taxis y ómnibus.

**Tabla 30***Factor de máxima demanda*

ID	VHMD	Qmax15	FHMD	Hora de máxima demanda
1	957	265	0.90	07:00 am – 08:00 am
2	899	248	0.91	07:00 am – 08:00 am

La tabla 30, da a conocer los factores de máxima demanda, el cual se aproxima a la unidad, esto se indica que existe una distribución uniforme de flujos máximos durante toda la hora.

También podemos observar en dicha tabla las horas de máxima demanda son al inicio del día, es decir aproximadamente entre las 7:00 am - 8:00 am.

**Tabla 31***Nivel de Servicio*

<b>ID</b>	<b>Clase de arteria</b>	<b>Velocidad media de recorrido (km/h)</b>	<b>Nivel de servicio</b>
1	III	11	E
2	III	12	E

Como se indica en la tabla 31, las velocidades de recorrido en la hora de máxima demanda son relativamente bajas, esto es ocasionado por las constantes interrupciones generadas por el congestionamiento de vehículos en horas punta.

En cuanto al Nivel de Servicio, de acuerdo a los resultados la avenida municipal se encuentra en un nivel de servicio E.

Estos resultados se pueden interpretar por unas demoras importantes en el acceso, en este nivel se encuentra la formación de las largas colas en horas puntas. Lo cual se puede apreciar a simple vista en horas puntas.

## CAPITULO V: DISCUSIÓN

Luego de la recolección de información y los estudios realizados, se obtuvo como resultados que av. Municipal presenta un nivel de servicio E. Estos resultados se pueden interpretar que el estudio del flujo vehicular es inestable, los vehículos tienen una velocidad media de recorrido entre 11 y 12 Km/hr.

La velocidad media genera la aglomeración de vehículos, esto se ve por lo general en horas punta y en días de mayor circulación (martes y viernes feria en el Mercado héroes del cenepa). Además, la baja velocidad se genera debido a que la Av. Municipal capta el tráfico colindante de las asociaciones de vivienda y del tráfico que se viene y va hacia el interior del Distrito Gregorio Albarracín, además los flujos vehiculares que ingresen a la Av. Municipal generan flujos en sentido hacia la izquierda la cual obliga a tener semáforos para el pare obligatorio en la Av. Municipal, prueba de ello son los 8 semáforos existentes en la zona de estudio que no están sincronizados. Se plantean las siguientes alternativas.

**Primera Alternativa:** Ampliar tiempo en semáforos Ciclo en verde Av. Municipal considerando que se debe priorizar el nivel de calidad de vida de las personas que circulan por estas vías a pie o en vehículos, se plantea una solución con mejoras en el flujo de vial y peatonal, tomando como referencia que existe variación de ciclos en verde y rojo para la Av. Municipal, además de giros hacia la izquierda (ingreso a la Av. Municipal), por lo que se plantea la ampliación de los tiempos del ciclo en verde de los semáforos, como sigue:

**Tabla 32**

*Propuesta de tiempos en Verde*

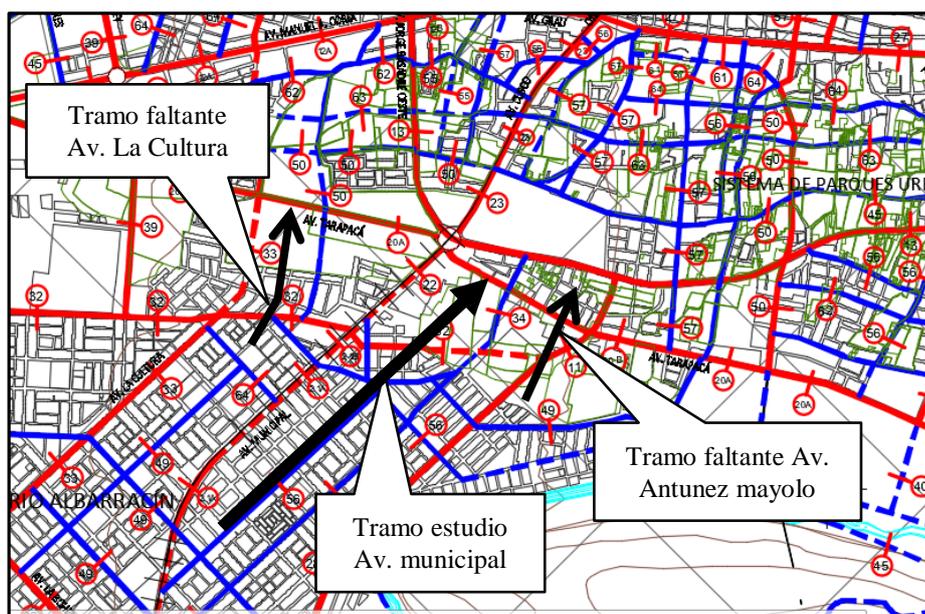
Semáforos	Tiempo Verde actual	Tiempo Verde Propuesta
1 y 2	25 seg.	30 seg.
3 y 4	23 seg	30 seg.
5 y 6	24 seg	30 seg
7 y 8	30 seg.	30 seg.

Con esta propuesta se tendría mayor tiempo en verde a la Av. Municipal, garantizando un mayor flujo y disminuyendo el congestionamiento, mejorando la velocidad de los vehículos entre 20 a 30 km/hr. (Nivel de servicio = C). Además, se debe de considerar un semáforo en el ingreso del ovalo cuzco en horas punta de la mañana (salida de cono sur hacia el centro de la ciudad)

**Segunda Alternativa:** Apertura de dos nuevas vías de acceso al Cono Sur. Tomando en consideración los resultados del nivel de servicio que presentan el tramo de estudio y tomando en consideración el plan vial Urbano de la Ciudad Plasmado en el Plan de Desarrollo Urbano 2015-2015, se tiene pendiente dos vías proyectadas, una vía colectora y una vía arterial, una vía está al lado Oeste de la Av. Municipal y se denomina “Av. la Cultura”, con dos carriles por sentido la cual desembocaría en la Av. Tarapacá, la otra vía está al lado Este de la Av. Municipal y se denomina “Av. Antúnez de Mayolo” con dos carriles por sentido, la cual desembocaría en la Av. Tarapacá y a su vez en la Av. Jorge Basadre Este. En la siguiente figura se muestra lo planteado en el plan vial urbano de Tacna.

**Figura 19**

*Ubicación de apertura de los dos tramos*



Las dos vías descongestionarían notablemente el flujo de ingreso y salida en todo el tramo de estudio, además se tendría que reordenar el transporte

público de buses y micros con una ordenanza municipal, haciendo que el 25% de rutas sea direccionado hacia la Av. La Cultura y el otro 25% de rutas a la Av. Antúñez de Mayolo, quedando solo la mitad de las rutas en la Av. Municipal, con lo cual se tendría una mayor descongestión vehicular y por lo tanto un mejor nivel de servicio reduciendo el nivel hasta un nivel B. con velocidad del flujo vehicular mayor a 30Km/hr.

**Tercera Alternativa:** Instalación de semáforos inteligentes Av. municipal.

Lo que hace los semáforos inteligentes es sincronizar los semáforos para que los vehículos estén el menor tiempo parados sobre en las horas de mayor flujo vehicular u horas pico, además los semáforos inteligentes hacen un conteo del flujo vehicular en tiempo real mediante cámaras de video y de esta manera modifica los tiempos de verde y rojo en función al flujo que presenta cada vía, la aplicación de este sistema tiene como resultado un ahorro del 30% del tiempo de viaje de los usuarios. Además, se tendría una velocidad media mayor a 45 Km/hr., alcanzando un nivel de servicio entre B y A.

Este sistema es muy utilizado en países desarrollados, en América Latina se tiene aplicaciones en varias ciudades especialmente en las capitales de países, otra de las ventajas es que reduce la participación de la policía de tránsito, dado que se tiene una central de monitoreo y control. La ubicación de los semáforos sería la misma, solo se cambiaría el aparato o equipo electrónico.

**Figura 20**

*Modelo de semáforo inteligente con control de tráfico*



*Nota.* Alamy.es/semáforo

## CONCLUSIONES

- De acuerdo al flujo vehicular actual existente en la Av. Municipal en el tramo de investigación se determinó que el nivel de servicio corresponde a E, esto significa una vía con una velocidad baja en su recorrido, con libertad de maniobra para circular extremadamente difícil. Como se ha descrito este resultado obedece a una serie de causas como ser: cruces de vías y giros hacia izquierda que obligan a la instalación de semáforos, funcionamiento de feria en la zona del Mercado Héroes del Cenepa en dos días de la semana, que genera aglomeración de personas y por ende la congestión de vehículos públicos y privados, pocas o casi la única vía de entrada y salida de vehículos del centro de la ciudad con el cono sur, la existencia de una serie de actividades comerciales a lo largo del tramo de investigación.
- Según los aforos se ha determinado el comportamiento del tráfico vehicular en la Av. Municipal en los tres tramos de investigación que hacen un total de 1599 m. cada tramo ha tenido una estación de conteo ubicados en el Mercado Héroes del Cenepa, en la plaza Perez Gamboa y a la altura de la Municipalidad Distrital G. Albarracín. Los resultados del flujo vehicular fueron para el sentido de Norte a Sur (ingreso a Cono Sur) 4635 veh/día., mientras que para el sentido de Sur a Norte (salida de cono sur) el flujo vehicular alcanzo los 4280 veh/día. Este flujo está compuesto básicamente por vehículos públicos y privados como ser los mototaxis, autos, camionetas, combis, combis, minibuses y camiones.
- De acuerdo a los resultados obtenidos la velocidad del flujo vehicular en la Av. Municipal en el tramo de estudio tiene el siguiente comportamiento: en el sentido de Norte a Sur (ingreso a Cono Sur) tiene una velocidad media de recorrido de 11 km/hr., correspondiente a 957 VHMD. y en el sentido de Sur a Norte (salida de Cono Sur) tiene una velocidad media de recorrido de 12 km/hr., correspondiente a 899 VHMD. estas velocidades determinan que los sentidos tienen un nivel de servicio E.

- Con los resultados obtenidos y para desarrollar mejores condiciones de vida en la población afectada directa e indirectamente, se ha planteado tres propuestas que mejoran la Velocidad media de recorrido y por ende mejora el nivel de servicio vehicular de la zona de estudio, siendo:
  - a. La primera propuesta plantea ampliar el tiempo del ciclo en verde de los semáforos de la Av. Municipal, en los sentidos uniformizando a 30 segundos en los cuatro semáforos de Norte a Sur y Viceversa, esta modificación permitiría evacuar en un mayor tiempo el tramo de estudio y mejorar el Nivel de Servicio de la Vía.
  - b. La segunda propuesta plantea la apertura de dos nuevas vías de acceso al Distrito G. Albarracín, dichas vías ya se encuentran establecidas en el plan de desarrollo urbano de Tacna 2015-2025. Una vía es colectora y la otra vía es arterial, una vía está al lado Oeste de la Av. Municipal y se denomina “Av. la Cultura”, con dos carriles por sentido la cual desembocaría en la Av. Tarapacá, la otra vía está al lado Este de la Av. Municipal y se denomina “Av. Antúnez de Mayolo” con dos carriles por sentido, la cual desembocaría en la Av. Tarapacá y a su vez en la Av. Jorge Basadre. La apertura de dichas vías descongestionaría notablemente el flujo vehicular en la Av. Municipal mejorando la velocidad media de recorrido de los vehículos.
  - c. La tercera propuesta es un planteamiento innovador y tecnológico, se trata de implantar un sistema moderno de señalización vehicular con semáforos inteligentes con control del flujo vehicular y sincronización de semáforos para flujos en ciclos en verde, generando un flujo continuo de los vehículos, cuyos resultados alcanzarían un 30 % de ahorro en el tiempo de viaje de las personas, por ende mejorando la velocidad media de recorrido de los vehículos y mejorando el nivel de servicio de la Av. Municipal.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las entidades del estado como ser Municipalidades Distritales y Provinciales a tomar en cuenta lo indicado en el Plan de Desarrollo urbano Vigente para generar y consolidar nuevas rutas de acceso al distrito de G. Albarracín.
- Se recomienda a la Municipalidad distrital a tomar en cuenta las conclusiones y propuestas de mejora de la velocidad media de recorrido de los vehículos por la Av. Municipal.
- Se recomienda a los futuros investigadores a profundizar los estudios de nivel de servicio de la Av. Municipal tomando en consideración otros parámetros y que estas puedan ser simulados con programas de flujos de tráfico.
- Se recomienda a la Municipalidad Distrital G. Albarracín generar un proyecto de mejora de la señalización vehicular, peatonal y de bicicletas a fin de minimizar los accidentes en estas zonas, debido a que están considerados como puntos negros dentro del informe de la subgerencia de transporte de la dicha institución. Adicionalmente se debería ir desarrollando proyectos de pasos o puentes peatonales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 27181, L. (2015). *Ley General de transporte y transito terrestre*. Lima Peru: Diario oficial el peruano.
- BIRF-AIF. (s.f.). *Banco Internacional de Reconstruccion y fomento - Asociacion Internacional de Fomento*. EE.UU.
- Cal y Cardenas. (2000). *Ingenieria de transio, Funamentos y Aplicaciones*. colombia: 8va edicion.
- Chavez, V. (2005). *Manual de Diseño Geometrico de Vias Urbanas*. Lima - Peru: VCHI.SA.
- Condori A., Lipa J. (2018). *Optimizacion del flujo vehicular en la interseccion vial de la avenida Bolognesi con la avenida Basadre y Forero*. Tacna: Universidad privada de Tacna.
- DS-058. (2003). *Reglamento Nacional de Vehiculos*. Lima Peru: Diario oficial el Peruano.
- Gutierrez A., Amati V. (2012). *Viabilidad del uso de sensores de trafico en las intersecciones semaforizadas congestionadas del municipio maracaibo del estado Zulia*. Maracaibo: Universidad Rafael Urdaneta .
- INEI. (2019). *Instituto Nacional de Estadistica e Informatica*. Tacna-Peru.
- MDGAL. (2013). *Informe final Identificacion de Puntos Negros de accidentes de transito en la juridiccion del distrito. G. albarracin - Tacna*.
- Montoya, M. (2017). *Estudio y optimizacion de la red vial avenida america sur, tramo prolongacion cesar vallejo - avenida ricardo palma*. Trujillo: Universidad privada antenor orrego.
- PDU, T. (2015-2015). *Plan de desarrollo Urbano de Tacna*. Tacna.

# **ANEXOS**

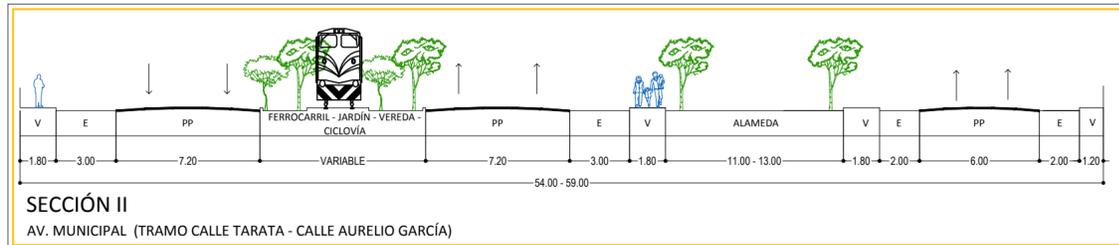
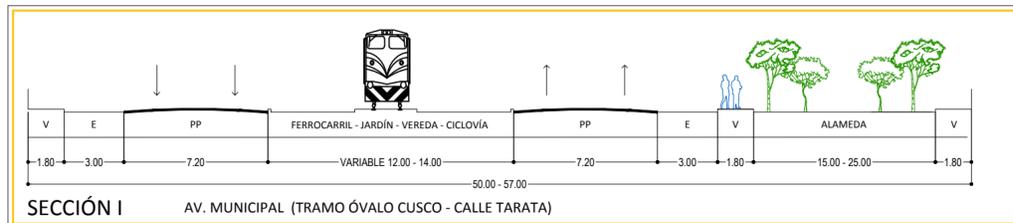
**ANEXO 1**

**PLANO DE UBICACIÓN**

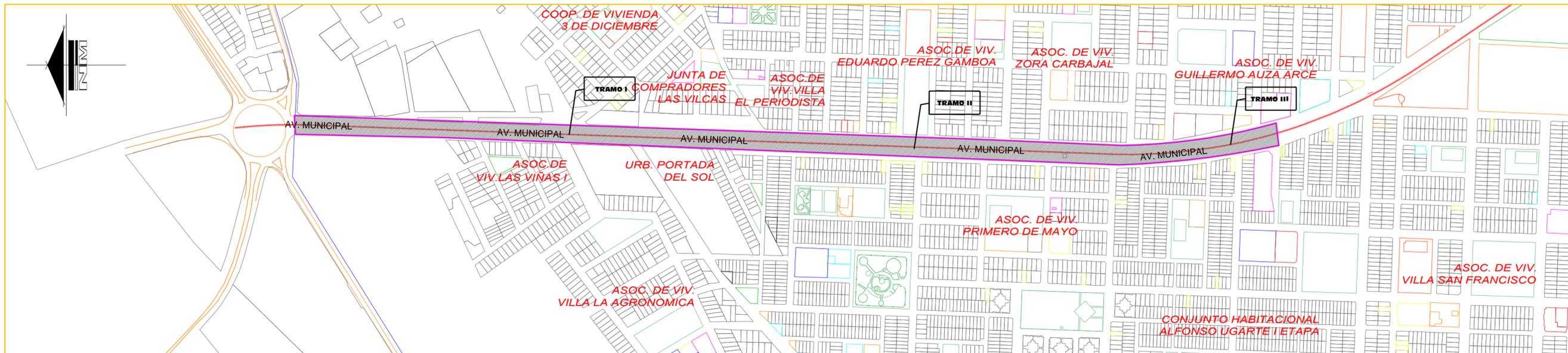
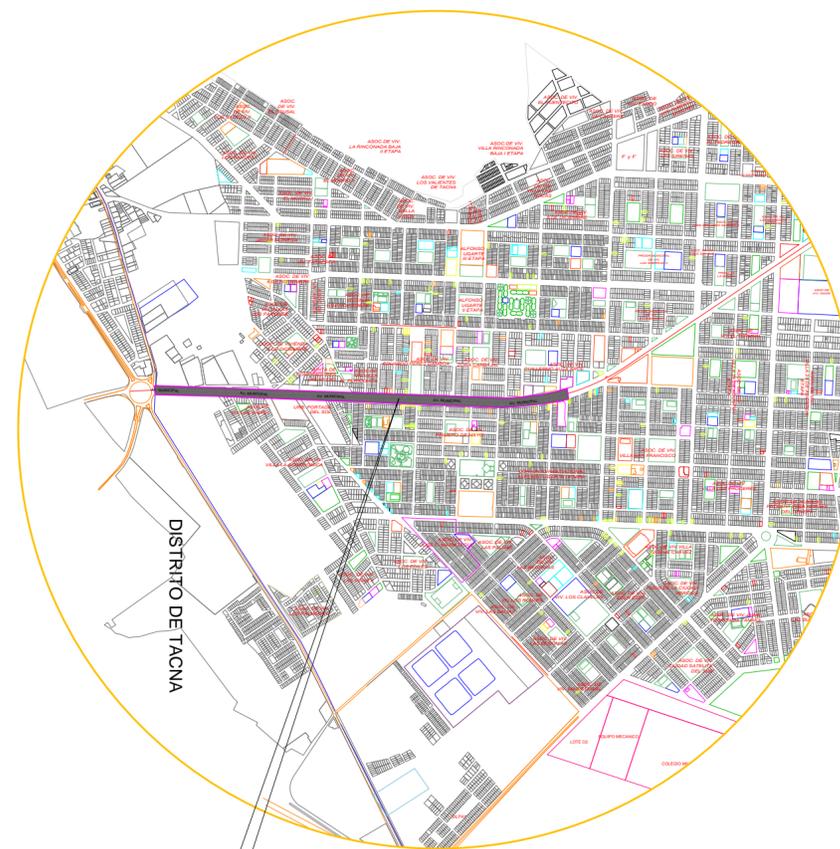
# UBICACION

## AVENIDA LA CULTURA

"DETERMINACION DEL NIVEL DE SERVICIO EN TRES TRAMOS DE LA AVENIDA MUNICIPAL, DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA - TACNA-TACNA"



**SECCION VIAL**  
INFRAESTRUCTURA VIAL, FERROVIARIO Y PEATONAL  
EN LA AVENIDA MUNICIPAL  
ESC. 1/250



AVENIDA MUNICIPAL  
AREA : 43552.1367 M2  
PERIMETRO : 2902.626ML

	<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</b>		PLANO: UBICACION Y LOCALIZACION
	TESIS: "DETERMINACION DEL NIVEL DE SERVICIO EN TRES TRAMOS DE LA AVENIDA MUNICIPAL, DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA - TACNA-TACNA"		
	PROYECTISTAS: BACH. CAPACITE MEZA, JUNIORS URIEL BACH. TICONA MAMANI, LUIS OSCAR		OBSERVACIONES: LAMINA
	UBICACION: DEPARTAMENTO TACNA - PROVINCIA TACNA - DISTRITO CGAL	ESCALA: INDICADA	FECHA: MAYO 2019

**ANEXO 2**

**PLANO DE**

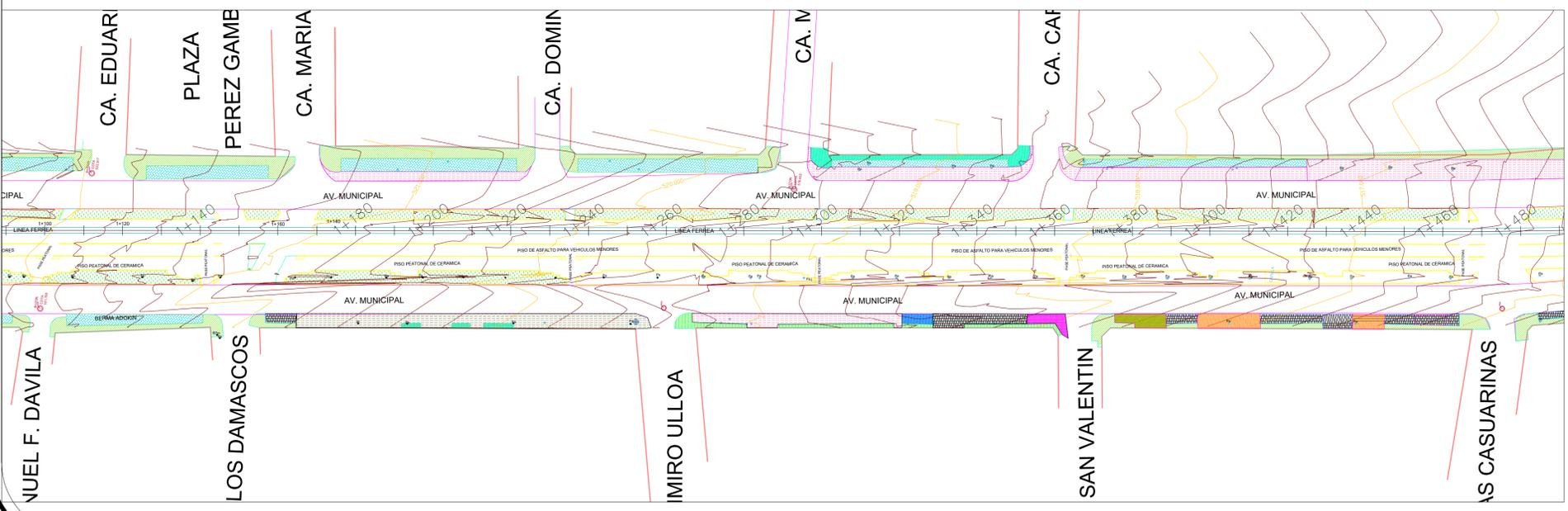
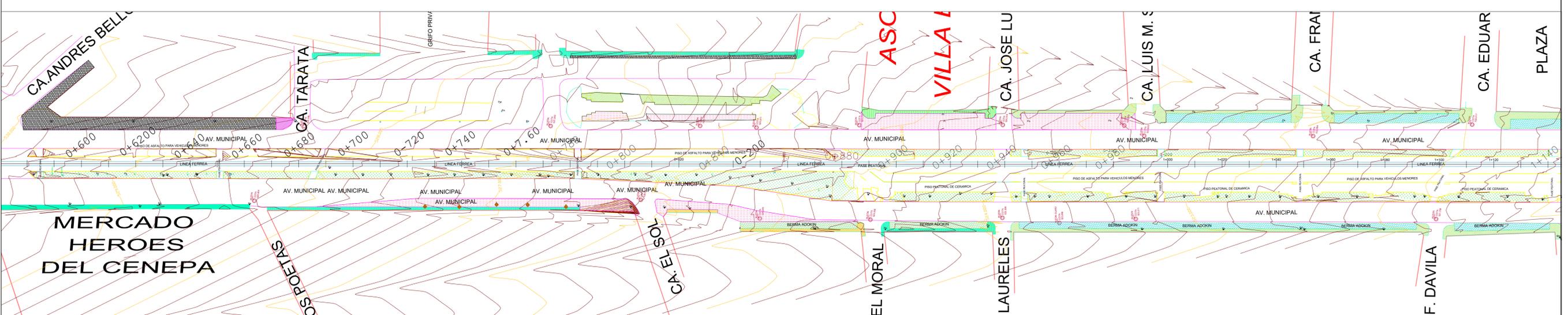
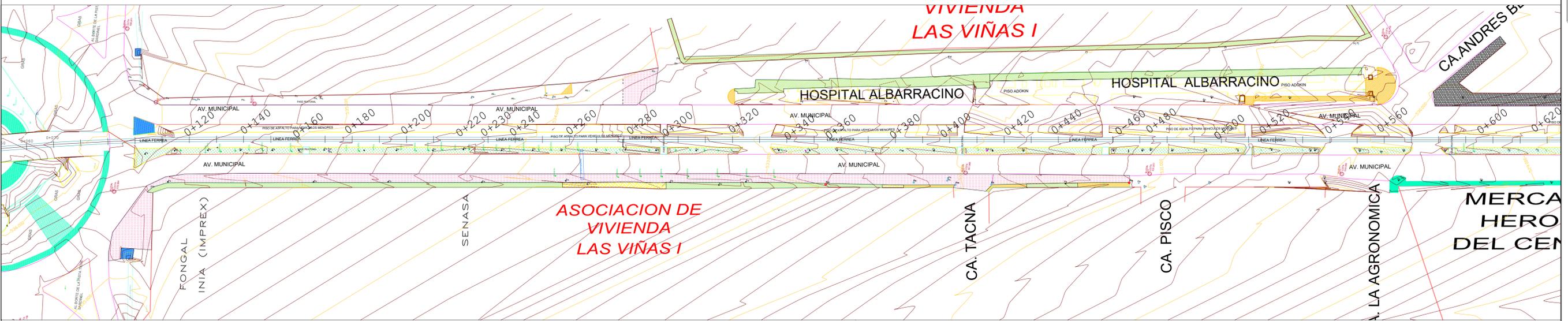
**LEVANTAMIENTO**

**TOPOGRÁFICO**

# TOPOGRAFÍA

SITUACIÓN ACTUAL DE LA AVENIDA MUNICIPAL

"DETERMINACION DEL NIVEL DE SERVICIO EN TRES TRAMOS DE LA AVENIDA MUNICIPAL, DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA - TACNA-TACNA"



**LEYENDA**

- DEMOLICION DE VEREDA
- DEMOLICION DE MARTILLOS
- DEMOLICION DE BERMA
- TERRENO NATURAL
- DESMONTES A ELIMINAR
- SIN VEREDAS

**LEYENDA**

- VEREDAS Y MARTILLOS EN BUEN ESTADO
- BERMA EN BUEN ESTADO

**LEYENDA**

- POSTE DE LUZ
- POSTE DE TELEFONO
- POSTE DE MADERA
- LETRERO
- HIDRANTE
- POSTE DE ALTA ATENSION
- EXTENSION
- TRANSICION
- POSTE DE MEDIDOR
- POSTE DE ALUMBRADO AJARINADO
- POSTE DE SEÑALIZACION
- BUZON DE DESAGUE
- GRIFO DE AGUA
- LLAVE DE AGUA

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "Determinación Del Nivel de Servicio En Tres Tramos De La Avenida Municipal Del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna"

UBICACION: CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA - TACNA

PLANO: PLANO TOPOGRAFICO CON CURVAS DE NIVEL

ELABORACION: DACH, CAPACUTE MEZA LIND

DISEÑO: TICONA MAMANI LUIS

ESCALA: 1:1000

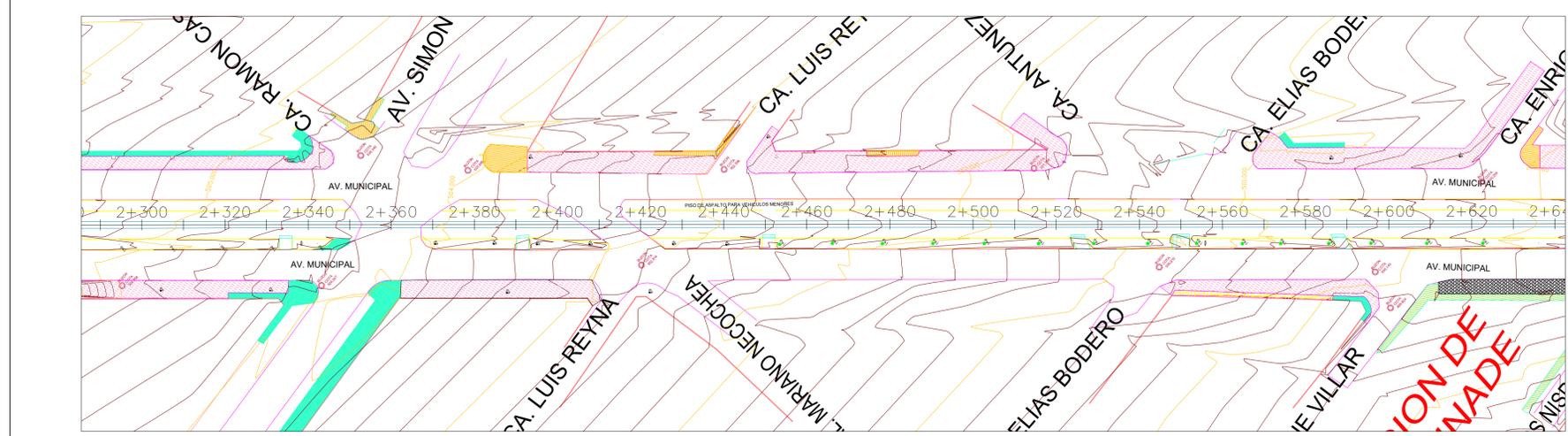
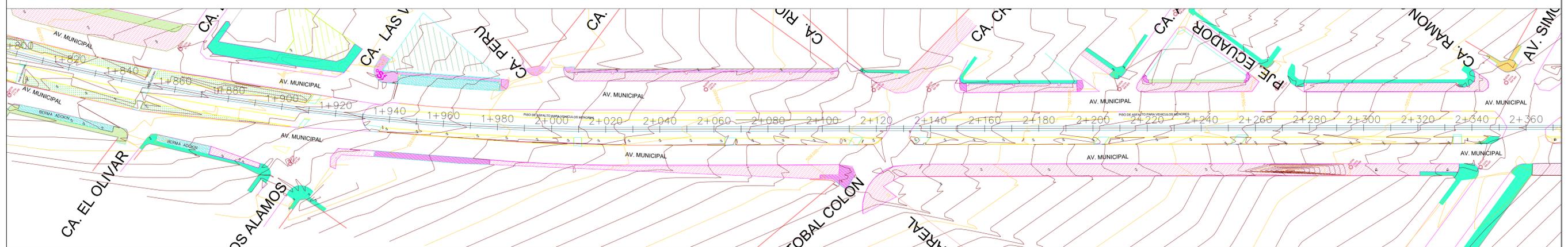
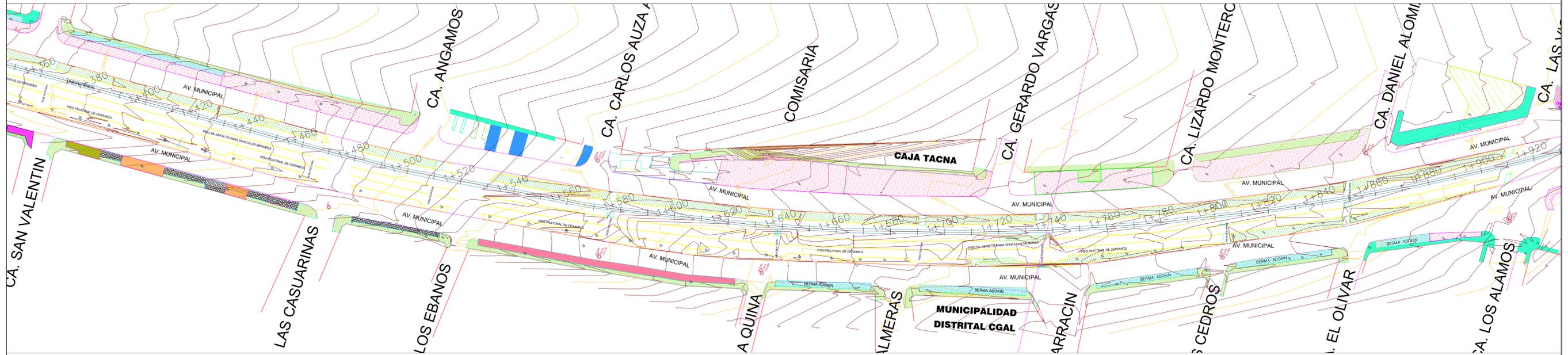
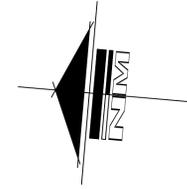
FECHA: 2024

PROYECTO: T-01 TOPOGRAFIA

# TOPOGRAFÍA

SITUACIÓN ACTUAL DE LA AVENIDA MUNICIPAL

"DETERMINACION DEL NIVEL DE SERVICIO EN TRES TRAMOS DE LA AVENIDA MUNICIPAL, DEL DISTRITO CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA - TACNA-TACNA"



**LEYENDA**

- DEMOLICION DE VEREDA
- DEMOLICION DE MARTILLOS
- DEMOLICION DE BERMA
- TERRENO NATURAL
- DESMONTES A ELIMINAR
- SIN VEREDAS

**LEYENDA**

- VEREDAS Y MARTILLOS EN BUEN ESTADO
- BERMA EN BUEN ESTADO

**LEYENDA**

- POSTE DE LUZ
- POSTE DE TELEFONO
- POSTE DE MADERA
- LETRERO
- HIDRANTE
- POSTE DE ALTA ATENSION
- EXTENSION
- POSTE DE MEDIDOR
- POSTE DE ALUMBRADO AJARINADO
- POSTE DE SEÑALIZACION
- BUZON DE DESAGUE
- GRIFO DE AGUA
- LLAVE DE AGUA

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

**PROYECTO:**  
"Determinación del Nivel de Servicio en tres Tramos de la Avenida Municipal del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa - Tacna - Tacna"

**UBICACION:**  
CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA - TACNA - TACNA

**PLANO:**  
PLANO TOPOGRAFICO CON CURVAS DE NIVEL

**FECHA:**

**ELABORADO:**  
BACH: CAPACETE MEZA LUIS

**REVISADO:**  
BACH: TICONA MAMANI LUIS

**ESCALA:**

**FECHA:**

**PROYECTADO:**

**ANEXO 3**

**CONTEO VEHICULAR**

**AFOROS Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR**

**PUNTO DE CONTROL**  
**SENTIDO**  
**REGISTRADOR**

AV. MUNICIPAL UBICACIÓN PUNTO 1  
DE NORTE A SUR FECHA LUNES 07/01/2019  
LUIS OSCAR TICONA MAMANI

PERIODO			AUTO PARTIC.	OMNIBUS	CAMION	COMBI	CAMIONETA RURAL	MOTO/MOTOTAXI	TOTAL	VHMD (VEH/H)
<b>MAÑANA</b>										
07:00		07:15	109	22	5	2	10	3	151	847
07:15		07:30	143	25	4	1	16	1	190	929
07:30		07:45	180	38	6	3	12	2	241	957
07:45		08:00	192	46	6	4	14	3	265	893
08:00		08:15	179	33	5	6	8	2	233	761
08:15		08:30	176	28	1	4	6	3	218	693
08:30		08:45	135	24	1	5	11	1	177	619
08:45		09:00	103	22	0	5	2	1	133	608
<b>MEDIO DIA</b>										
11:30		11:45	122	23	4	2	12	2	165	709
11:45		12:00	100	31	2	2	9	0	144	776
12:00		12:15	123	25	1	1	13	3	166	843
12:15		12:30	182	32	3	2	14	1	234	844
12:30		12:45	178	32	4	1	13	4	232	749
12:45		13:00	165	30	3	2	11	0	211	686
13:00		13:15	124	28	4	1	9	1	167	669
13:15		13:30	96	23	1	3	13	3	139	742
<b>NOCHE</b>										
18:00		18:15	125	25	1	3	10	5	169	847
18:15		18:30	147	35	2	1	8	1	194	909
18:30		18:45	185	37	4	2	9	3	240	920
18:45		19:00	192	38	2	2	6	4	244	874
19:00		19:15	168	35	2	3	19	4	231	847
19:15		19:30	152	26	2	2	21	2	205	
19:30		19:45	149	25	1	1	17	1	194	
19:45		20:00	167	25	1	2	19	3	217	
<b>SUMA TOTAL</b>			<b>3592</b>	<b>708</b>	<b>65</b>	<b>60</b>	<b>282</b>	<b>53</b>		

**AFOROS Y CLASIFICACION VEHICULAR**

**PUNTO DE CONTROL**  
**SENTIDO**  
REGISTRADOR

AV. MUNICIPAL  
DE SUR A NORTE  
JUNIORS URIEL CAPACUTE MEZA

**UBICACIÓN** PUNTO 1  
**FECHA** LUNES 07/01/2019

PERIODO		AUTO PARTIC.	OMNIBUS	CAMION	COMBI	CAMIONETA RURAL	MOTO/MOTOTAXI	TOTAL	VHMD (VEH/H)
<b>MAÑANA</b>									
07:00	07:15	103	20	4	1	9	2	139	789
07:15	07:30	135	23	3	1	15	0	177	870
07:30	07:45	171	35	5	2	11	1	225	899
07:45	08:00	182	43	5	3	13	2	248	842
08:00	08:15	170	31	4	5	7	3	220	717
08:15	08:30	167	26	1	3	5	4	206	612
08:30	08:45	128	22	2	4	10	2	168	536
08:45	09:00	97	20	0	4	2	0	123	523
<b>MEDIO DIA</b>									
11:30	11:45	78	21	3	1	11	1	115	618
11:45	12:00	95	28	1	1	5	0	130	720
12:00	12:15	117	23	0	2	11	2	155	786
12:15	12:30	173	29	2	1	12	1	218	785
12:30	12:45	170	29	3	1	11	3	217	694
12:45	13:00	156	27	2	1	10	0	196	594
13:00	13:15	117	25	3	0	8	1	154	579
13:15	13:30	92	20	0	2	11	2	127	642
<b>NOCHE</b>									
18:00	18:15	79	23	0	2	9	4	117	741
18:15	18:30	139	32	1	1	7	1	181	837
18:30	18:45	175	34	3	1	2	2	217	846
18:45	19:00	182	34	1	1	5	3	226	808
19:00	19:15	159	31	1	2	17	3	213	781
19:15	19:30	144	23	2	1	19	1	190	
19:30	19:45	141	22	1	0	15	0	179	
19:45	20:00	158	21	0	1	17	2	199	
<b>SUMA TOTAL</b>		<b>3328</b>	<b>642</b>	<b>47</b>	<b>41</b>	<b>242</b>	<b>40</b>		

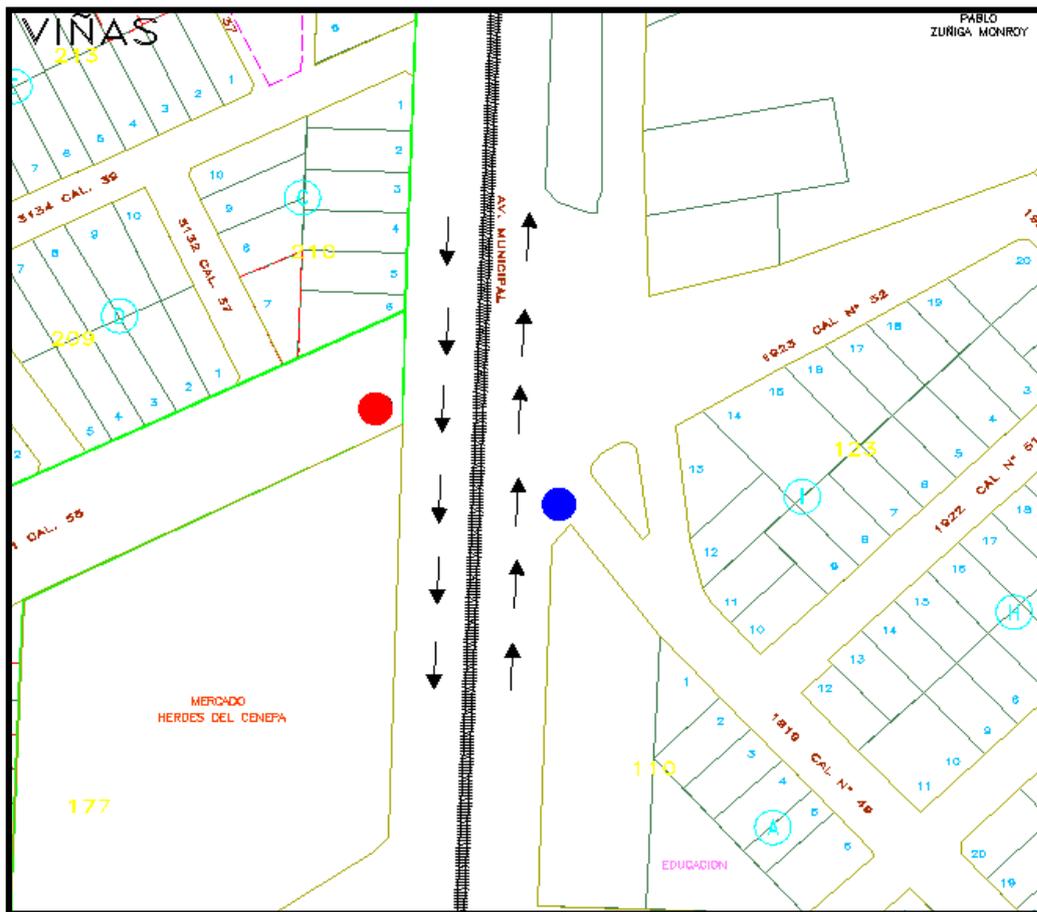
**RESUMEN DE AFOROS Y CLASIFICACION VEHICULAR DIARIO**  
TRAMO 1

**PUNTO DE CONTROL**  
**SENTIDO**  
**SENTIDO**

AV. MUNICIPAL  
DE NORTE A SUR  
DE SUR A NORTE

**UBICACIÓN** PUNTO 1  
**FECHA** LUNES 07/01/2019

PROMEDIO X HORA PUNTA	AUTO PARTIC.	OMNIBUS	CAMION	COMBI	CAMIONETA RURAL	MOTO/MOTOTAXI
DE NORTE A SUR	3592	708	65	60	282	53
DE SUR A NORTE	3328	642	47	41	242	40
<b>TOTAL</b>	<b>6920</b>	<b>1350</b>	<b>112</b>	<b>101</b>	<b>524</b>	<b>93</b>



AFOROS Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

PUNTO DE CONTROL  
SENTIDO  
REGISTRADOR

AV. MUNICIPAL  
DE NORTE A SUR  
LUIS OSCAR TICONA MAMANI

UBICACIÓN PUNTO 2  
FECHA MIERCOLES 09/01/2019

PERIODO	AUTO PARTIC.	OMNIBUS	CAMION	COMBI	CAMIONETA RURAL	MOTO/MOTOTAXI	TOTAL	VHMD (VEH/H)
<b>MAÑANA</b>								
07:00	100	20	4	1	9	2	136	767
07:15	131	23	3	0	14	1	172	842
07:30	165	34	5	2	11	1	218	867
07:45	176	42	5	3	12	3	241	810
08:00	164	30	4	5	7	1	211	728
08:15	161	25	1	3	5	2	197	663
08:30	124	22	0	4	10	1	161	620
08:45	112	20	22	3	1	1	159	649
<b>MEDIO DIA</b>								
11:30	110	21	3	1	10	1	146	701
11:45	112	28	1	2	8	3	154	761
12:00	156	22	0	0	11	1	190	793
12:15	165	29	2	1	12	2	211	751
12:30	160	28	3	1	11	3	206	664
12:45	148	23	2	2	9	2	186	608
13:00	111	25	3	0	8	1	148	594
13:15	86	20	1	2	11	4	124	656
<b>NOCHE</b>								
18:00	112	23	1	2	8	4	150	744
18:15	130	31	2	1	7	1	172	806
18:30	164	32	3	0	8	3	210	824
18:45	170	33	1	1	5	2	212	795
19:00	157	33	1	1	17	3	212	783
19:15	142	24	2	2	19	1	190	
19:30	140	23	1	0	15	2	181	
19:45	156	24	1	1	17	1	200	

SUMA TOTAL	3352	635	71	38	245	46		
------------	------	-----	----	----	-----	----	--	--

**AFOROS Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR**

**PUNTO DE CONTROL**  
**SENTIDO**  
**REGISTRADOR**

AV. MUNICIPAL  
DE SUR A NORTE  
JUNIORS URIEL CAPACUTE MEZA

**UBICACIÓN** PUNTO 2  
**FECHA** MIERCOLES 09/01/2019

PERIODO		AUTO PARTIC.	OMNIBUS	CAMION	COMBI	CAMIONETA RURAL	MOTO/MOTOTAXI	TOTAL	VHMD (VEH/H)
<b>MAÑANA</b>									
07:00	07:15	91	17	3	1	8	2	122	698
07:15	07:30	120	20	2	2	13	2	159	784
07:30	07:45	152	31	4	1	9	1	198	820
07:45	08:00	161	38	5	2	11	2	219	780
08:00	08:15	163	29	3	4	6	3	208	676
08:15	08:30	160	24	1	2	4	4	195	593
08:30	08:45	122	21	2	3	9	1	158	547
08:45	09:00	93	19	0	1	2	0	115	560
<b>MEDIO DIA</b>									
11:30	11:45	90	20	3	1	10	1	125	643
11:45	12:00	132	2	1	0	4	10	149	715
12:00	12:15	136	21	0	1	11	2	171	746
12:15	12:30	159	27	1	1	9	1	198	862
12:30	12:45	156	26	3	1	8	3	197	808
12:45	13:00	143	24	1	1	9	2	180	741
13:00	13:15	108	167	2	2	7	1	287	727
13:15	13:30	111	18	0	3	10	2	144	639
<b>NOCHE</b>									
18:00	18:15	75	21	20	2	8	4	130	703
18:15	18:30	127	29	1	2	6	1	166	762
18:30	18:45	161	31	3	1	2	1	199	767
18:45	19:00	167	32	1	1	4	3	208	734
19:00	19:15	143	27	1	1	15	2	189	704
19:15	19:30	129	20	2	2	17	1	171	
19:30	19:45	130	19	1	3	13	0	166	
19:45	20:00	142	20	0	0	14	2	178	
<b>SUMA TOTAL</b>		<b>3171</b>	<b>703</b>	<b>60</b>	<b>38</b>	<b>209</b>	<b>51</b>		

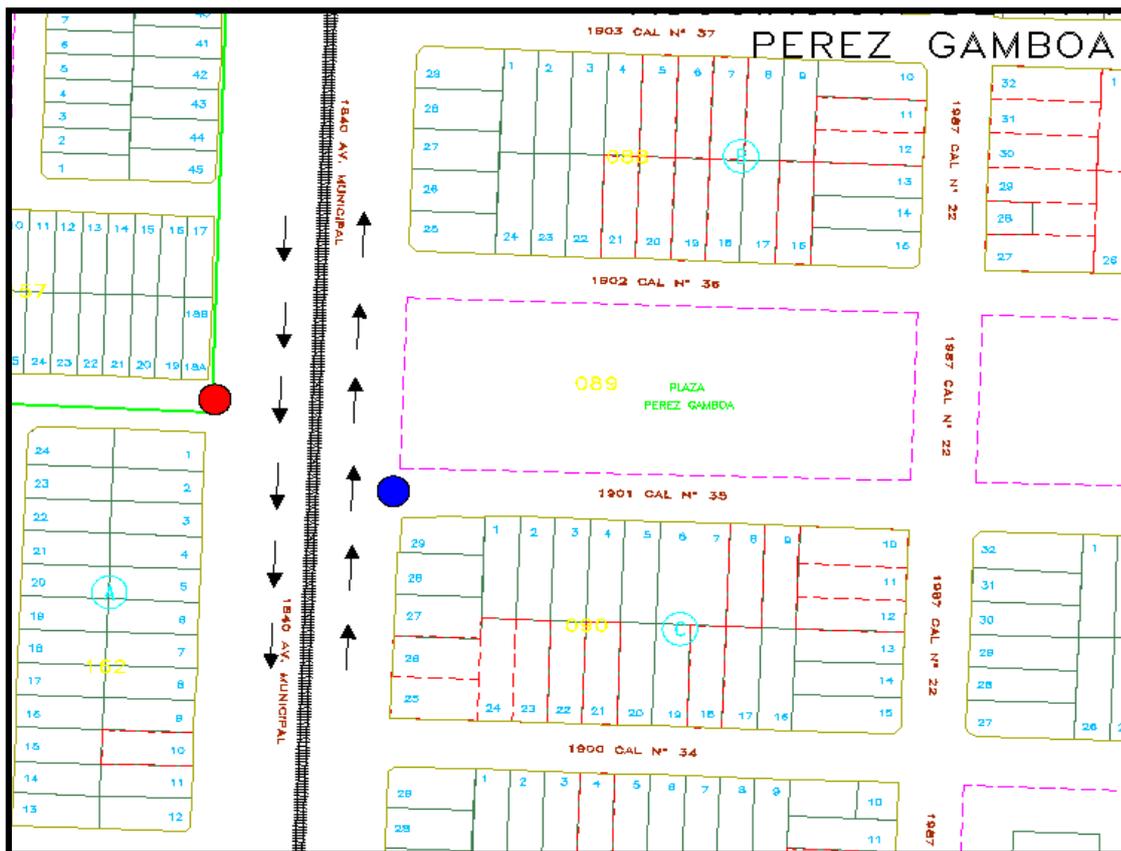
**RESUMEN DE AFOROS Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR DIARIO**  
TRAMO 2

**PUNTO DE CONTROL**  
**SENTIDO**  
**SENTIDO**

AV. MUNICIPAL  
DE NORTE A SUR  
DE SUR A NORTE

**UBICACIÓN** PUNTO 2  
**FECHA** MIERCOLES 09/01/2019

PROMEDIO X HORA PUNTA	AUTO PARTIC.	OMNIBUS	CAMION	COMBI	CAMIONETA RURAL	MOTO/MOTOTAXI
DE NORTE A SUR	3352	635	71	38	245	46
DE SUR A NORTE	3171	703	60	38	209	51
<b>TOTAL</b>	<b>6523</b>	<b>1338</b>	<b>131</b>	<b>76</b>	<b>454</b>	<b>97</b>



AFOROS Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

PUNTO DE CONTROL  
SENTIDO  
REGISTRADOR

AV. MUNICIPAL  
DE NORTE A SUR  
LUIS OSCAR TICONA MAMANI

UBICACIÓN PUNTO 3  
FECHA MIERCOLES 09/01/2019

PERIODO	AUTO PARTIC.	OMNIBUS	CAMION	COMBI	CAMIONETA RURAL	MOTO/MOTOTAXI	TOTAL	VHMD (VEH/H)	
<b>MAÑANA</b>									
07:00	07:15	110	22	4	1	10	2	149	634
07:15	07:30	114	25	3	2	15	1	160	669
07:30	07:45	181	37	5	2	14	1	240	748
07:45	08:00	19	46	5	3	12	0	85	763
08:00	08:15	144	25	3	1	10	1	184	951
08:15	08:30	181	37	6	3	12	0	239	923
08:30	08:45	193	46	5	2	8	1	255	851
08:45	09:00	125	130	3	5	9	1	273	807
<b>MEDIO DIA</b>									
11:30	11:45	121	23	4	1	5	2	156	764
11:45	12:00	123	30	1	1	9	3	167	834
12:00	12:15	171	24	0	4	12	0	211	873
12:15	12:30	181	31	2	1	13	2	230	826
	TOTAL								
12:30	12:45	180	30	4	1	11	0	226	733
12:45	13:00	162	29	2	2	10	1	206	668
13:00	13:15	122	27	3	1	9	2	164	655
13:15	13:30	94	22	1	3	12	5	137	720
<b>NOCHE</b>									
18:00	18:15	123	25	1	2	8	2	161	815
18:15	18:30	143	34	3	2	9	2	193	884
18:30	18:45	180	35	2	5	7	0	229	909
18:45	19:00	188	36	1	3	3	1	232	879
19:00	19:15	172	36	2	0	18	2	230	860
19:15	19:30	165	26	1	2	21	3	218	
19:30	19:45	154	25	3	1	16	0	199	
19:45	20:00	171	26	3	0	13	0	213	

SUMA TOTAL	3517	827	67	48	266	32		
------------	------	-----	----	----	-----	----	--	--

**AFOROS Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR**

**PUNTO DE CONTROL**  
**SENTIDO**  
**REGISTRADOR**

AV. MUNICIPAL  
DE SUR A NORTE  
JUNIORS URIEL CAPACUTE MEZA

**UBICACIÓN** PUNTO 3  
**FECHA** MIERCOLES 09/01/2019

PERIODO		AUTO PARTIC.	OMNIBUS	CAMION	COMBI	CAMIONETA RURAL	MOTO/MOTOTAXI	TOTAL	VHMD (VEH/H)
<b>MAÑANA</b>									
07:00	07:15	100	18	3	2	8	1	132	749
07:15	07:30	123	22	2	2	14	2	165	837
07:30	07:45	167	32	4	1	9	0	213	860
07:45	08:00	177	40	4	3	11	4	239	816
08:00	08:15	179	31	0	1	6	3	220	706
08:15	08:30	150	26	1	1	5	5	188	530
08:30	08:45	134	23	2	0	8	2	169	516
08:45	09:00	102	20	2	2	2	1	129	541
<b>MEDIO DIA</b>									
11:30	11:45	14	22	3	1	1	3	44	630
11:45	12:00	145	22	1	4	0	2	174	797
12:00	12:15	149	23	3	3	12	4	194	814
12:15	12:30	174	29	1	2	10	2	218	768
12:30	12:45	171	28	6	0	4	2	211	698
12:45	13:00	157	26	3	1	1	3	191	608
13:00	13:15	118	25	0	0	3	2	148	593
13:15	13:30	122	20	1	0	2	3	148	659
<b>NOCHE</b>									
18:00	18:15	83	23	3	2	6	4	121	727
18:15	18:30	139	30	1	0	4	2	176	812
18:30	18:45	177	29	2	1	2	3	214	815
18:45	19:00	183	26	2	3	1	1	216	781
19:00	19:15	157	28	1	2	15	3	206	757
19:15	19:30	141	25	0	0	12	1	179	
19:30	19:45	143	23	1	1	8	4	180	
19:45	20:00	156	24	1	2	7	2	192	
<b>SUMA TOTAL</b>		<b>3361</b>	<b>615</b>	<b>47</b>	<b>34</b>	<b>151</b>	<b>59</b>		

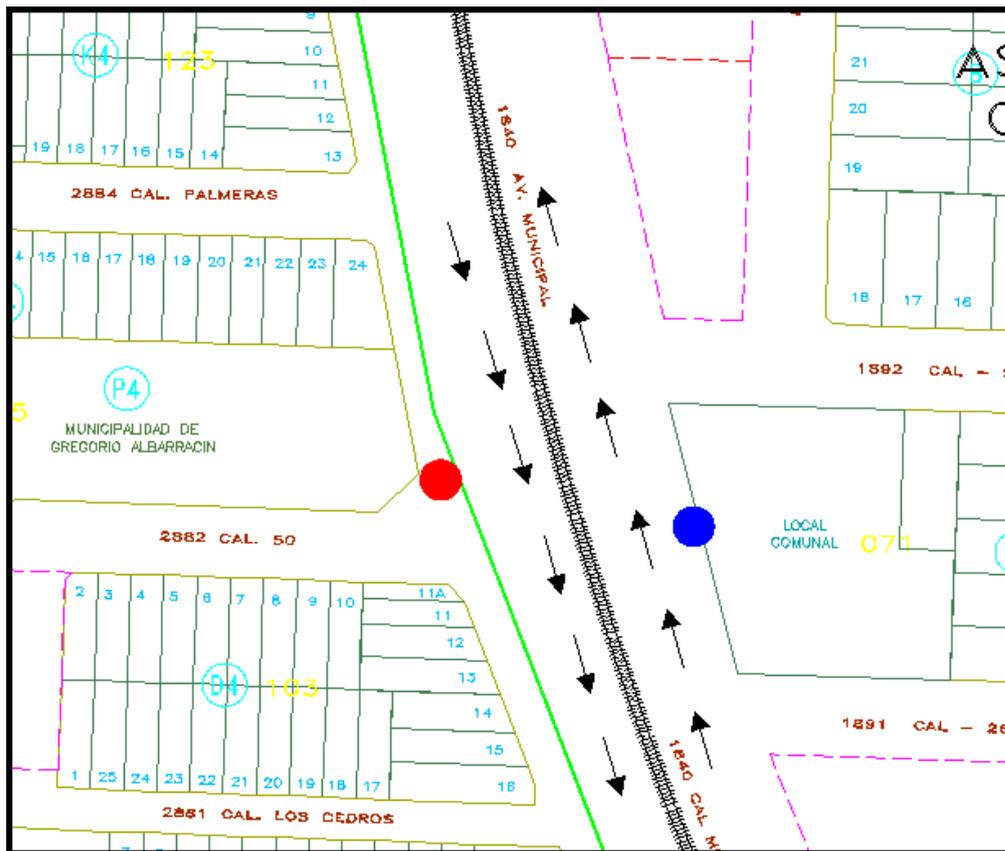
**RESUMEN DE AFOROS Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR DIARIO**  
TRAMO 3

**PUNTO DE CONTROL**  
**SENTIDO**  
**SENTIDO**

AV. MUNICIPAL  
DE NORTE A SUR  
DE SUR A NORTE

**UBICACIÓN** PUNTO 3  
**FECHA** MIERCOLES 09/01/2019

PROMEDIO X HORA PUNTA	AUTO PARTIC.	OMNIBUS	CAMION	COMBI	CAMIONETA RURAL	MOTO/MOTOTAXI
DE NORTE A SUR	3517	827	67	48	266	32
DE SUR A NORTE	3361	615	47	34	151	59
<b>TOTAL</b>	<b>6878</b>	<b>1442</b>	<b>114</b>	<b>82</b>	<b>417</b>	<b>91</b>



### RESUMEN DE TPDS

PUNTO DE CONTROL  
SENTIDO

AV. MUNICIPAL  
DE SUR A NORTE

DIAS	AUTO PARTIC.	OMNIBUS	CAMION	COMBI	CAMIONETA RURAL	MOTO/MOTOTAXI	TOTAL
LUNES	3328	642	47	41	242	40	4340
MIERCOLES	3171	703	60	38	209	51	4232
VIERNES	3361	615	47	34	151	59	4267
<b>TPDS</b>	<b>3287</b>	<b>653</b>	<b>51</b>	<b>38</b>	<b>201</b>	<b>50</b>	<b>4280</b>
<b>% PARTICIPACION</b>	<b>76.80%</b>	<b>15.27%</b>	<b>1.20%</b>	<b>0.88%</b>	<b>4.69%</b>	<b>1.17%</b>	<b>100.00%</b>

### RESUMEN DE TPDS

PUNTO DE CONTROL  
SENTIDO

AV. MUNICIPAL  
DE NORTE A SUR

DIAS	AUTO PARTIC.	OMNIBUS	CAMION	COMBI	CAMIONETA RURAL	MOTO/MOTOTAXI	TOTAL
LUNES	3592	708	65	60	282	53	4760
MIERCOLES	3352	635	71	38	245	46	4387
VIERNES	3517	827	67	48	266	32	4757
<b>TPDS</b>	<b>3487</b>	<b>723</b>	<b>68</b>	<b>49</b>	<b>264</b>	<b>44</b>	<b>4635</b>
<b>% PARTICIPACION</b>	<b>75.24%</b>	<b>15.61%</b>	<b>1.46%</b>	<b>1.05%</b>	<b>5.70%</b>	<b>0.94%</b>	<b>100.00%</b>

distancia 1599 m sentido norte a sur

N° vehiculos	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	1/vi (h/km)	N° vehiculos	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	1/vi (h/km)
1	498	11.56	0.09	33	473	12.17	0.08
2	485	11.87	0.08	34	465	12.38	0.08
3	495	11.63	0.09	35	453	12.71	0.08
4	501	11.49	0.09	36	565	10.19	0.10
5	500	11.51	0.09	37	496	11.61	0.09
6	510	11.29	0.09	38	500	11.51	0.09
7	518	11.11	0.09	39	508	11.33	0.09
8	514	11.20	0.09	40	504	11.42	0.09
9	510	11.29	0.09	41	500	11.51	0.09
10	513	11.22	0.09	42	513	11.22	0.09
11	521	11.05	0.09	43	521	11.05	0.09
12	532	10.82	0.09	44	550	10.47	0.10
13	512	11.24	0.09	45	531	10.84	0.09
14	515	11.18	0.09	46	543	10.60	0.09
15	526	10.94	0.09	47	545	10.56	0.09
16	520	11.07	0.09	48	537	10.72	0.09
17	523	11.01	0.09	49	532	10.82	0.09
18	532	10.82	0.09	50	512	11.24	0.09
19	524	10.99	0.09	51	523	11.01	0.09
20	529	10.88	0.09	52	568	10.13	0.10
21	515	11.18	0.09	53	526	10.94	0.09
22	503	11.44	0.09	54	536	10.74	0.09
23	509	11.31	0.09	55	541	10.64	0.09
24	512	11.24	0.09	56	531	10.84	0.09
25	515	11.18	0.09	57	523	11.01	0.09
26	509	11.31	0.09	58	540	10.66	0.09
27	516	11.16	0.09	59	538	10.70	0.09
28	500	11.51	0.09	60	529	10.88	0.09
29	498	11.56	0.09	61	541	10.64	0.09
30	510	11.29	0.09	62	530	10.86	0.09
31	519	11.09	0.09	63	521	11.05	0.09
32	532	10.82	0.09	64	532	10.82	0.09

2.85

2.91

5.76

## RESUMEN DE TPDS

PUNTO DE CONTROL  
SENTIDO

AV. MUNICIPAL  
DE NORTE A SUR

DIAS	AUTO PARTIC.	OMNIBUS	CAMION	COMBI	CAMIONETA RURAL	MOTO/MOTOTAXI	TOTAL
LUNES	3592	708	65	60	282	53	4760
MIERCOLES	3352	635	71	38	245	46	4387
VIERNES	3517	827	67	48	266	32	4757
<b>TPDS</b>	<b>3487</b>	<b>723</b>	<b>68</b>	<b>49</b>	<b>264</b>	<b>44</b>	<b>4635</b>
<b>% PARTICIPACION</b>	<b>75.24%</b>	<b>15.61%</b>	<b>1.46%</b>	<b>1.05%</b>	<b>5.70%</b>	<b>0.94%</b>	<b>100.00%</b>

distancia 1599 m sentido de sur a norte

N° vehiculos	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	1/vi (h/km)	N° vehiculos	Tiempo (s)	Velocidad (km/h)	1/vi (h/km)
1	448	12.84	0.08	33	426	13.52	0.07
2	437	13.19	0.08	34	419	13.75	0.07
3	446	12.92	0.08	35	408	14.12	0.07
4	451	12.77	0.08	36	509	11.32	0.09
5	450	12.79	0.08	37	446	12.90	0.08
6	459	12.54	0.08	38	450	12.79	0.08
7	466	12.35	0.08	39	457	12.59	0.08
8	463	12.44	0.08	40	454	12.69	0.08
9	459	12.54	0.08	41	450	12.79	0.08
10	462	12.47	0.08	42	462	12.47	0.08
11	469	12.28	0.08	43	469	12.28	0.08
12	479	12.02	0.08	44	495	11.63	0.09
13	461	12.49	0.08	45	478	12.05	0.08
14	464	12.42	0.08	46	489	11.78	0.08
15	473	12.16	0.08	47	491	11.74	0.09
16	468	12.30	0.08	48	483	11.91	0.08
17	471	12.23	0.08	49	479	12.02	0.08
18	479	12.02	0.08	50	461	12.49	0.08
19	472	12.21	0.08	51	471	12.23	0.08
20	476	12.09	0.08	52	511	11.26	0.09
21	464	12.42	0.08	53	473	12.16	0.08
22	453	12.72	0.08	54	482	11.93	0.08
23	458	12.57	0.08	55	487	11.82	0.08
24	461	12.49	0.08	56	478	12.05	0.08
25	464	12.42	0.08	57	471	12.23	0.08
26	458	12.57	0.08	58	486	11.84	0.08
27	464	12.40	0.08	59	484	11.89	0.08
28	450	12.79	0.08	60	476	12.09	0.08
29	448	12.84	0.08	61	487	11.82	0.08
30	459	12.54	0.08	62	477	12.07	0.08
31	467	12.32	0.08	63	469	12.28	0.08
32	479	12.02	0.08	64	479	12.02	0.08

2.57

5.18

2.62

**ANEXO 4**

**PANEL FOTOGRÁFICO**

## PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 01 conteo en el tramo 2 Plaza Pérez Gamboa en horas de la noche.



Fotografía 02 conteo en el tramo 3 frontera de con la tarde municipalidad distrital de C.G.A.L.



Fotografía 04 conteo en el tramo 3 sur-norte del distrito municipalidad distrital de C.G.A.L.



Fotografía 05 conteo en el tramo 3 sur-norte del distrito frontera de la Plaza Pérez Gamboa



Fotografía 06 conteo en el tramo 3 sur-norte del distrito frontera de la Plaza Pérez Gamboa



Fotografía 07:  
Conteo en el tramo 3 norte - sur del distrito frontera M.D.C.G.A.L.

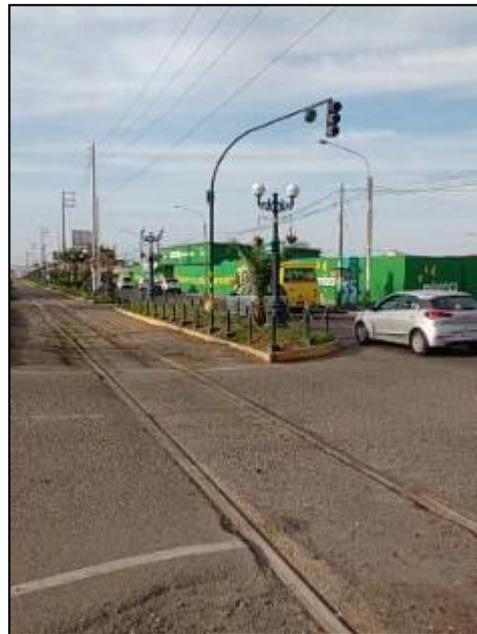


Fotografía 08:  
Conteo en el tramo 3 norte - sur del distrito frontera de la plaza Perez Gamboa.



Fotografía 09:

Conteo en el tramo 1  
sur norte del distrito  
frontera de la  
Mercado Cenepa



Fotografía 10:

Conteos en el tramo 1  
norte- sur del distrito  
frontera mercado  
Cenepa.



Fotografía 11:

Conteos en el tramo 1 norte- sur del distrito frontera con el mercado cenepa.



Fotografía 12:

Conteos en el tramo 1 norte- sur del distrito frontera con el mercado cenepa.

**ANEXO 5**

**MATRIZ DE**

**CONSISTENCIA**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### “DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO EN TRES TRAMOS DE LA AVENIDA MUNICIPAL, DEL DISTRITO DE GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA PARA MEJORAR EL SERVICIO VIAL - 2018”

INTERROGANTE DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MÉTODOS
<p><b>INTERROGANTE PRINCIPAL</b> ¿Cuál es el nivel de servicio actual de la Avenida Municipal del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa?</p> <p><b>INTERROGANTE SECUNDARIA</b> ¿Cómo es el comportamiento del flujo vehicular en la av. Municipal del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa?</p> <p>¿Cómo Determinar el flujo vehicular en la av. Municipal del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa?</p> <p>¿Cuál es la mejor solución para optimizar el flujo vehicular de la av. Municipal del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Determinar el nivel de servicio Actual de la avenida municipal del distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b> Evaluar el comportamiento del tráfico vehicular en la avenida municipal del distrito Gregorio Albarracín lanchipa</p> <p>Optimizar el flujo vehicular en la Av. Municipal del distrito coronel Gregorio Albarracín lanchipa.</p> <p>Proponer las alternativas de solución para la optimizar el flujo vehicular de la av. Municipal del Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.</p>	<p><b>HIPÓTESIS PRINCIPAL</b> La serviciabilidad en la Avenida Municipal, corresponde al nivel de servicio “E”</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:</b> - La calidad de servicio adecuado para del transporte en la Avenida Municipal. - La elaboración de un Plan Estratégico para el mejoramiento del servicio. - Las soluciones serán para mejorar el flujo vehicular de la avenida municipal.</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Nivel de Servicio</p> <p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Tráfico vehicular</p>	<p>Categorías A,B,C,D,E,F</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AFORO VEHICULAR</li> <li>• IMD</li> <li>• KM/HR.</li> </ul>	<p>Medición del Nivel de servicio actual de la Av. Municipal</p> <p>Determinar mediante los aforos vehiculares el índice medio diario y la velocidad del flujo vehicular</p>