

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA RED SEMAFÓRICA
DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE TRUJILLO**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRÁNSITO

AUTORES : BR. LEYVA EUSTAQUIO, RICARDO NOEL

: BR. UCEDA TRUJILLO, CÉSAR AUGUSTO

ASESOR : MS. DURAND ORELLANA ROCÍO DEL PILAR

TRUJILLO - PERÚ

2016

TESIS: “PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA RED SEMAFORICA DEL CENTRO HISTORICO DE LA CIUDAD DE TRUJILLO”

Por: BR. Leyva Eustaquio, Ricardo Noel
BR. Uceda Trujillo, Cesar Augusto

Jurado Evaluador

Presidente:

Ing. Lujan Silva, Enrique Francisco _____

Secretario:

Ing. Villalobos Vargas, Manuel _____

Vocal:

Ing. Rodríguez Ramos, Mamerto _____

Asesor:

Ing. Durand Orellana, Rocío del Pilar _____

DEDICATORIA

A DIOS, por darnos la vida, por la fortaleza que nos brinda día a día. Por permitirnos llegar a este momento tan importante de nuestras vidas. Por enseñarnos a enfrentar nuevos retos, además por brindarnos su infinita bondad, amor.

A NUESTROS PADRES, por las buenas enseñanzas y consejos que nos brindan día a día. Gracias por todo su amor, sacrificio y trabajo que en todos estos años han sido nuestros guías y, poder llegar hasta aquí. Por su dedicación y palabras de aliento que nos impulsaron en los momentos más difíciles de nuestra carrera. Dar gracias a nuestros abuelos por todo su apoyo.

A NUESTROS HERMANOS, de quienes aprendemos mucho, gracias por sus motivaciones para salir adelante, son ejemplos a seguir queridos hermanos. Espero se sientan orgullosos de nosotros y éste logro es de todos nosotros, hermanos.

LOS AUTORES

AGRADECIMIENTO

Esta tesis no hubiera sido posible sin la participación, el apoyo y la compañía de muchas personas especiales en nuestro entorno. En primer lugar, agradecemos a nuestros padres, hermanos, abuelos y a toda nuestra familia, ya que ellos nos dieron la vida y fuerzas para alcanzar esta primera meta en nuestras vidas. Gran parte de lo que somos se lo debemos a la enseñanza de ellos.

Una persona central en esta tesis, así como en nuestra formación universitaria, profesional y humana ha sido nuestra asesora Ms. Rocío del Pilar Durand Orellana. Gracias a ella por su apoyo metodológico y profesional para la orientación en el desarrollo de nuestra tesis; por su paciencia, puntualidad y comodidad brindada hacia nosotros. Asimismo, gracias por la gran calidad de saberes brindados en este periodo.

Un agradecimiento especial para nuestros jurados evaluadores de nuestro Proyecto de Tesis, Ing. Mamerto Rodríguez Ramos, Ing. Paul Henríquez Ulloa y Ing. Germán Sagastegui Vásquez, quienes a lo largo del periodo de revisión han puesto a disponibilidad sus conocimientos para darnos unas breves pautas de cómo mejorar nuestro contenido.

INDICE DE CONTENIDO

I. PAGINAS PRELIMINARES

CARATULA	
JURADO EVALUADOR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE O TABLA DE CONTENIDOS.....	v
INDICE DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	viii

II. CUERPO DEL INFORME

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	3
INTRODUCCION.....	5
1. PLANTEAMIENTO Y ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	6
2. JUSTIFICACION.....	10
3. MARCO TEORICO.....	11
3.1. ANTECEDENTES.....	11
3.2. FUNDAMENTACION TEORICA.....	13
3.2.1. EL TRANSPORTE.....	13
3.2.1.1. Transporte Público.....	14
3.2.1.2. Sistema de Transporte Público.....	15
3.2.1.3. Transporte Privado.....	16
3.2.2. SEMÁFOROS.....	16
3.2.2.1. Definición.....	16
3.2.2.2. Uso.....	17
3.2.2.3. Autoridad Legal.....	17
3.2.2.3. Clasificación.....	17
3.2.2.4. Elementos de un semáforo.....	18
3.2.2.5. Mantenimiento de los semáforos.....	22
3.2.2.6. Significado de las indicaciones.....	23

3.2.3. TRÁFICO VEHICULAR.....	26
3.2.3.1. Ingeniería de tráfico vehicular.....	26
3.2.3.2. Elementos de Ingeniería de tráfico vehicular.....	27
3.2.3.3. Origen del tráfico vehicular.....	29
3.2.4. Control de tráfico.....	31
3.2.5. Sistema operacional de los semáforos.....	33
3.2.6. Flujo Vehicular.....	35
4. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICOS.....	36
4.1. Objetivos Generales.....	36
4.2. Objetivos Específicos.....	36
5. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	37
5.1. Hipótesis general.....	37
5.2. Variables.....	37
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
6.1. Técnica de Recolección de Datos.....	38
6.1.1. Recopilación documental.....	38
6.1.2. A través de la observación.....	51
7. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	52
7.1.1. Análisis documental.....	52
7.1.2. Procesamiento de datos de campo.....	52
7.1.2.1. Longitud de cola.....	52
7.1.2.2. Tiempo de Semáforos.....	54
7.1.2.3. Aforo Vehicular.....	55
7.1.3. Características Físico-Operacionales.....	80
7.1.4. Situación actual de la semaforización.....	82
7.1.4.1. Monitoreo del flujo vehicular.....	84
7.1.4.2. Monitoreo del cambio de luces del semáforo.....	85
7.1.4.3. Registro de información de acontecimientos viales.....	85
7.2. Propuestas.....	85

III. RESULTADOS

3.1. Resultados Obtenidos.....	87
a) Lugar escogido para la propuesta.....	87
b) Infraestructura Actual de intersecciones.....	88
3.1.1. Longitudes de Cola.....	88
3.1.2. Tiempo de fases de los semáforos.....	89
3.1.3. Flujos Vehiculares en puntos estratégicos.....	102
3.1.4. Cuadro Resumen de Resultados.....	135
3.1.5. Cuadro Comparativo de Resultados.....	136
3.2. Discusión.....	136

IV. CONCLUSIONES

4. Conclusiones.....	137
----------------------	-----

V. RECOMENDACIONES

5. Recomendaciones.....	139
-------------------------	-----

VI. BIBLIOGRAFÍA

6.1. Referencias Bibliográficas.....	140
--------------------------------------	-----

INDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

- FIGURA 1. Cuadro Estadístico del mercado automotor.....	8
- FIGURA 2. Plano actual de la Red Semafórica del Centro Histórico de la Ciudad de Trujillo.....	9
- FIGURA 3. Semáforos para Pasos Peatonales.....	18
- FIGURA 4. Semáforos montados en Ménsulas Cortas.....	19
- FIGURA 5. Semáforos montados en Ménsula Larga.....	20
- FIGURA 6. Semáforos montados suspendido por cable.....	20
- FIGURA 7. Posición de lentes en semáforo de 3 luces.....	21
- FIGURA 8. Semáforos de 3 y 4 etapas.....	25
- FIGURA 9. Señales Viales de prevención.....	27
- FIGURA 10. Sensores infrarrojos y sensores ultrasonido.....	28
- FIGURA 11. Tráfico Vehicular.....	30
- FIGURA 12. Sistema de Tiempo Fijo.....	34
- FIGURA 13. Formato de Recolección de Datos.....	38
- FIGURA 14. Plano de mejora de la Red Semafórica.....	86
- FIGURA 15. Intersecciones escogidas para el proyecto.....	87

INDICE DE ILUSTRACIONES

FOTOS

- FOTO 1. Irresponsabilidad de los conductores.....	8
- FOTO 2. Transporte Público en 1º Anillo Vial.....	14
- FOTO 3. Reparación y mantenimiento de Semáforos.....	22
- FOTO 4. Características de las luces del Semáforo.....	24
- FOTO 5. Flujo Vehicular en el Centro Histórico de Trujillo.....	36
- FOTO 6. Longitud de Cola.....	53
- FOTO 7. Controladores identificados dentro del Centro Histórico.....	82
- FOTO 8. Falta de Sincronismo en Semáforos existentes.....	83
- FOTO 9. Señalización Actual.....	84

RESUMEN

El presente trabajo de estudio tiene como finalidad dar una propuesta de mejoramiento de la Red Semafórica del Centro Histórico de la Ciudad de Trujillo, la cual tiene como objetivo elaborar un plan de mejora que permita dinamizar el tránsito en algunas intersecciones de calles, determinar puntos críticos de congestión vehicular y la sincronización de los semáforos existentes situados en nuestro Centro Histórico. A través de diversas técnicas de recolección de información e instrumentos de análisis como: observación directa (Conteos), flujo vehicular (Filmaciones), análisis situacional, se pudo determinar las causas de la problemática de gestión vial del Centro Histórico de la Ciudad de Trujillo.

Abordaremos conceptos básicos de tráfico vehicular, así como la problemática que produce en la sociedad, optaremos por las intersecciones que presenten situaciones caóticas en el Centro Histórico de Trujillo, como modelo para el desarrollo de nuestra propuesta; realizaremos un estudio de flujo vehicular mediante tabulación de datos obtenidos llegando a la conclusión que deben reasignarse los tiempos para cada sentido, en cual proponemos un mejor modelo de control del flujo vehicular basado en la Red de Semaforización.

La metodología desarrollada en nuestra investigación fue la aplicación del Manual de carreteras «Highway Capacity Manual 2000» (HCM 2000), se realizaron flujogramas, tomando como datos fundamentales los tipos de vehículos tabulados en periodos determinados y así modelar la hora punta en las intersecciones escogidas y promediar las tasas de flujos en intervalos de tiempos.

De todas las intersecciones procesadas con ciertos intervalos de tiempo, determinado con un periodo de 15 minutos, en tres fases (mañana, tarde y noche), la cual concluimos que el factor hora de máxima demanda (hora pico) se presenta en el turno de las noches para todas las intersecciones que se

analizaron en la investigación, estos tiempos fueron dados en las siguientes horas de 18.30 a 20:00 relativamente, la cual obtuvimos como resultados diferentes promedios para cada intersección procesada.

Por lo tanto, la propuesta del mejoramiento de la red semafórica, significó que se debería proponer un plan para las fases de los semáforos ubicados en Jr. Bolognesi con Jr. Ayacucho, Jr. Diego de Almagro con Jr. Ayacucho, Jr. Mariscal Orbegoso con Jr. Ayacucho, Jr. Gamarra con Jr. Ayacucho, Jr. Junín con Jr. Ayacucho, Jr. Junín con Jr. Bolívar, Jr. Junín con Jr. Pizarro, Jr. Junín con Jr. Independencia; para optimizar demoras y seguridad.

PALABRAS CLAVES: Red de Semaforización, flujo vehicular, intersecciones, modelar.

ABSTRACT

This research aims to deliver a proposal for improving the traffic light network of the Historic Center of the City of Trujillo, which aims to boost traffic at some intersections, determine critical points of traffic congestion and synchronization existing traffic lights located in our Historic Center. Through various techniques of data collection and analysis instruments such as direct observation (counts), interviews (in charge of the beaches of parking), traffic flow (filming), situational analysis, it was determined the causes of the problems in the road management process of the Historic Center of the City of Trujillo.

Will discuss basics of vehicular traffic and the problems that occur in society, we will choose intersections present chaotic situations in the Historic Center of Trujillo, as a model for the development of our proposal; We carry out a study of traffic flow, tabulated data from reaching the conclusion to be redeployed times for each direction in which we propose a better model of traffic flow control based on Network Traffic lights.

The methodology developed in our research was the application of Manual Road "Highway Capacity Manual 2000" (HCM 2000), it was reflected by some flowcharts, taking as fundamental data types of vehicles tabulated in certain periods and thus shape the rush hour in the selected intersections and average flow rates at time intervals.

Of all intersections processed with certain time intervals determined with a period of 15 minutes in three phases (morning, afternoon and evening), which concluded that the time of maximum demand (peak time) factor occurs in the shift night for all intersections that were analyzed in the research, these times were given in the following hours from 18:30 to 20:00 relatively, which results obtained as different averages for each processed intersection.

Therefore, the proposal of improving the traffic light network, meant that they should change the phase traffic lights located at Jr. Bolognesi with Jr. Ayacucho, Jr. Diego de Almagro with Jr. Ayacucho, Jr. Mariscal Orbegoso with Jr. Ayacucho, Jr. Gamarra with Jr. Ayacucho, Jr. Junin with Jr. Ayacucho, Jr. Junin with Jr. Bolívar, Jr. Junín with Jr. Pizarro and Jr. Junin with Jr. Independence; to optimize delays and safety.

KEYWORDS: Network traffic lights, vehicular traffic, critical points.

INTRODUCCIÓN

La Ciudad de Trujillo al igual que nuestra Ciudad Capital de Lima y otras capitales de departamentos de importancia, está atravesando un proceso de crecimiento económico vertiginoso, además del crecimiento urbano horizontal de la ciudad, que ha generado un incremento en las necesidades de la población, principalmente y en nuestro caso, la necesidad de transporte, ya sea realizado en transporte particular o en transporte público; en ambos casos, se observa un aumento significativo que tiene que ser considerado por las autoridades locales y regionales, para evitar pérdidas económicas por congestionamiento y accidentes de tránsito.

El mencionado crecimiento económico, ha provocado que la Ciudad de Trujillo posea una mayor circulación de vehículos en sus vías, por lo que se requiere que las autoridades estén a la vanguardia de la solución de estos problemas y puedan plantear las mejores soluciones en materia de tránsito y vialidad, teniendo en cuenta que contribuye a mejorar la calidad de vida de la población del Distrito de Trujillo.

En este contexto, la Red Semafórica existente en el Centro Histórico, facilita la interconexión con las vías colectoras, vías arteriales y anillos viales, que incluye la salida a la carretera Panamericana Norte y a los demás distritos y poblaciones colindantes, pero es necesario mejorar y ampliar este servicio para que no se siga incrementando el costo social que los problemas de tránsito acarrearán.

Actualmente, Trujillo está sufriendo el deterioro del gran parque automotor que posee debido a los miles de viajes que se originan desde el centro hacia las zonas periféricas y su conexión con la Panamericana Norte, viajes que son realizados utilizando diversos modos de transporte como: Transporte Privado (autos, camionetas, motos y bicicletas) y Transporte Público en sus diferentes modalidades (microbuses, buses turísticos, taxis, colectivos, camionetas rurales, etc.); que encuentran en Trujillo centros atractivos que generan un tránsito de flujo denso por las diversas calles y avenidas.

1. PLANTEAMIENTO Y ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Hoy, en la actualidad, nuestra Ciudad de Trujillo al igual que la Capital del Perú, Lima, está atravesando un serio proceso de crecimiento económico vertiginoso, además del gran crecimiento urbano horizontal y vertical de la ciudad, que ha reflejado un incremento en las necesidades de nuestra población, primordialmente y en nuestro caso, la necesidad de transporte, ya sea realizado en transporte particular (Auto, Camionetas, Motos y Bicicletas) o en transporte público (Buses, Microbuses, Combis, Taxis, Colectivos, Camionetas Rurales, etc.); en ambos casos expuestos, observamos un aumento significativo que tiene que ser considerado por nuestras autoridades locales y regionales, para evitar pérdidas económicas por congestión y accidentes de tránsito.

Nuestro mencionado crecimiento económico, hasta la actualidad, ha provocado que la Ciudad de Trujillo posea una mayor circulación de vehículos en sus vías, ya sean las arterias principales con mayor vulnerabilidad de vehículos (Avenidas) o las arterias secundarias con menor vulnerabilidad de vehículos (Urbanizaciones) por lo que requerimos se puedan plantear las mejores soluciones en materia de tránsito y vialidad, teniendo en cuenta que contribuye a mejorar la calidad de vida de nuestra población del Distrito de Trujillo.

La Red Semafórica existente en algunas intersecciones de nuestra Ciudad, facilita la interconexión con las vías colectoras, vías arteriales y anillos viales, que incluye la salida a la carretera, Panamericana Norte y a los demás Distritos y/o Poblaciones colindantes, pero es necesario mejorar, plantear y ampliar este servicio para evitar que el costo social no sufra ningún incremento.

Trujillo está sufriendo el deterioro del gran parque automotor y de una serie de congestión vehicular que pueden observarse en el Centro Histórico de nuestra Ciudad, la mayor afluencia de vehículos se observa pasada las 5:00pm. por algunos inconvenientes como tiempos de ciclo de los semáforos y falta de señalización vial, las cuales generan un tránsito de flujo denso por las diversas calles.

El parque automotor de Trujillo bordea los 190,000 vehículos, y muestra un dinamismo interesante, ya que crece a un tasa anual de 6% (Fuente: Web del diario Gestión).

Muchos cambios se han realizado en cuanto al flujo vehicular, en un anterior Gobierno presidida por el ex alcalde de Trujillo César Acuña Peralta, la Gerencia de Transportes, Tránsito y Seguridad Vial de la Municipal Provincial de Trujillo, implementaron hacer un cambio de sentido vial de los jirones Diego de Almagro y Orbegoso en la cual se esperaba reducir en un 30% la congestión vehicular en el centro histórico de la ciudad; con la construcción del Baipás de Mansiche se esperó reducir el flujo vehicular. En un cambio de gobierno, dirigida por el presente alcalde de Trujillo, Coronel Elidio Espinoza Quispe, optó por profundizar diversos ajustes previstos por Transporte Metropolitano de Trujillo (TMT) para lograr un tráfico más fluido en el Centro Histórico de la ciudad, y se iniciaron con el cambio de sentido de los Jirones Almagro y Orbegoso respectivamente, donde hasta la fecha siguen teniendo el mismo sentido direccional.

La presente investigación pretende concluir en una propuesta de mejora de la Red de Semaforización del Centro Histórico.

Características problemáticas

- Carencia de señales de tránsito.
- Irresponsabilidad de los conductores al no respetar los semáforos.
- Falta de señalización de las pistas.
- Deficiencias en los tiempos de espera de los vehículos; por no contar con un medio computacional para optimizar los mismos.
- Mala responsabilidad profesional de en la regulación del tráfico vehicular a través de los semáforos, la cual ocasiona una aglomeración en la circulación vehicular por las vías principales de la ciudad.
- Carencia de alternativas de semáforos que ayuden a conseguir un flujo de transporte más despejado.



FOTO 1. Irresponsabilidad de los conductores.
Intersecciones (Av. España – Jr. Independencia)

Posteriormente, en la figura 1. Se apreciará las estadísticas anuales de organismos oficiales como **ARAPER**, que tiene la función de analizar las vulnerabilidades en el crecimiento del mercado automotor, se puede visualizar cómo se ha incrementado la cantidad de compra de vehículos año a año en la Ciudad de Trujillo.

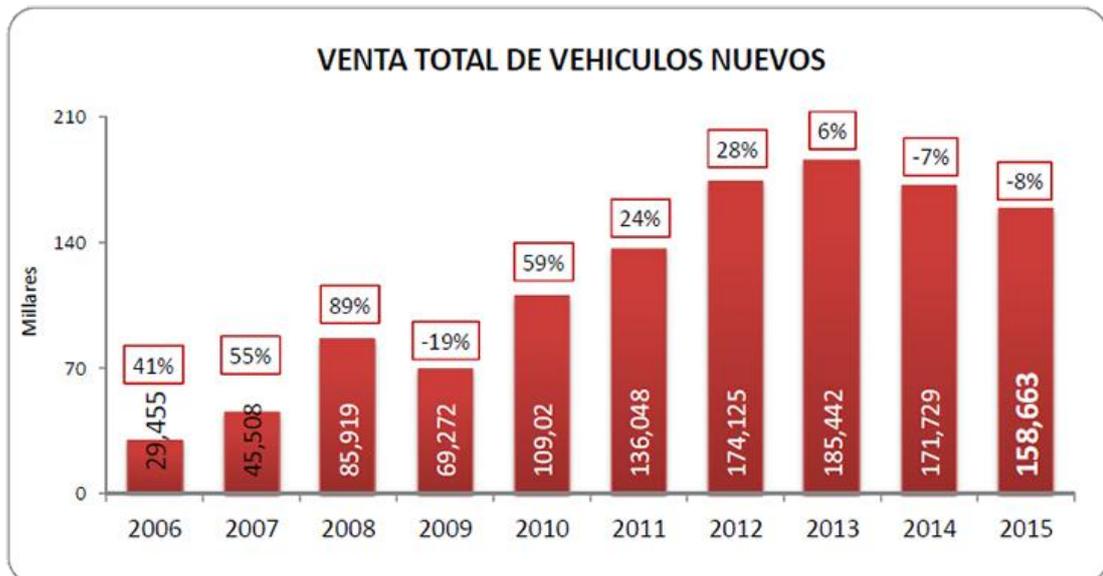


FIGURA 1: Cuadro estadístico del mercado automotor
Fuente (ARAPER, 2015)

Es necesario el uso de herramientas que permitan fluidez del tráfico vehicular. Algunos componentes indispensables como los sistemas inteligentes instalados en puntos estratégicos de la ciudad como alternativa de solución al congestionamiento vehicular aumentando las posibilidades de decisiones ante una condición de tráfico que pueda darse.

El desarrollo del tema planteado, surge de generar una propuesta para el mejoramiento de la red semafórica del Centro Histórico de Trujillo para evitar un congestionamiento vehicular en horas punta que ayude a la comodidad del ciudadano y contaminación ambiental.



FIGURA 2: Plano actual de la Red Semafórica del Centro Histórico de Trujillo (Junio 2015)

Análisis de características problemáticas

- Deterioro de las señalizaciones de tránsito en algunos puntos del Centro Histórico; debido a que no se presenta un continuo mantenimiento de las mismas.
- Suele darse por la imprudencia de algunos choferes al no respetar los colores del semáforo, en especial el color ámbar en donde el chofer debe detenerse antes de la línea peatonal.
- En algunas ocasiones suelen manejar en sentido contrario debido a que no están bien señalizadas de acuerdo al reglamento de tránsito.
- Algunos semáforos en nuestro Centro Histórico no suelen tener descompensaciones como tiempos no acordes con los semáforos colindantes.
- En algunas intersecciones los semáforos no están bien programados para responder a las horas puntas, por lo cual se da una aglomeración de vehículos.

ENUNCIADO DEL PROBLEMA

Elaborar un plan de sincronización de la Red Semafórica del Centro Histórico de Trujillo con la finalidad de mejorar el comportamiento del tránsito.

2. JUSTIFICACIÓN

La importancia de este trabajo de investigación es de tipo Social y Académica. Social porque beneficiará a la población de la ciudad de Trujillo, pues la Red Semafórica permitirá un manejo integral del tráfico con lo cual se mejorará los tiempos de desplazamiento. Por consiguiente, en lo Académico, permitirá generar un aporte para el desarrollo tecnológico en el campo del control de tráfico, despierten el interés académico y la posibilidad de implementar con normatividad.

Por consecuencia, los beneficiarios de esta investigación no solo serán para los autores, sino también para la comunidad académica, ya que tendrá a la mano una investigación inicial para la búsqueda de nuevas opciones y propuestas de

implementación para la resolución de nuevos proyectos y a largo plazo la ciudadanía con los resultados obtenidos de esta y demás investigaciones futuras.

3. MARCO TEORICO

3.1. ANTECEDENTES

En la tesis: **“Modernización de la Red Semafórica mediante la implementación de Semáforos Inteligentes”**, los autores: Chía Fuentes, Liliana y Escalante Torrado, Jesús Orlando, naturales de Bucaramanga – Colombia desarrollado en el año 2011. Llegaron a las siguientes conclusiones:

- Los problemas de congestión y movilidad en las ciudades no son eliminados con implementación de semáforo; sobre todo, considerando que el objetivo principal de estos, es brindar seguridad al conductor y a los peatones; y que dichos problemas se deben a un sinnúmero de factores que van desde la infraestructura urbana hasta la cultura ciudadana. No obstante, estos dispositivos de control representan los mecanismos más idóneos para realizar las funciones de regulación y control, siempre y cuando se efectúe una buena gestión de ellos por parte de personal calificado.
- Las desventajas que presentan los sistemas de control actuado, están representados básicamente en temas económicos de instalación, mantenimiento y operación; sin embargo, los beneficios que la implementación de estos sistemas abarca, corresponde a: disminución en el consumo de combustible, reducción en las emisiones vehiculares y reducción en los costos a los usuarios de las vías (tiempos de viaje, paradas, accidentes, etc.)
- Los avances de la tecnología actualmente permiten gestionar aspectos del transporte de manera más eficiente y real, a tal punto que es posible establecer el impacto que causan estos sobre diferentes

escenarios (social, ambiental y económico); es entorno a esos avances que se deben enfocar las estrategias y proyectos que se realicen a corto y largo plazo para de esta manera obtener resultados que perduren en el tiempo y no generen costes de toda índole a la ciudadanía.

Además, en la tesis: **“Control del tráfico vehicular por medio de Semáforos Inteligentes”**, los autores: Morales Linares, Rafael José y González Sánchez, Juan José, naturales de la ciudad Maracaibo – Venezuela, desarrollado en el año 2013. Dieron las siguientes conclusiones:

- El presente trabajo de investigación obtuvo como resultado la creación de un sistema de control de semáforos inteligentes para el control del tráfico, permitiendo una mejoría del flujo del tráfico gracias a la capacidad de detección de vehículos y toma de decisiones que dan prioridad a las avenidas con mayor flujo vehicular.
- Dando respuesta a los objetivos que se establecieron, sustentándonos en la Metodología Open Up compuesta por cuatro fases, se llevó a cabo un análisis de los elementos necesarios para crear el sistema de semáforos inteligentes y se determinó la funcionalidad del mismo.
- En la fase de construcción donde se genera el sistema que será probado para verificar que está listo para ser implementado, tomando en cuenta el diseño base generado en la fase previa y el objetivo del proyecto.
- Construido ya el sistema de semáforos inteligentes se hicieron una serie de pruebas en un ambiente de intersecciones simulado para determinar si se han alcanzado las expectativas del proyecto.

Por último, la tesis: **“Diseño de un modelo de monitoreo para mejorar el flujo de tránsito vehicular a través de semáforos inteligentes en la ciudad de**

Trujillo”, la autora López Esquivel, Diana Elizabeth, natural de Trujillo – Perú, desarrollada en el año 2014. Planteó las siguientes conclusiones:

- El análisis del sistema actual de tránsito vehicular, realizado en las principales intersecciones de la Ciudad de Trujillo, arrojó como resultado la necesidad de controlar las condiciones del mismo a través del soporte de una herramienta computacional como es la propuesta en el presente trabajo de investigación.
- Como parte del diseño del sistema de monitoreo se identificó los indicadores de mal funcionamiento de tránsito vehicular, los mismos que se orientan a agilizar el seguimiento adecuado y registro de los acontecimientos viales ocurridos.
- Los Actuadores, sirvieron de guía para el diseño arquitectónico de la propuesta computacional mejorando las condiciones de movilidad de los vehículos y peatones, por medio de la optimización de tiempos, fases y ciclos de las intersecciones viales semaforizadas.
- El Diseño del Sistema propuesto produce un mejoramiento en el tránsito Vehicular en un 20% más para el Centro de Control de tráfico vehicular, entre lo que destaca el análisis del tránsito vehicular, registro de acontecimientos viales, y la generación oportuna de informes sobre los datos obtenidos, así como lo referente a la gestión vial y vehicular de la ciudad.

3.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En la investigación se tiene en cuenta la siguiente fundamentación teórica:

3.2.1. EL TRANSPORTE

Transporte, medio de traslado de personas o bienes desde un lugar hasta otro. El transporte comercial moderno está al servicio del interés público e incluye todos los medios e infraestructuras implicadas en el movimiento de las personas o bienes, así como los servicios de recepción, entrega y manipulación de tales bienes. El transporte comercial de personas se clasifica

como servicio de pasajeros y el de bienes como servicio de mercancías. Como en todo el mundo, el transporte es y ha sido en Latinoamérica un elemento central para el progreso o el atraso de las distintas civilizaciones y culturas. (López, D., 2014)

3.2.1.1. Transporte Público

El hombre toma conciencia que el transporte público es parte fundamental del desarrollo de los pueblos y realiza grandes esfuerzos para estudiar, planificar, diseñar e implementar sistemas de transporte que sean eficientes, que mejoren la calidad de vida y que se adapten constantemente a los constantes cambios de modernización y desarrollo de las ciudades. Las ciudades crecen vertiginosamente y particularmente las ecuatorianas, de ahí la necesidad de implantar sistemas de transporte público organizados, eficientes, permanentes en el tiempo, ajustados a las condiciones y culturas, con firme convicción de un progreso y mejora de la calidad de vida de la sociedad. El transporte público puede influir mucho en los patrones de viaje, ya que puede trasladar grandes volúmenes de personas ocupando un pequeño espacio vial.



FOTO 2. Transporte Público en el Primer Anillo Vial
(Av. España – Jr. Independencia – Ca. Marcelo Corne)

3.2.1.2. Sistema de transporte público (STP)

Comprende los medios de transporte en que los usuarios o pasajeros son servidos por terceros, esta prestación puede ser por parte de empresas públicas, privadas o mixtas; un sistema de transporte público está compuesto por una serie de variables de índole humana, legislativo, material e infraestructura, que en interrelación actúan y hacen posible el servicio de transporte público a una determinada sociedad, de estas variables depende la calidad de prestación.

Dentro de las bondades de los Sistemas de Transporte Público tenemos:

Los vehículos del Sistema de Transporte Público (STP) optimizan la ocupación del uso de suelo, ya que dependiendo del tipo de vehículo pueden transportar de 70 a 180 pasajeros utilizando un espacio equivalente a 2 o 3 automóviles, que transportan un promedio de 1.8 personas cada uno (Gonzales, J. & Morales, R., 2013)

3.2.1.2.1. Servicio de vehículos urbanos

En muchas ocasiones, el uso del vehículo particular se toma más económico que viajar en vehículos de transporte masivo, ya que los viajes son más rápidos, más confortables y puerta a puerta; pero esta premisa no se cumplirá generalmente en las horas pico, debido a que el automóvil es el principal causante del embotellamiento y congestión en áreas comerciales y administrativas (Zona de atracción de viajes)

La elección entre el auto y el servicio masivo, está determinada más por conveniencia que por costo; además en toda comunidad no hay la suficiente infraestructura de calles y estacionamientos dentro de las áreas de atracción de viajes o centros históricos, por lo que la ventaja de utilizar el transporte público será evidente.

3.2.1.2.2. Prioridad al Transporte Público

La prioridad al transporte público, no permite terminar con el congestionamiento, pero reduce los efectos en término de prejuicios sociales, ampliando la velocidad comercial que suelen detallarse.

3.2.1.3. Transporte Privado

Es el servicio de transporte terrestre de personas, mercancías o mixto que realiza una persona natural o jurídica cuya actividad o giro económico principal no es el del transporte. El servicio de transporte privado se emplea para satisfacer necesidades particulares, con personal propio o de una empresa tercerizadora registrada y supervisada por el MINTRA y sin que medie a cambio el pago de un flete, retribución o contraprestación. (Reglamento Nacional de Administración de Transportes, 2015)

3.2.2. SEMÁFOROS

3.2.2.1. Definición

Los semáforos son dispositivos de control mediante los cuales se regula el movimiento de vehículos y peatones en calles y carreteras, por medio de luces de color rojo, amarillo y verde, operadas por una unidad de control. (Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor, 2000)

Los semáforos se dividen en tres clases, que son:

- Vehicular.- Tiene por objeto regular el tránsito de vehículos en las intersecciones. Está compuesto esencialmente por tres faros programados para que proyecten durante un tiempo determinado un haz de luz de colores verde, amarilla y roja.
- Peatonal.- Se hallan instalados en combinación con los vehiculares y tienen por objeto regular el paso de los peatones en intersecciones con alto volumen de tráfico.
- Direccional.- Tiene como fin informar mediante flechas, el momento adecuado para girar. Aunque en general existe claridad en torno al significado de las luces del semáforo, no sobra recordar lo que se debe hacer: cuando la luz es verde, significa que hay vía libre y se puede pasar. La luz amarilla advierte al conductor que se aproxima un cambio de luz. Al ver la luz roja se debe detener el carro, pues otro flujo de vehículos se interceptará en la dirección de su marcha.

3.2.2.2. Uso

Los semáforos se usarán para desempeñar, entre otras, las siguientes funciones:

- a) Interrumpir periódicamente el tránsito en una corriente vehicular o peatonal para permitir el paso de otra corriente vehicular o peatonal.
- b) Regular la velocidad de los vehículos para mantener la circulación continua a una velocidad constante.
- c) Controlar la circulación por canales.
- d) Eliminar o reducir el número y gravedad de algunos tipos de accidentes, principalmente los que implican colisiones perpendiculares.
- e) Proporcionar un ordenamiento del tránsito.

3.2.2.3. Autoridad Legal

Los semáforos que controlan el tránsito deberán ser instalados y operados en vías públicas únicamente por la autoridad de tránsito competente, o quien ella delegue esta actividad, y complementados con una vigilancia efectiva para hacer respetar sus indicaciones. (Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor, 2000)

La instalación de señales u otros artefactos que obstaculizan o interfieren la visibilidad de cualquier semáforo deberá ser prohibida.

3.2.2.4. Clasificación

La siguiente clasificación de semáforos se ha hecho a base del mecanismo de operación de sus controles. (Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor, 2000). Tenemos la siguiente división:

- A) Semáforos para el control del tránsito de vehículos:
1. Semáforos presincronizados o de tiempos predeterminados.
 2. Semáforos accionados o activados por el tránsito.
 - a) Totalmente accionados
 - b) Parcialmente accionados

B) Semáforos para pasos peatonales:

1. En zonas de alto volumen peatonal
2. En zonas escolares



FIGURA 3. Semáforos para pasos peatonales

C) Semáforos especiales:

1. Semáforos de destello o intermitentes
2. Semáforos para regular el uso de carriles
3. Semáforos para puentes levadizos
4. Semáforos para maniobras de vehículos de emergencia
5. Semáforos y barreras para indicar la aproximación de trenes

3.2.2.5. Elementos que componen un Semáforo

El semáforo consta de una serie de elementos físicos, como la cabeza, soportes, cara, lentes y visera (Mantilla, L. & Márquez, E., 2014). Sus definiciones y características se enumeran a continuación:

3.2.2.5.1. Cabeza

Es la armadura que contiene las partes visibles del semáforo. Cada cabeza contiene un número determinado de caras orientadas en diferentes direcciones.

3.2.2.5.2. Soportes

Son las estructuras que se usan para sujetar la cabeza del semáforo y tienen como función situar los elementos luminosos del semáforo en la posición donde el conductor y el peatón tengan la mejor visibilidad y puedan observar las indicaciones.

Algunos elementos del soporte deberán permitir ajustes angulares, verticales y horizontales de las caras de los semáforos.

Por su ubicación en la intersección, los soportes son de dos tipos:

A. Ubicación a un lado de la vía

1. Postes
2. Ménsulas cortas

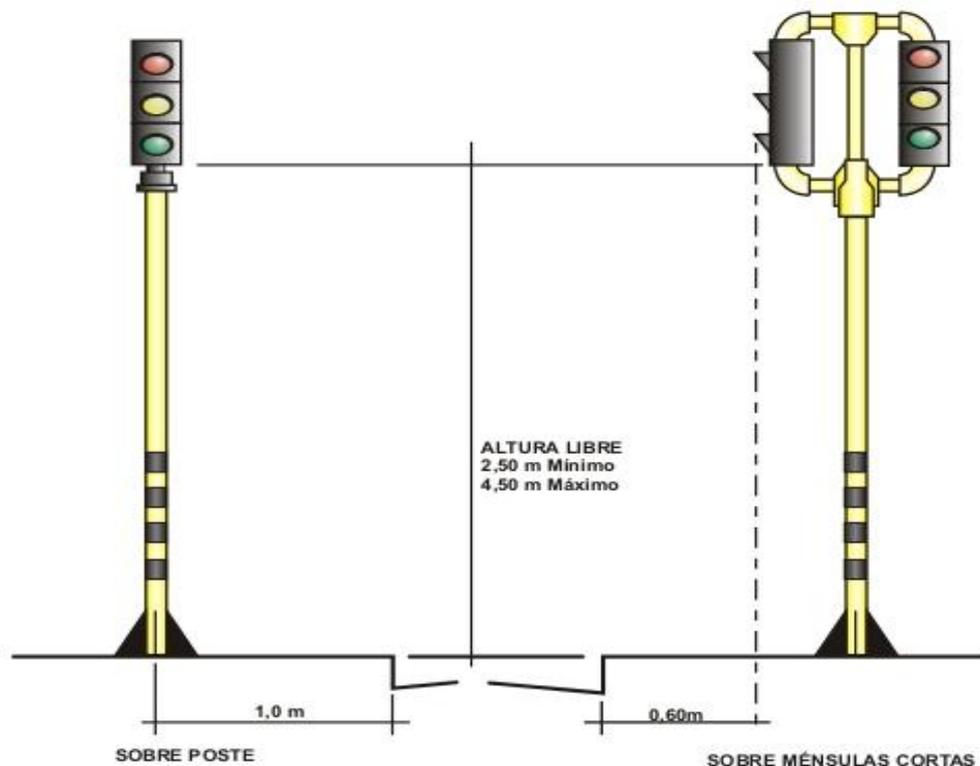


FIGURA 4. Semáforos montados en postes o ménsulas cortas.

Fuente (Manual de dispositivos de control del tránsito, 2000)

B. Ubicados en la vía

1. Ménsulas largas sujetas a postes laterales
2. Cables de suspensión
3. Postes y pedestales en islas

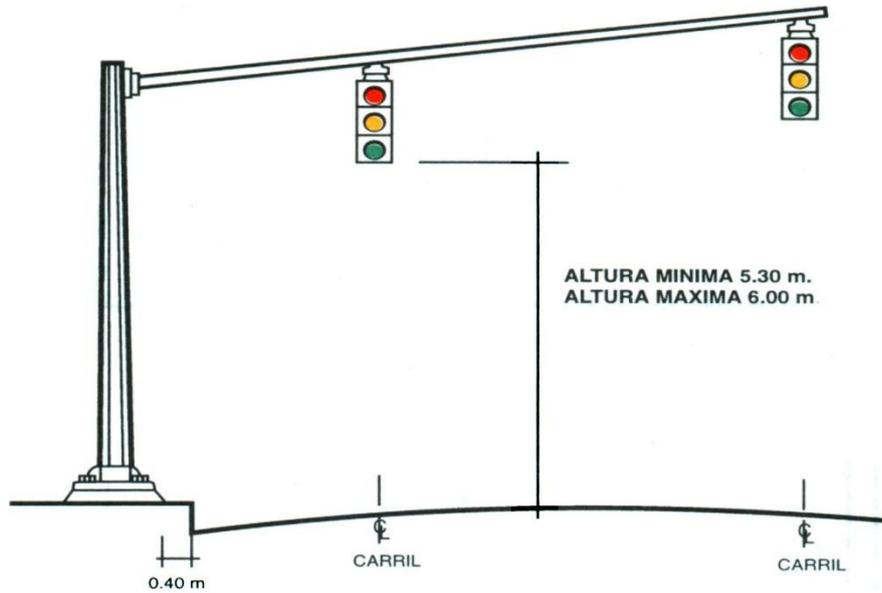


FIGURA 5. Semáforos montados en ménsula larga sujeta a poste lateral

Fuente (Manual de dispositivos de control del tránsito, 2000)

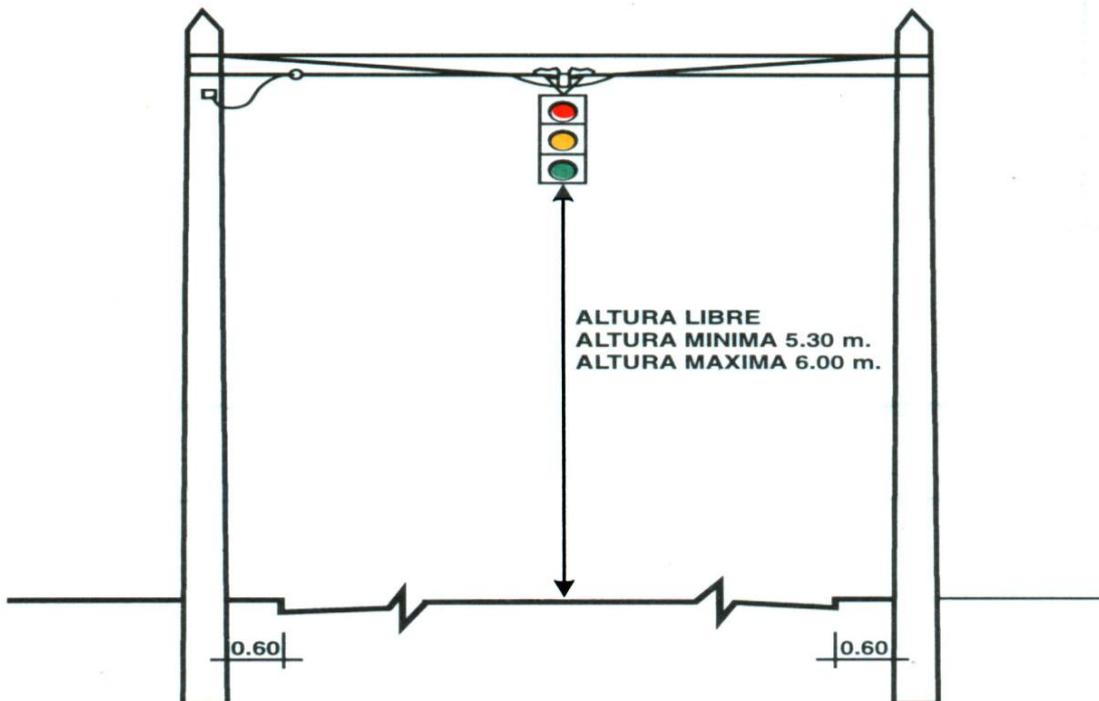


FIGURA 6. Semáforo montado suspendido por cable

Fuente (Manual de dispositivos de control del tránsito, 2000)

3.2.2.5.3. Cara

Es el conjunto de unidades ópticas (lente, reflector, lámpara o bombillo y portalámpara) que están orientadas en la misma dirección. En cada cara del semáforo existirán como mínimo dos, usualmente tres, o más unidades ópticas para regular uno o más movimientos de circulación.

3.2.2.5.4. Lente

Es la parte de la unidad óptica que por refracción dirige la luz proveniente de la lámpara y de su reflector en la dirección deseada.

3.2.2.5.5. Visera

Es un elemento que se coloca encima o alrededor de cada una de las unidades ópticas, para evitar que, a determinadas horas, los rayos del sol indican sobre éstas y den la impresión de estar iluminadas, así como también para impedir que la señal emitida por el semáforo sea vista desde otros lugares distintos a aquel hacia el que está enfocado.

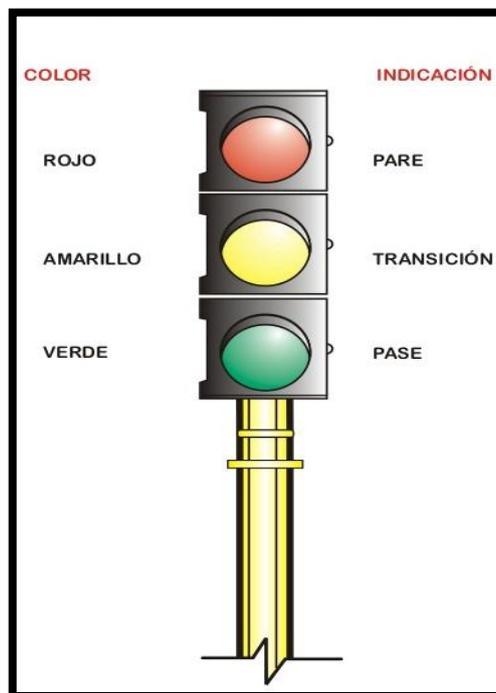


FIGURA 7. Posición de los lentes en un semáforo de tres luces

Fuente (Manual de dispositivos de control del tránsito, 2000)

3.2.2.6. Mantenimiento de los Semáforos

Un mantenimiento adecuado es muy importante para el funcionamiento eficiente de los semáforos y para prolongar la vida útil de los mismos.

Además, la autoridad y el respeto que los semáforos inspiran, es debido únicamente a sus indicaciones precisas y exactas. Semáforos con indicaciones imprecisas no pueden imponer el respeto necesario. Por lo tanto, su mantenimiento es de primerísima importancia desde este punto de vista.(López, D., 2014)

Los costos de mantenimiento se toman en cuenta al adquirir el equipo; a veces, un bajo costo inicial puede resultar antieconómico si el costo de conservación es elevado.



FOTO 3. Reparación y mantenimiento de semáforos

Fuente (Elaboración propia)

3.2.2.7. Significado de las Indicaciones

3.2.2.7.1. Color

Los lentes de los semáforos para el control vehicular deberán ser de color rojo, amarillo y verde. Cuando se utilicen flechas, éstas también serán rojas, amarillas y verdes sobre fondo negro.

Los lentes de las caras de un semáforo deberán preferiblemente formar una línea vertical. El rojo debe encontrarse sobre la parte alta, inmediatamente debajo debe encontrarse el amarillo y el verde de último. (Manual de dispositivos de control del tránsito, 2000)

3.2.2.7.2. Significado y aplicación de los colores

La interpretación de los colores de los semáforos es como sigue:

- **VERDE.** Los conductores de los vehículos, y el tránsito vehicular que observe esta luz podrá seguir de frente o girar a la derecha o a la izquierda, a menos que alguna señal (reflectorizada o preferentemente iluminada) prohíba dichos giros
Los peatones que avancen hacia el semáforo y observen esta luz podrán cruzar la vía (dentro de los pasos, marcados o no) a menos que algún otro semáforo indique lo contrario.
- **AMARILLO.** Advierte a los conductores de los vehículos y al tránsito vehicular en general que está a punto de aparecer la luz roja y que el flujo vehicular que regula la luz verde debe detenerse.
Advierte a los peatones que no disponen de tiempo suficiente para cruzar la vía, excepto cuando exista algún semáforo indicándoles que pueden realizar el cruce.
Sirve para despejar el tránsito de una intersección y para evitar frenadas bruscas. Algunas condiciones físicas especiales de la intersección, tales como dimensiones, topografía (pendientes muy pronunciadas), altas velocidades de aproximación o tránsito intenso de vehículos pesados requieren un intervalo o duración mayor que el

normal para despejar la intersección. En tal caso, se empleará un intervalo normal de amarillo seguido de la luz roja en todas las direcciones durante otro intervalo adicional para desalojar totalmente la intersección.

En ningún caso se cambiara de luz verde o amarilla intermitente a luz roja o rojo intermitente sin que antes aparezca el amarillo durante el intervalo necesario para desalojar la intersección. Sin embargo, no se empleará en cambios de rojo a verde total con flecha direccional, o al amarillo intermitente.

- **ROJO FIJO.** Los conductores de los vehículos y el tránsito vehicular debe detenerse antes de la raya de paso peatonal y, si no la hay antes de la intersección, y deben permanecer parados hasta que vean el verde correspondiente.

Ningún peatón frente a esta luz debe cruzar la vía, a menos que esté seguro de no interferir con algún vehículo o que un semáforo peatonal indique su paso.



FOTO 4. Características de las luces del semáforo

- **INTERMITENTES.**

ROJO INTERMITENTE. Cuando se ilumine una lente roja con destellos intermitentes, los conductores de los vehículos harán un alto obligatorio y se detendrán antes de la raya de paso peatonal. El rojo intermitente se empleará en el acceso a una vía preferencial.

AMARILLO INTERMITENTE. Es una señal de precaución. Cuando se ilumine la lente amarilla con destellos intermitentes, los conductores de los vehículos realizarán el cruce con precaución. El amarillo intermitente deberá emplearse en la vía que tenga preferencia.

El amarillo fijo no debe ser usado como señal de precaución.

VERDE INTERMITENTE. Cuando la lente verde funcione con destellos intermitentes, advierte a los conductores el final de tiempo de luz verde.

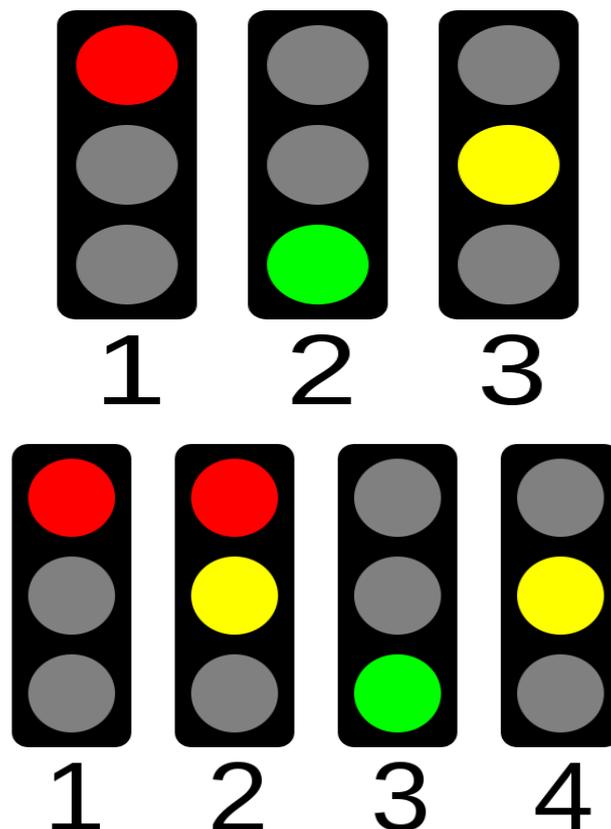


FIGURA 8. Semáforo de 3 etapas y 4 etapas

Fuente (ISO 9001:2015 – Riesgo, Incertidumbre y Oportunidad)

3.2.3. Tráfico Vehicular

Se denomina tráfico vehicular (también llamado tránsito vehicular) al resultado del movimiento o flujo de vehículos en una determinada vía, calle o autopista. (López, D., 2014)

La condición de este flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incremento en los tiempos de viaje y atascamiento. Este fenómeno se produce comúnmente en las horas punta u horas pico, y resultan frustrantes para los automovilistas, ya que resultan en pérdidas de tiempo y consumo excesivo de combustible.

En las grandes ciudades el diario vivir de la gente se encuentra ligado al tráfico vehicular el mismo que ocasiona varios fenómenos, siendo el más importante el congestionamiento causado en intersecciones y calles por las cuales los vehículos se trasladan a su destino. La ciencia que se encarga del estudio del tráfico vehicular es la ingeniería de transportación.

3.2.3.1. Ingeniería de Tráfico Vehicular

En comparación al desarrollo de la civilización, la aparición del vehículo puede ser considerada reciente, pero es evidente que el vehículo ha ido adquiriendo mayor importancia tanto en la vida del ser humano como en su economía. (López, D., 2014)

En los inicios del transporte se puso énfasis en la construcción de calles y carreteras, sin embargo en el transcurrir del tiempo se verificó un crecimiento de los problemas de tráfico tales como el incremento desmesurado de los tiempos de viaje, de los costos de operación y de la contaminación atmosférica y acústica de nuestras ciudades, todo esto induciendo al estudio del aspecto operacional del sistema de transporte.

Se ha establecido que las soluciones a los problemas antes mencionados deben pasar a través de la aplicación de una especialización de la ingeniería, denominado ingeniería de tráfico, la misma que concierne específicamente al aspecto funcional de la vialidad que tiene que ver con el movimiento de vehículos motorizados y de peatones.

La ingeniería de tráfico vehicular no busca readecuar o construir una nueva infraestructura vial, busca introducir mecanismos que ayuden a maximizar la capacidad de la vía en lugares congestionados, utilizando elementos tales como semáforos, señales viales y sensores.

3.2.3.2. Elementos de Ingeniería de Tráfico Vehicular

La ingeniería de tráfico introduce dos tipos de elementos en su análisis:

3.2.3.2.1. Elementos Estáticos

Son aquellos que están presentes de forma pasiva en la planificación, diseño y operación de la ingeniería de tráfico, pero que contribuye a un mejor entendimiento de un sistema vial. (López, D., 2014)

Destacan en este tipo de elementos:

a) Señales Viales

Son los medios físicos empleados para indicar a los usuarios de la vía pública la forma más correcta y segura de transitar por la misma, permitiéndoles tener una información precisa de los obstáculos que en ella se encuentra.



FIGURA 9. Señales Viales de Prevención

Fuente (Seguridad Vial Virtual)

3.2.3.2.2. Elementos Dinámicos

Son aquellos que actúan de forma activa en la planificación, diseño y operación de la ingeniería de tráfico y que contribuyen de gran manera y el desempeño de un sistema vial.(López, D., 2014)

Destacan en este tipo de elementos:

a) Sensores

Dispositivos electrónicos capaces de captar respuesta de un evento ya sea a través de señales luminosas, sonoras.

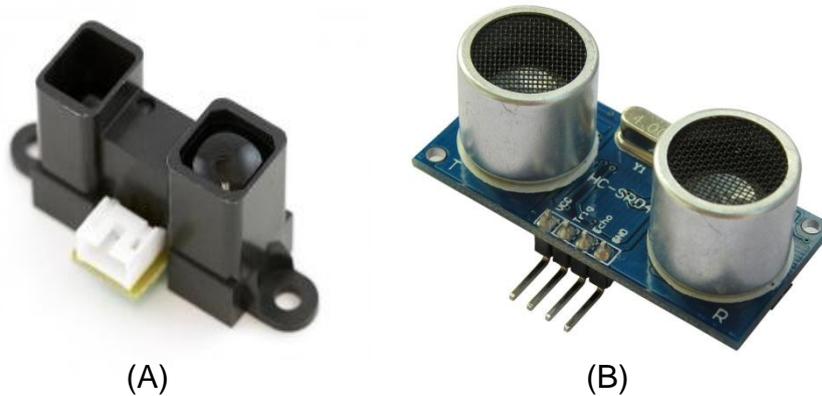


FIGURA 10. (A) Sensores infrarrojos y (B) Sensores Ultrasonido
Fuente (Manual de dispositivos de control del tránsito, 2000)

b) Semáforo

Los semáforos son dispositivos electrónicos que tienen como función ordenar y regular el tránsito de vehículos y peatones en las calles y carreras por medio de luces generalmente de color rojo, ámbar y verde, operados por una unidad de control.

El semáforo es un dispositivo luminoso operado electrónicamente por un controlador y que visualmente comunica una acción o acciones preestablecidas al tránsito (Covenin 2753:2009), ubicado generalmente en intersecciones para poder regular el flujo de vehículos y peatones en calles y carreteras.

Tiene como funciones principales:

- Alternar el permiso de circulación entre una corriente vehicular o peatonal y otras.
- Regular la velocidad de los vehículos para mantener la circulación continua.
- Controlar la circulación por canales.
- Reducir el número de accidentes y colisiones, ocasionados generalmente en intersecciones.
- Generar orden en el tráfico.

3.2.3.3. Cómo se origina el Tráfico Vehicular

Se puede dar una explicación muy sencilla de cómo se genera el tráfico vehicular en calles y avenidas, se asume que los vehículos se están movilizand o desde un lugar de origen hacia un lugar de destino a una velocidad determinada, al inicio toda va relativamente normal, pero por momentos a distancia entre un auto y otro es pequeña y el auto que va a mayor velocidad se ve obligado a disminuir su velocidad para no accidentarse con el vehículo que está delante, es en este momento en el que se crean los denominados embotellamientos; lo interesante de este fenómeno es que se replica como una onda expresiva que afecta a los vehículos que están detrás.(López, D., 2014)

Por esta situación el tráfico vehicular en la vida cotidiana sucede exactamente de la misma manera. Así se puede decir con seguridad que no existe una regla o método que acabe con esta problemática definitivamente, pero si se pueden proponer mecanismos que ayuden a reducir el impacto que genera el fenómeno del tráfico vehicular (Cuadros P., 2010)



FIGURA 11. Tráfico Vehicular

Causas

La congestión vehicular se produce cuando el volumen de tráfico o de la distribución normal del transporte genera una demanda de espacio mayor que el disponible en las carreteras. Hay una serie de circunstancias específicas que causan o agravan la congestión, la mayoría de ellos reducen la capacidad de una carretera en un punto determinado o durante un determinado periodo, o aumentar el número de vehículos necesarios para un determinado caudal de personas o mercancías. En muchas ciudades altamente pobladas la congestión vehicular es recurrente, y se atribuye a la gran demanda de tráfico, la mayoría del resto se atribuye a incidentes de tráfico, obras viales o eventos climáticos. La velocidad y el flujo también pueden afectar la capacidad de la red, aunque la relación es compleja. Es difícil predecir en qué condiciones un atasco sucede, pues puede ocurrir de repente. Se ha constatado que los incidentes (tales como accidentes o incluso un solo coche frenado en gran medida en un buen flujo anteriormente)

Pueden causar repercusiones (un fallo en cascada), que luego se difunde y crear un atasco de tráfico sostenido, cuando, de otro modo, el flujo normal puede haber continuado durante algún tiempo más.

Consecuencias del Tráfico Vehicular

Las principales consecuencias generadas por el congestionamiento del sector automotriz, se refleja de forma directa en los cambios que día a día experimenta la sociedad en su desarrollo personal, social y económico debido a factores como el incremento del tiempo necesario para llegar a su destino, de los costos de operación y mantenimiento que requieren los automotores, de la contaminación atmosférica generada por la expulsión de gases de combustión de los vehículos y contaminación acústica de las ciudades por el excesivo y desmesurado uso de las bocinas vehiculares, aspectos que en general denotan el deterioro progresivo de la calidad de vida de la población. (Alcalá R., Moisés, 2016)

3.2.4. Control de tráfico

La utilización de las vías urbanas por parte de vehículos y peatones, crea escenarios que deben ser compartidos por estos, asegurando la seguridad y el bienestar en el uso de ellos. Es en base a este principio básico que se hace necesario la implementación de elementos que controlen y regulen esta interacción entre vehículos, peatones y las vías.

Existen dos tipos de métodos para el control de tráfico que son: los métodos formales e informales. Los métodos formales son las señales, demarcaciones en el pavimento y los semáforos; y los métodos informales son: la geometría de la vía, experiencias personales y conocimientos previos. El tema se va a enfocar en los métodos formales, debido a que estos son los que pueden ser modificados más fácilmente.

Las señales de tránsito son una valiosa herramienta para mejorar la seguridad y eficiencia del tránsito vehicular y peatonal presente en un corredor vial. Se utiliza para tener informado al conductor acerca de las características de la vía por la cual se circula. Así, sirve para advertir de la

existencia de peligros, informar sobre normas viales y ubicar al conductor dónde se encuentra y cual ruta debe tomar.

Estas señales de tránsito se colocan a lo largo, al lado o por encima de una carrera, camino o ruta, y se clasifican en señalización horizontal, vertical y electrónica. La Señalización horizontal, corresponde a las marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas; la señalización vertical se basa en la implementación de placas fijadas en postes o estructuras sobre la vía o adyacentes a ella y de acuerdo a la función que cumplen estas señales se clasifican en: señales preventivas, reglamentarias e informativas; y por último la señalización electrónica que corresponde a los semáforos. (López E., Diana, 2014)

Los Semáforos son dispositivos electrónicos de señalización que sirve para controlar y dar seguridad a los conductores de los vehículos y los peatones en las intersecciones, mediante la asignación de derecho de vía en las diferentes direcciones. El semáforo está compuesto de una serie de elementos físicos y funcionales, tales como: cabeza que es la parte visible del semáforo, la cara donde se encuentran colocadas ubicadas las luces de indicación; los lentes, las vísceras que se encuentran colocadas encima de las unidades ópticas; los soportes y las placas de contraste. En la cara de los semáforos, existen dos o tres unidades ópticas según el tipo de semáforo que da las indicaciones a los conductores o peatones de cuando parar y cuando seguir, de acuerdo a las indicaciones de luces de color rojo, que significa que el tránsito vehicular o peatonal debe detenerse antes de la línea de pare, amarillo que advierte a los conductores de los vehículos que el tiempo de rojo o verde se ha terminado, y, verde que significa que los vehículos o peatones pueden seguir la marcha de frente o los vehículos pueden girar a la izquierda o la derecha según las indicaciones de las flechas; estas indicaciones son operadas por una unidad electrónica de control que se encuentra localizada en el central semafórica de la Ciudad.

3.2.5. Sistema operacional de los Semáforos

Un semáforo puede operar de forma aislada, es decir, que no dependa de otro sistema para su funcionamiento, o, coordinada que son semáforos que operan con el mismo ciclo o múltiplo de este en intersecciones adyacentes. La coordinación de una red semafórica se puede realizar mediante conexión física o mediante sincronismos, pero, existe la posibilidad de que la red no opere correctamente por interferencias en el medio. Cuando la coordinación es física se realiza la conexión mediante cables tipo telefónico. Otra forma de operación es el sistema centralizado en el cual todas las indicaciones son asignadas desde una central de control.

Independientemente del tipo operacional que se debe utilizar, existen dos tipos básicos de controladores: controladores de tiempo fijo y por demanda de tráfico o actuados. (Mantilla, L. & Márquez, E., 2014)

Los sistemas de control pre – sincronizado o de tiempo fijo son sincronizados mediante datos históricos recopilados de los flujos en todos los accesos de las intersecciones semaforizadas, donde el tiempo del ciclo es constante y la duración de los instantes de cambio de las fases son en relación al ciclo. Los controladores de tiempo fijo son los más sencillos que existen, de bajo costo y de fácil operación. Esta forma de control de tráfico es aceptable para intersecciones, arterias o redes viales con muy poca variación de volúmenes de tráfico, en los cuales los beneficios de los controladores actuados no justifican el costo.

Los sistemas de tiempo fijo pueden ser operados eficientemente usando configuraciones derivadas de software de optimización disponibles. Los objetivos de optimización están orientados a maximizar las oportunidades de avance y proporcionar prioridad a movimientos arteriales. Igualmente este sistema de tiempos fijos opera bastante bien cuando los volúmenes de tráfico son predecibles y predominantes en una dirección.



FIGURA 12. Sistema de tiempo fijo

Fuente (Manual de dispositivos de control del tránsito, 2000)

Otro tipo de controlador es el actuado o por demanda de tráfico. Es más complejo que el controlador de tiempo fijo, por depender de detectores para los vehículos que se aproximan en los accesos de la intersección. El objetivo de este controlador es dar un tiempo de verde a cada corriente de tráfico de acuerdo a la necesidad de paso, ajustando este tiempo de acuerdo a las fluctuaciones de tráfico que se pueden presentar en la intersección.

Existen tres tipos de controlador actuado: semiactuado, completamente actuado y de volumen densidad (adaptativo)

El **Controlador Semiactuado** puede ser usado en intersecciones donde la vía principal o arterial con flujo relativamente uniforme es atravesada por una vía secundaria con velocidades de operación y variaciones de volumen relativamente bajas. La fase principal mantiene indefinidamente la señal de verde hasta que el detector vehicular, localizado en el acceso a la intersección en la vía secundaria, actúa.

En el **control totalmente actuado** o de “operación libre” todos los accesos requieren de detectores, de modo que el ciclo, la duración y la secuencia de

intervalos están controlados por el flujo de tráfico de la intersección, éste tipo es recomendado para intersecciones aisladas. La operación de este tipo de control es a veces usado en intersecciones con volúmenes relativamente iguales pero diferentes ajustes de tiempos y distribuciones esporádicas de tráfico.

Para el control adaptativo existen estrategias centralizadas como: SCOOT (Split Offset Optimization Technique), SCATS (Sydney Coordinated Traffic Control System), RHODES, MOTION y TUC, entre otras estrategias descentralizadas como: UTOPIA, PRODYN y OPAC (Optimized Polices for Adaptative Control), entre otras.

3.2.6. Flujo Vehicular

El tránsito vehicular (también llamado tráfico vehicular, o simplemente tráfico) es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. Antes de cualquier diseño geométrico de una vía se deben conocer las características del tránsito que va a ocupar esa carretera, calle o avenida. (López E., Diana, 2014)

Mediante el análisis de los elementos de flujo vehicular se pueden entender las características y el comportamiento del tránsito, requisitos básicos para el planteamiento, proyecto y operación de carreteras, calles y sus obras complementarias dentro del sistema de transporte. Con la aplicación de las leyes de la física y las matemáticas, el análisis del flujo vehicular describe la forma como circulan los vehículos en cualquier tipo de vialidad, lo cual permite determinar el Nivel de eficiencia de la operación. Uno de los resultados más útiles del análisis del flujo vehicular es el desarrollo de los modelos microscópicos y macroscópicos que relacionan sus diferentes variables como el volumen, la velocidad, la densidad, el intervalo y el espaciamiento. Estos modelos han sido la base del desarrollo del concepto de Capacidad y Niveles de Servicio aplicado a diferentes tipos de elementos viales.

El objetivo, al abordar el análisis del flujo vehicular, es dar a conocer algunas de las metodologías e investigaciones y sus aplicaciones más relevantes en

este tema, con particular énfasis en los aspectos que relacionan las variables del flujo vehicular, la descripción probabilística o casual del flujo de tránsito, la distribución de los vehículos en una vialidad y las distribuciones estadísticas empleadas en proyecto y control de tránsito.



FOTO 5: Flujo Vehicular en el Centro Histórico de Trujillo
Intersecciones (Jr. Bolívar – Jr. Orbegoso)

4. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

OBJETIVO GENERAL

Elaborar una propuesta de mejoramiento de la red semafórica del centro histórico de la ciudad de Trujillo, que permita dinamizar el tránsito.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar las herramientas de control de tráfico vehicular utilizadas en la actualidad, en el Centro Histórico de Trujillo.

2. Determinar los puntos más críticos para el presente estudio.

2.1. Flujo vehicular en puntos estratégicos.

2.2. Longitud de cola

2.3. Semaforización.

2.4. Realizar muestreo de tiempo de visualización por intersección

2.5. Tiempos de los Semáforos

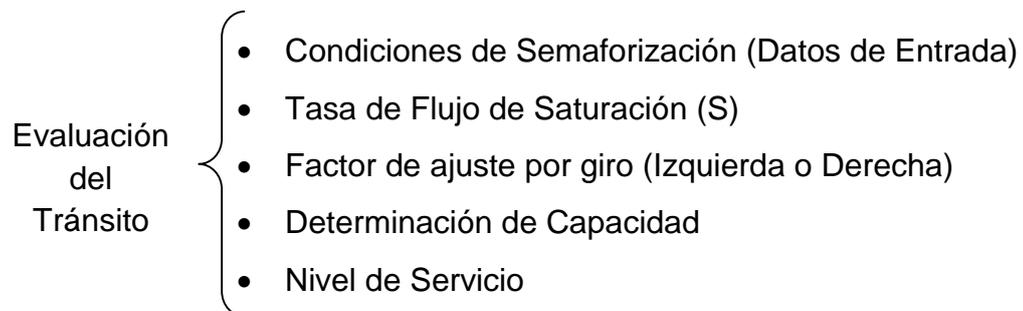
5. HIPÓTESIS Y VARIABLES

HIPÓTESIS GENERAL

Si se implementaría el Plan de Mejoramiento Propuesto se reduciría en el beneficio promedio de la mejora del tránsito en un rango entre el 80% a 90%.

VARIABLES

- Evaluación del Tránsito:



6. MATERIALES Y MÉTODOS

FORMATO DE AFOROS Y CLASIFICACION VEHICULAR															
											FORMATO FC-01				
PUNTO DE CONTROL												FECHA			
SENTIDO												TURNO			
UBICACIÓN												GIRO	1 DER	2 FRE	3 IZQ
HORA CADA 15Min	AUTO			CAMIONETA RURAL			MICROBUS			OMNIBUS					
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
7:00-7:15															
7:15-7:30															
7:30-7:45															
7:45-8:00															
8:00-8:15															
8:15-8:30															
8:30-8:45															
8:45-9:00															
9:00-9:15															
9:15-9:30															
9:30-9:45															
8:45-9:00															

FIGURA 13. Formato para recolección de datos

Fuente (Elaboración propia)

6.1. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

6.1.1. Recopilación Documental

La evolución urbana de Trujillo empieza con el primer anillo vial, que constituye la Av. España, en lo cual nos proyectaremos a realizar unos resúmenes de los flujogramas obtenidos de los censos directivos y selectivos efectuados por un equipo técnico especializado de la Municipalidad Provincial de Trujillo en el año 2010, a continuación unos cuadros informativos:

a) Jr. Bolognesi – Jr. Ayacucho

En el siguiente cuadro se muestran los censos directivos y selectivos cuantificados por aproximación:

Hora Punta - Turno Mañana (08:00 Hrs – 09:00 Hrs)

Cuadro N° 1.01:

Flujos vehiculares por Aproximación en el turno mañana

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH. SIMPLES	TOTAL UCP	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTERP	CA			IZQ	FRE	DER
JR. AYACUCHO APROXIMACION NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%
JR. AYACUCHO APROXIMACION SN	653	34	0	33	0	0	6	726	735	269	466	0
										37%	63%	0%
JR. BOLOGNESI APROXIMACION EO	603	38	1	0	0	0	4	646	644	0	549	94
										0%	85%	15%
JR. BOLOGNESI APROXIMACION OE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%

Del cuadro N° 1.01, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación SN del Jr. Ayacucho, con un total de 726 vehículos (735 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 1372 vehículos (1379 UCP) en la hora punta de la mañana.

Hora Punta - Turno Tarde (12:00 Hrs – 13:00 Hrs)

Cuadro N° 1.02:

Flujos vehiculares por Aproximación en el turno tarde

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH. SIMPLES	TOTAL UCP	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTER	CA			IZQ	FRE	DER
JR. AYACUCHO APROXIMACION NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%
JR. AYACUCHO APROXIMACION SN	613	17	0	37	0	0	13	680	705	209	496	0
										30%	70%	0%
JR. BOLOGNESI APROXIMACION EO	702	20	0	0	0	0	4	726	727	0	609	118
										0%	84%	16%
JR. BOLOGNESI APROXIMACION OE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%

Del cuadro N° 1.02, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación EO del Jr. Bolognesi, con un total de 726 vehículos (727 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 1406 vehículos (1432 UCP) en la hora punta de la mañana.

Hora Punta - Turno Noche (18:15 Hrs – 19:15 Hrs)

**Cuadro N° 1.03:
Flujos vehiculares por Aproximación en el turno noche**

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH. SIMPLES	TOTAL UCP	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTER	CA			IZQ	FRE	DER
JR. AYACUCHO APROXIMACION NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JR. AYACUCHO APROXIMACION SN	802	37	0	43	0	0	18	900	929	279	650	0
JR. BOLOGNESI APROXIMACION EO	651	34	0	0	0	0	1	686	679	0	538	141
JR. BOLOGNESI APROXIMACION OE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Del cuadro N° 1.03, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación SN del Jr. Ayacucho, con un total de 900 vehículos (929 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 1586 vehículos (1608 UCP) en la hora punta de la mañana.

b) Jr. Diego de Almagro – Jr. Ayacucho

En el siguiente cuadro se muestran los censos directivos y selectivos cuantificados por aproximación:

Hora Punta - Turno Mañana (08:45 Hrs – 09:45 Hrs)

**Cuadro N° 1.04:
Flujos vehiculares por Aproximación en el turno mañana**

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH. SIMPLES	TOTAL UCP	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTERP	CA			IZQ	FRE	DER
JR. AYACUCHO APROXIMACION NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JR. AYACUCHO APROXIMACION SN	592	40	0	8	0	0	4	644	642	0	453	189
JR. ALMAGRO APROXIMACION EO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JR. ALMAGRO APROXIMACION OE	492	25	0	5	0	0	3	525	525	304	220	0

Del cuadro N° 1.04, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación SN del Jr. Ayacucho, con un total de 644

vehículos (642 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 1169 vehículos (1167 UCP) en la hora punta de la mañana.

Hora Punta - Turno Tarde (14:00 Hrs – 15:00 Hrs)

**Cuadro N° 1.05:
Flujos vehiculares por Aproximación en el turno tarde**

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH. SIMPLES	TOTAL UCP	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTER	CA			IZQ	FRE	DER
JR. AYACUCHO APROXIMACION NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JR. AYACUCHO APROXIMACION SN	478	20	0	0	0	0	0	498	493	0	316	177
JR. ALMAGRO APROXIMACION EO	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0
JR. ALMAGRO APROXIMACION OE	470	17	1	0	0	0	0	488	485	347	138	0
										72%	28%	0%

Del cuadro N° 1.05, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación SN del Jr. Ayacucho, con un total de 498 vehículos (493 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 986 vehículos (978 UCP) en la hora punta de la mañana.

Hora Punta - Turno Noche (19:00 Hrs – 20:00 Hrs)

**Cuadro N° 1.06:
Flujos vehiculares por Aproximación en el turno noche**

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH. SIMPLES	TOTAL UCP	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTER	CA			IZQ	FRE	DER
JR. AYACUCHO APROXIMACION NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JR. AYACUCHO APROXIMACION SN	772	28	0	0	0	0	0	800	793	0	483	310
JR. ALMAGRO APROXIMACION EO	759	25	0	0	0	0	0	784	778	468	310	0
JR. ALMAGRO APROXIMACION OE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										60%	40%	0%

Del cuadro N° 1.06, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación SN del Jr. Ayacucho, con un total de 800 vehículos (793 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la

intersección asciende a un total de 1584 vehículos (1571 UCP) en la hora punta de la mañana.

c) Jr. Orbegoso – Jr. Ayacucho

En el siguiente cuadro se muestran los censos directivos y selectivos cuantificados por aproximación.

Hora Punta - Turno Mañana (09:00 Hrs – 10:00 Hrs)

Cuadro N° 1.07:

Flujos vehiculares por Aproximación en el turno mañana

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH.	TOTAL	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTERP	CA	SIMPLES	UCP	IZQ	FRE	DER
JR. AYACUCHO APROXIMACION NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%
JR. AYACUCHO APROXIMACION SN	562	39	0	28	0	0	5	634	639	88	551	0
										14%	86%	0%
JR. ORBEGOSO APROXIMACION EO	856	43	0	28	0	0	5	932	936	0	492	444
										0%	53%	47%
JR. ORBEGOSO APROXIMACION OE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%

Del cuadro N° 1.07, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación EO del Jr. Orbegoso, con un total de 932 vehículos (936 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 1566 vehículos (1575 UCP) en la hora punta de la mañana.

Hora Punta - Turno Tarde (14:00 Hrs – 15:00 Hrs)

Cuadro N° 1.08:

Flujos vehiculares por Aproximación en el turno tarde

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH.	TOTAL	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTER	CA	SIMPLES	UCP	IZQ	FRE	DER
JR. AYACUCHO APROXIMACION NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%
JR. AYACUCHO APROXIMACION SN	593	26	0	34	0	0	2	655	660	87	574	0
										13%	87%	0%
JR. ORBEGOSO APROXIMACION EO	763	41	0	26	0	0	6	836	841	0	433	408
										0%	51%	48%
JR. ORBEGOSO APROXIMACION OE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%

Del cuadro N° 1.08, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación EO del Jr. Orbegoso, con un total de 836 vehículos (841 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 1491 vehículos (1501 UCP) en la hora punta de la mañana.

Hora Punta - Turno Noche (17:15 Hrs – 18:15 Hrs)

Cuadro N° 1.09:

Flujos vehiculares por Aproximación en el turno noche

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH.	TOTAL	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTER	CA	SIMPLES	UCP	IZQ	FRE	DER
JR. AYACUCHO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
APROXIMACION NS										0%	0%	0%
JR. AYACUCHO	763	73	0	29	0	0	4	869	864	147	717	0
APROXIMACION SN										17%	83%	0%
JR. ORBEGOSO	952	55	0	35	0	0	7	1049	1055	0	559	496
APROXIMACION EO										0%	53%	47%
JR. ORBEGOSO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
APROXIMACION OE										0%	0%	0%

Del cuadro N° 1.09, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación EO del Jr. Orbegoso, con un total de 1049 vehículos (1055 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 1918 vehículos (1919 UCP) en la hora punta de la mañana.

d) Jr. Gamarra – Jr. Ayacucho

En el siguiente cuadro se muestran los censos directivos y selectivos cuantificados por aproximación.

Hora Punta - Turno Mañana (09:00 Hrs – 10:00 Hrs)

Cuadro N° 1.10:

Flujos vehiculares por Aproximación en el turno mañana

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH.	TOTAL	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTERP	CA	SIMPLES	UCP	IZQ	FRE	DER
JR. GAMARRA APROXIMACION NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JR. GAMARRA APROXIMACION SN	837	32	0	0	0	0	6	875	876	0	689	187
JR. AYACUCHO APROXIMACION EO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	79%	21%
JR. AYACUCHO APROXIMACION OE	624	27	0	0	0	0	4	655	654	0	0	0
										0%	0%	0%
										0%	0%	0%
										296	359	0
										45%	55%	0%

Del cuadro N° 1.10, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación SN del Jr. Gamarra, con un total de 875 vehículos (876 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 1530 vehículos (1530 UCP) en la hora punta de la mañana.

Hora Punta - Turno Tarde (14:00 Hrs – 15:00 Hrs)

Cuadro N° 1.11:

Flujos vehiculares por Aproximación en el turno tarde

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH.	TOTAL	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTER	CA	SIMPLES	UCP	IZQ	FRE	DER
JR. INDEPENDENCIA APROXIMACION NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JR. INDEPENDENCIA APROXIMACION SN	581	18	0	0	0	0	0	599	595	0	459	136
JR. JUNIN APROXIMACION EO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	77%	23%
JR. JUNIN APROXIMACION OE	508	12	0	0	0	0	1	521	520	0	0	0
										0%	0%	0%
										160	360	0
										31%	69%	0%

Del cuadro N° 1.11, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación SN del Jr. Gamarra, con un total de 599 vehículos (595 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 1120 vehículos (1115 UCP) en la hora punta de la mañana.

Hora Punta - Turno Noche (17:00 Hrs – 18:00 Hrs)

Cuadro N° 1.12:

Flujos vehiculares por Aproximación en el turno noche

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH.	TOTAL	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTER	CA	SIMPLES	UCP	IZQ	FRE	DER
JR. INDEPENDENCIA APROXIMACION NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JR. INDEPENDENCIA APROXIMACION SN	824	32	0	0	0	0	2	858	853	0	682	172
JR. JUNIN APROXIMACION EO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JR. JUNIN APROXIMACION OE	742	37	0	0	0	0	1	780	772	291	482	0
										0%	0%	0%
										0%	80%	20%
										0%	0%	0%
										38%	62%	0%

Del cuadro N° 1.12, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación SN del Jr. Gamarra, con un total de 858 vehículos (853 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 1638 vehículos (1625 UCP) en la hora punta de la mañana.

e) Jr. Junín – Jr. Ayacucho

En el siguiente cuadro se muestran los censos directivos y selectivos cuantificados por aproximación.

Hora Punta - Turno Mañana (08:30 Hrs – 09:30 Hrs)

Cuadro N° 1.13:

Flujos vehiculares por Aproximación en el turno mañana

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH.	TOTAL	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTERP	CA	SIMPLES	UCP	IZQ	FRE	DER
JR. AYACUCHO APROXIMACION NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JR. AYACUCHO APROXIMACION SN	777	0	0	0	0	0	4	781	787	560	228	0
JR. JUNIN APROXIMACION EO	466	9	0	0	0	0	4	479	483	0	331	152
JR. JUNIN APROXIMACION OE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%
										71%	29%	0%
										0%	69%	31%
										0%	0%	0%

Del cuadro N° 1.13, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación SN del Jr. Ayacucho, con un total de 781 vehículos (787 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 1260 vehículos (1270 UCP) en la hora punta de la mañana.

Hora Punta - Turno Tarde (14:00 Hrs – 15:00 Hrs)

**Cuadro N° 1.14:
Flujos vehiculares por Aproximación en el turno tarde**

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH. SIMPLES	TOTAL UCP	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTER	CA			IZQ	FRE	DER
JR. AYACUCHO APROXIMACION NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JR. AYACUCHO APROXIMACION SN	534	0	0	0	0	0	0	534	534	321	213	0
JR. JUNIN APROXIMACION EO	281	9	0	0	0	0	5	295	300	0	205	95
JR. JUNIN APROXIMACION OE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%
										60%	40%	0%
										0%	68%	32%
										0%	0%	0%

Del cuadro N° 1.14, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación SN del Jr. Ayacucho, con un total de 534 vehículos (534 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 829 vehículos (834 UCP) en la hora punta de la mañana.

Hora Punta - Turno Noche (17:00 Hrs – 18:00 Hrs)

**Cuadro N° 1.15:
Flujos vehiculares por Aproximación en el turno noche**

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH. SIMPLES	TOTAL UCP	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTER	CA			IZQ	FRE	DER
JR. AYACUCHO APROXIMACION NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JR. AYACUCHO APROXIMACION SN	623	0	0	0	0	0	1	624	626	477	147	0
JR. JUNIN APROXIMACION EO	478	2	0	0	0	0	3	483	487	0	359	128
JR. JUNIN APROXIMACION OE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%
										76%	24%	0%
										0%	74%	26%
										0%	0%	0%

Del cuadro N° 1.15, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación SN del Jr. Ayacucho, con un total de 624 vehículos (626 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 1107 vehículos (1113 UCP) en la hora punta de la mañana.

f) Jr. Junín – Jr. Bolívar

En el siguiente cuadro se muestran los censos directivos y selectivos cuantificados por aproximación:

Hora Punta - Turno Mañana (08:30 Hrs – 09:30 Hrs)

Cuadro N° 1.16:

Flujos vehiculares por Aproximación en el turno mañana

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH. SIMPLES	TOTAL UCP	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTERP	CA			IZQ	FRE	DER
JR. BOLIVAR APROXIMACION NS	728	52	0	2	0	0	0	782	770	0	610	160
										0%	79%	21%
JR. BOLIVAR APROXIMACION SN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%
JR. JUNIN APROXIMACION EO	727	47	0	0	0	0	3	777	770	198	573	0
										26%	74%	0%
JR. JUNIN APROXIMACION OE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%

Del cuadro N° 1.16, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación NS del Jr. Bolívar, con un total de 782 vehículos (770 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 1559 vehículos (1540 UCP) en la hora punta de la mañana.

Hora Punta - Turno Tarde (12:00 Hrs – 13:00 Hrs)

Cuadro N° 1.17:

Flujos vehiculares por Aproximación en el turno tarde

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH. SIMPLES	TOTAL UCP	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTER	CA			IZQ	FRE	DER
JR. BOLIVAR APROXIMACION NS	761	33	0	4	0	0	1	799	793	0	562	232
										0%	71%	29%
JR. BOLIVAR APROXIMACION SN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%
JR. JUNIN APROXIMACION EO	813	35	0	2	0	0	0	850	842	300	542	0
										36%	64%	0%
JR. JUNIN APROXIMACION OE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%

Del cuadro N° 1.17, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación EO del Jr. Junín, con un total de 850 vehículos (842 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la

intersección asciende a un total de 1649 vehículos (1635 UCP) en la hora punta de la mañana.

Hora Punta - Turno Noche (17:15 Hrs – 18:15 Hrs)

Cuadro N° 1.18:

Flujos vehiculares por Aproximación en el turno noche

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH. SIMPLES	TOTAL UCP	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTER	CA			IZQ	FRE	DER
JR. BOLIVAR APROXIMACION NS	705	39	0	6	0	0	0	750	742	0	480	262
										0%	65%	35%
JR. BOLIVAR APROXIMACION SN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%
JR. JUNIN APROXIMACION EO	789	43	1	8	0	0	0	841	833	251	583	0
										30%	70%	0%
JR. JUNIN APROXIMACION OE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%

Del cuadro N° 1.18, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación EO del Jr. Junín, con un total de 841 vehículos (833 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 1591 vehículos (1575 UCP) en la hora punta de la mañana.

g) Jr. Junín – Jr. Pizarro

En el siguiente cuadro se muestran los censos directivos y selectivos cuantificados por aproximación.

Hora Punta - Turno Mañana (08:30 Hrs – 09:30 Hrs)

Cuadro N° 1.19:

Flujos vehiculares por Aproximación en el turno mañana

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH. SIMPLES	TOTAL UCP	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTERP	CA			IZQ	FRE	DER
JR. PIZARRO APROXIMACION NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%
JR. PIZARRO APROXIMACION SN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%
JR. JUNIN APROXIMACION EO	695	39	0	4	0	0	2	740	734	0	734	0
										0%	100%	0%
JR. JUNIN APROXIMACION OE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%

Del cuadro N° 1.19, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación EO del Jr. Junín, con un total de 740 vehículos (734 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 740 vehículos (734 UCP) en la hora punta de la mañana.

Hora Punta - Turno Tarde (12:00 Hrs – 13:00 Hrs)

Cuadro N° 1.20:

Flujos vehiculares por Aproximación en el turno tarde

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH. SIMPLES	TOTAL UCP	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTER	CA			IZQ	FRE	DER
JR. PIZARRO APROXIMACION NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JR. PIZARRO APROXIMACION SN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JR. JUNIN APROXIMACION EO	747	31	0	3	0	0	0	781	774	0	774	0
JR. JUNIN APROXIMACION OE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Del cuadro N° 1.20, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación EO del Jr. Junín, con un total de 781 vehículos (774 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 781 vehículos (774 UCP) en la hora punta de la mañana.

Hora Punta - Turno Noche (17:30 Hrs – 18:30 Hrs)

Cuadro N° 1.21:

Flujos vehiculares por Aproximación en el turno noche

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH. SIMPLES	TOTAL UCP	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTER	CA			IZQ	FRE	DER
JR. PIZARRO APROXIMACION NS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JR. PIZARRO APROXIMACION SN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JR. JUNIN APROXIMACION EO	834	48	0	8	0	0	0	890	880	0	880	0
JR. JUNIN APROXIMACION OE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Del cuadro N° 1.21, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación EO del Jr. Junín, con un total de 890 vehículos (880 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 890 vehículos (880 UCP) en la hora punta de la mañana.

h) Jr. Junín – Jr. Independencia

En el siguiente cuadro se muestran los censos directivos y selectivos cuantificados por aproximación.

Hora Punta - Turno Mañana (09:00 Hrs – 10:00 Hrs)

Cuadro N° 1.22:

Flujos vehiculares por Aproximación en el turno mañana

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH. SIMPLES	TOTAL UCP	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTERP	CA			IZQ	FRE	DER
JR. INDEPENDENCIA APROXIMACION NS	763	24	0	0	0	0	2	789	786	0	412	374
										0%	52%	48%
JR. INDEPENDENCIA APROXIMACION SN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%
JR. JUNIN APROXIMACION EO	665	41	0	0	0	0	6	712	711	156	555	0
										22%	78%	0%
JR. JUNIN APROXIMACION OE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										0%	0%	0%

Del cuadro N° 1.22, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación NS del Jr. Independencia, con un total de 789 vehículos (786 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 1501 vehículos (1497 UCP) en la hora punta de la mañana.

Hora Punta - Turno Tarde (12:30 Hrs – 13:30 Hrs)

Cuadro N° 1.23:

Flujos vehiculares por Aproximación en el turno tarde

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH. SIMPLES	TOTAL UCP	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTER	CA			IZQ	FRE	DER
JR. INDEPENDENCIA APROXIMACION NS	830	39	0	0	0	0	4	873	869	0	435	434
JR. INDEPENDENCIA APROXIMACION SN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	50%	50%
JR. JUNIN APROXIMACION EO	501	38	0	5	0	0	5	549	548	132	416	0
JR. JUNIN APROXIMACION OE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%	0%

Del cuadro N° 1.23, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación NS del Jr. Independencia, con un total de 873 vehículos (869 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 1422 vehículos (1417 UCP) en la hora punta de la mañana.

Hora Punta - Turno Noche (17:45 Hrs – 18:45 Hrs)

Cuadro N° 1.24:

Flujos vehiculares por Aproximación en el turno noche

VIA	T. PRIV		T. PUB				T. CARGA	TOTAL VEH. SIMPLES	TOTAL UCP	GIROS		
	AUTOS	MOTO	MC	CR	O	INTER	CA			IZQ	FRE	DER
JR. INDEPENDENCIA APROXIMACION NS	840	31	0	0	0	0	1	872	866	389	477	0
JR. INDEPENDENCIA APROXIMACION SN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45%	55%	0%
JR. JUNIN APROXIMACION EO	820	24	0	1	0	0	0	845	839	147	692	0
JR. JUNIN APROXIMACION OE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18%	82%	0%

Del cuadro N° 1.24, se observa que el mayor flujo vehicular cuantificado corresponde a la aproximación NS del Jr. Independencia, con un total de 872 vehículos (866 UCP), asimismo el total de vehículos que transitan por la intersección asciende a un total de 1705 vehículos (2814 UCP) en la hora punta de la mañana.

6.1.2. A través de la Observación

Consiste en el estudio de características y comportamiento de un fenómeno, dentro del medio en donde se desenvuelve. Esta técnica se utilizará para estudiar el estado actual del tráfico vehicular y de los sistemas de control actuales en cuanto a semaforización y tiempos de los semáforos

en las intersecciones trabajadas, lo que nos permitirá obtener un informe de estudio de campo, que servirá para una Propuesta de Mejoramiento; además, de ser de mucha utilidad para un análisis posterior.

7. MÉTODO DE ANALISIS DE DATOS

7.1.1. Análisis documental: La base del planteamiento de la solución vendrá del análisis documental sobre la información de documentos, artículos, reglamentos, Manual HCM 2000, etc. Que podamos obtener sobre el tema. Luego de recolectar los datos necesarios procedemos a contrastarlo con la realidad del Tráfico Vehicular del Centro Histórico de Trujillo y posteriormente optaremos por una propuesta más adecuada.

7.1.2. Procesamiento de los datos de campo

En esta sección se presenta los resultados obtenidos de los datos de campo mediante la etapa realizada previamente.

7.1.2.1. Longitud de Cola

Se presenta los resultados obtenidos en la toma de datos, en el que observaremos las longitudes de cola según cada ubicación y dirección de los semáforos y, de las intersecciones asignadas para la realización de la investigación.

Para cada longitud de cola, optamos por tomar cada paño como puntos estratégicos, la cual nos arroja distintos promedios conforme avance las intersecciones y los tiempos de los semáforos.

Los datos obtenidos en las intersecciones tomadas en la investigación, considerando la llamada “Hora Punta”, son las siguientes:

➤ **Jr. Bolognesi – Jr. Ayacucho:**

Detalle de longitud de cola entre estas intersecciones es de 35 ml.

➤ **Jr. Diego de Almagro – Jr. Ayacucho:**

Detalle de longitud de cola entre estas intersecciones es de 45 ml.

➤ **Jr. Orbegoso – Jr. Ayacucho:**

Detalle de longitud de cola entre estas intersecciones es de 65 ml.



FOTO 6. Longitud de Cola

Intersecciones (Jr. Orbegoso – Jr. Ayacucho)

➤ **Jr. Gamarra – Jr. Ayacucho:**

Detalle de longitud de cola entre estas intersecciones es de 60 ml.

➤ **Jr. Junín – Jr. Ayacucho:**

Detalle de longitud de cola entre estas intersecciones es de 40 ml.

➤ **Jr. Junín – Jr. Bolívar:**

Detalle de longitud de cola entre estas intersecciones es de 35 ml.

➤ **Jr. Junín – Jr. Pizarro:**

Detalle de longitud de cola entre estas intersecciones es de 48 ml.

➤ **Jr. Junín – Jr. Independencia:**

Detalle de longitud de cola entre estas intersecciones es de 38 ml.

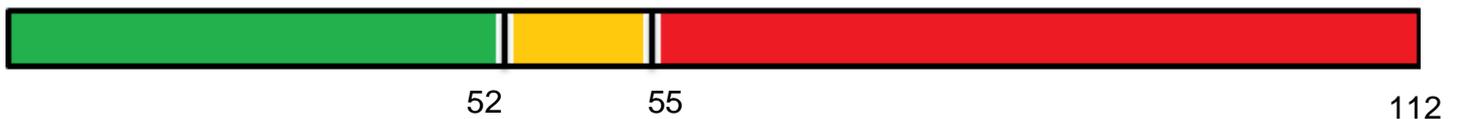
7.1.2.2. Tiempo de Semáforos

Se presenta las fases del tiempo para los semáforos ubicados dentro de las intersecciones a trabajar, para ello hicimos uso de un cuaderno de apuntes y, para registrar los tiempos optamos por emplear un cronómetro para cada punto estratégico, cuyos promedios son reflejados a continuación:

➤ **Jr. Bolognesi – Jr. Ayacucho:**



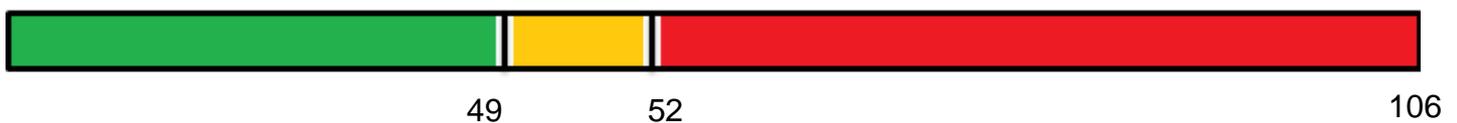
➤ **Jr. Diego de Almagro – Jr. Ayacucho:**



➤ **Jr. Orbegoso – Jr. Ayacucho:**



➤ **Jr. Gamarra – Jr. Ayacucho:**



➤ **Jr. Junín – Jr. Ayacucho:**



➤ **Jr. Junín – Jr. Bolívar:**



➤ **Jr. Junín – Jr. Pizarro:**



➤ **Jr. Junín – Jr. Independencia:**



7.1.2.3. Aforo vehicular:

Para modelar la hora punta, se toma como referencia tres horas referenciales de la mañana, tarde y noche. Así tenemos que para estimar la hora punta de la mañana es necesario modelar la franja correspondiente desde las 07:00 a 10:00 am, 12:00 a 15:00 y 17:00 a 20:00 pm.

A continuación presentaremos nuestras tabulaciones y/o tablas de los flujogramas efectuados para las intersecciones que hemos planteado para nuestra investigación, las cuales son las siguientes:

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

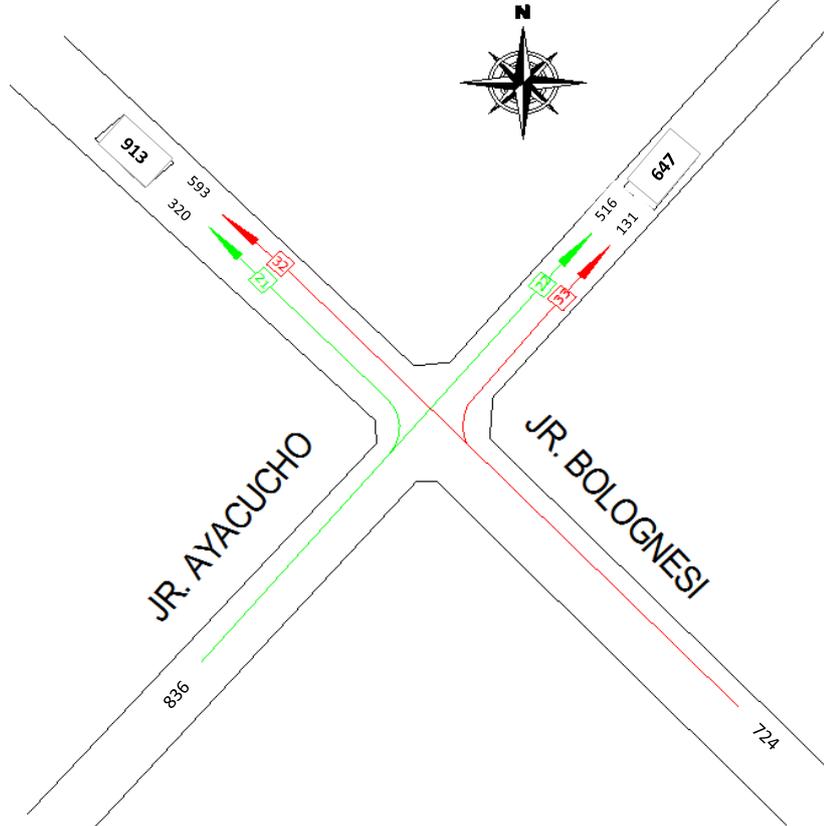
INTERSECCION : JR. AYACUCHO - JR. BOLOGNESI

DISTRITO : TRUJILLO

DIA : JUEVES

HORA PUNTA : 8:00 - 9:00 hrs

TURNO : MAÑANA



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	0	0	260	446	0	0	550	116	0	0	0	1,372	88.52
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	24	28	0	0	0	0	0	0	0	52	3.35
CAMIÓN	0	0	0	5	6	0	0	5	0	0	0	0	16	1.03
MOTO	0	0	0	23	26	0	0	41	20	0	0	0	110	7.10
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,550	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	0	0	312	506	0	0	596	136	0	0	0	1,550
UCP	0	0	0	320	516	0	0	593	131	0	0	0	1,560
F.H.P.	0	0	0	0.93	0.98	0.00	0	0.95	0.82	0.00	0.00	0.0	0.53

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	0	0	260	446	0	0	550	116	0	0	0	1,372	88.52
TRANS. PUB.	0	0	0	47	54	0	0	41	20	0	0	0	162	10.45
TRANS. PES	0	0	0	5	6	0	0	5	0	0	0	0	16	1.03
													1,550	100.00

TOTAL	0	0	0	312	506	0	0	596	136	0	0	0	
%	0	0	0	20.13	32.65	0.00	0	38.45	8.77	0.00	0.00	0.00	

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

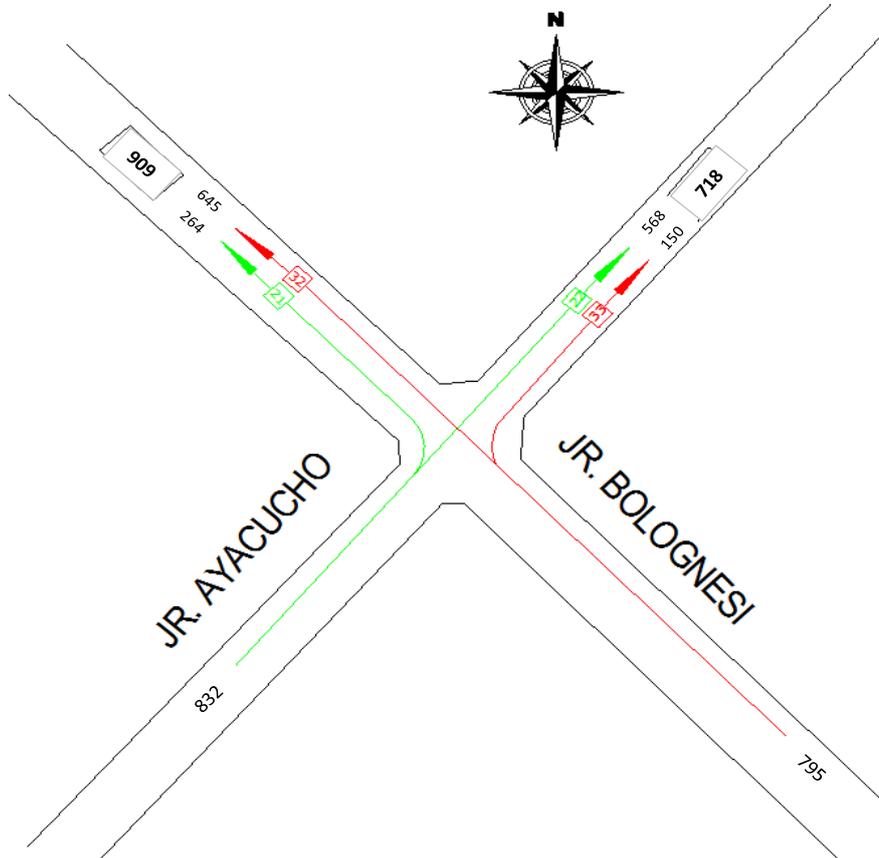
INTERSECCION : JR. AYACUCHO - JR. BOLOGNESI

DISTRITO : TRUJILLO

DIA : JUEVES

HORA PUNTA : 12:00 PM-13:00 PM

TURNO : TARDE



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	0	0	189	476	0	0	612	138	0	0	0	1,415	89.67
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	26	36	0	0	0	0	0	0	0	62	3.93
CAMIÓN	0	0	0	12	14	0	0	7	0	0	0	0	33	2.09
MOTO	0	0	0	16	16	0	0	20	16	0	0	0	68	4.31
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,578	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	0	0	243	542	0	0	639	154	0	0	0	1,578
UCP	0	0	0	264	568	0	0	645	150	0	0	0	1,626
F.H.P.	0.00	0.00	0.00	0.85	0.97	0.00	0.00	0.92	0.84	0	0.00	0.00	0.60

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	0	0	189	476	0	0	612	138	0	0	0	1,415	89.67
TRANS. PUB.	0	0	0	42	52	0	0	20	16	0	0	0	130	8.24
TRANS. PES	0	0	0	12	14	0	0	7	0	0	0	0	33	2.09
													1,578	100.00

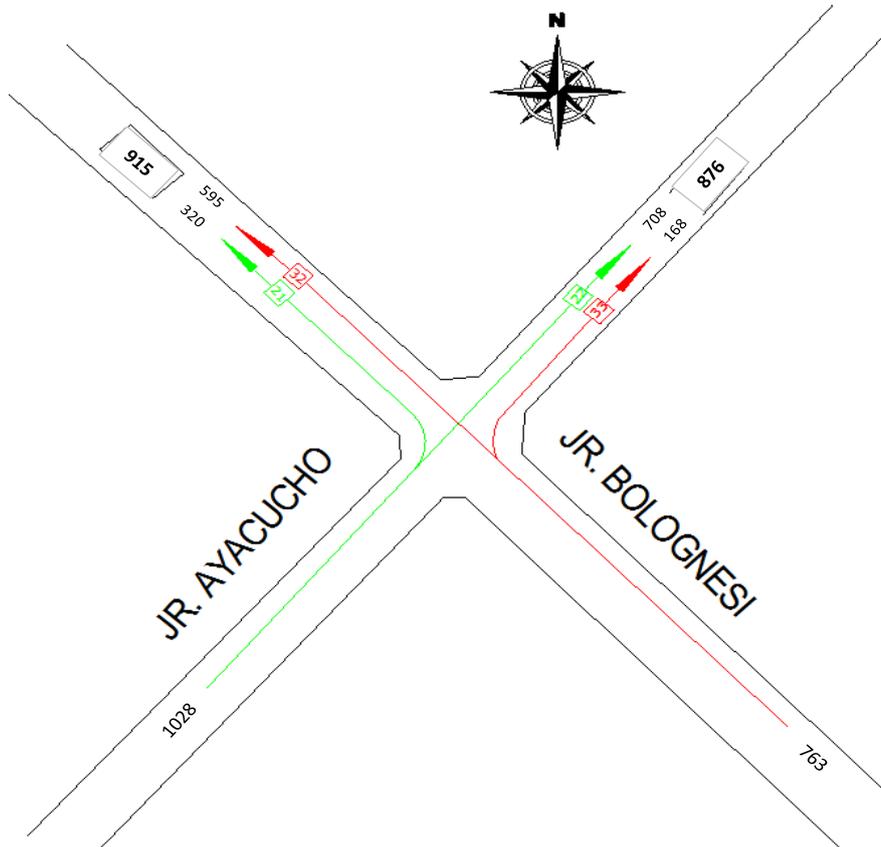
TOTAL	0	0	0	243	542	0	0	639	154	0	0	0
%	0.00	0.00	0.00	15.40	34.35	0.00	0.00	40.49	9.76	0.00	0.00	0.00

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION : JR. AYACUCHO - JR. BOLOGNESI
 DISTRITO : TRUJILLO
 HORA PUNTA : 18:15 PM-19:15 PM

FECHA :
 DIA : JUEVES
 TURNO : NOCHE



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	0	0	242	610	0	0	560	153	0	0	0	1,565	89.02
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	37	31	0	0	0	0	0	0	0	68	3.87
CAMIÓN	0	0	0	7	16	0	0	4	0	0	0	0	27	1.54
MOTO	0	0	0	19	26	0	0	33	20	0	0	0	98	5.57
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,758	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	0	0	305	683	0	0	597	173	0	0	0	1,758
UCP	0	0	0	320	708	0	0	595	168	0	0	0	1,791
F.H.P.	0.00	0.00	0.00	0.86	0.94	0.00	0.00	0.94	0.82	0.00	0.00	0.00	0.51

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	0	0	242	610	0	0	560	153	0	0	0	1,565	89.02
TRANS. PUB.	0	0	0	56	57	0	0	33	20	0	0	0	166	9.44
TRANS. PES	0	0	0	7	16	0	0	4	0	0	0	0	27	1.54
													1,758	100.00

TOTAL	0	0	0	305	683	0	0	597	173	0	0	0
%	0.00	0.00	0.00	17.35	38.85	0.00	0.00	33.96	9.84	0.00	0.00	0.00

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

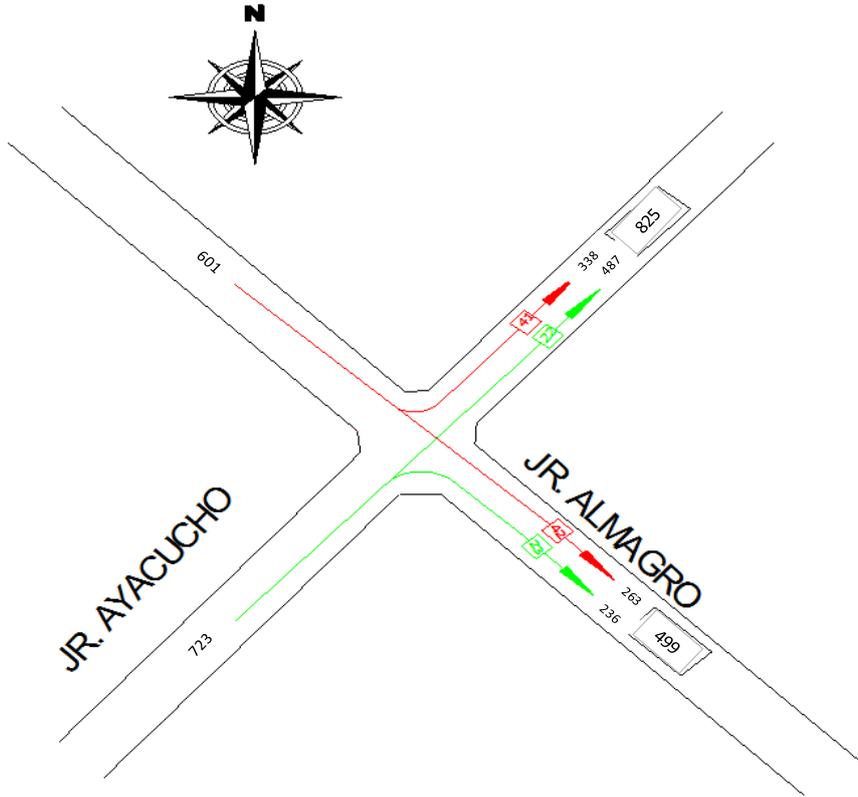
INTERSECCION : JR. ALMAGRO - JR. AYACUCHO

DISTRITO : TRUJILLO

DIA : JUEVES

HORA PUNTA : 8:45 - 9:45 hrs

TURNO : MAÑANA



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	0	0	0	436	202	0	0	0	313	228	0	1,179	88.51
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	0	8	9	0	0	0	3	4	0	24	1.80
CAMIÓN	0	0	0	0	3	2	0	0	0	2	3	0	10	0.75
MOTO	0	0	0	0	45	23	0	0	0	21	30	0	119	8.93
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,332	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	0	0	0	492	236	0	0	0	339	265	0	1,332
UCP	0	0	0	0	487	236	0	0	0	338	263	0	1,323
F.H.P.	0	0	0	0.00	0.92	0.62	0	0.00	0.00	0.86	0.92	0.0	0.47

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	0	0	0	436	202	0	0	0	313	228	0	1,179	88.51
TRANS. PUB.	0	0	0	0	53	32	0	0	0	24	34	0	143	10.74
TRANS. PES	0	0	0	0	3	2	0	0	0	2	3	0	10	0.75
													1,332	100.00

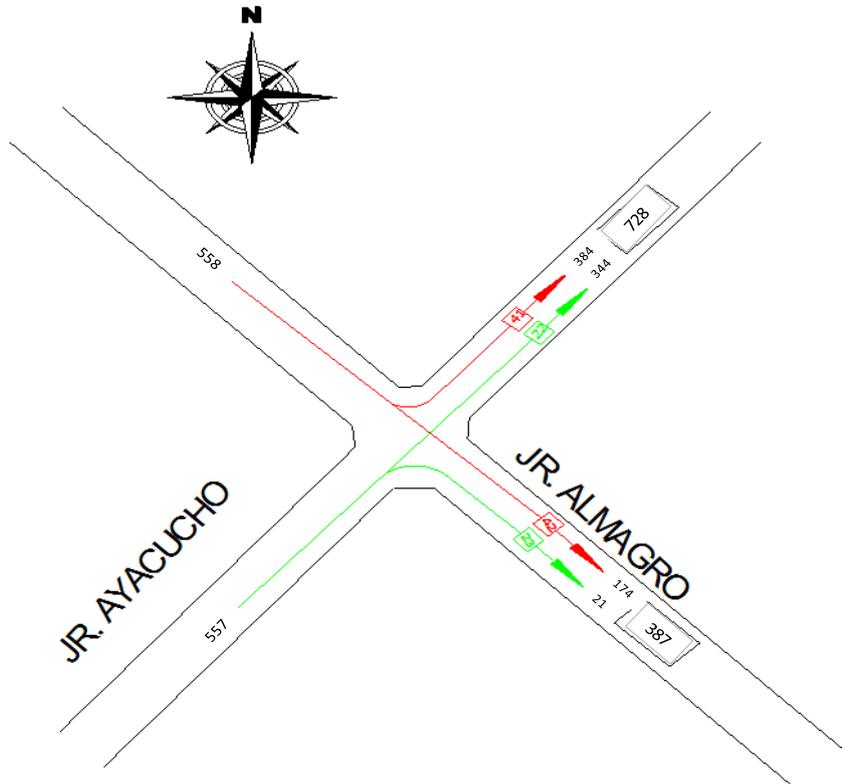
TOTAL	0	0	0	0	492	236	0	0	0	339	265	0		
%	0	0	0	0.00	36.94	17.72	0	0.00	0.00	25.45	19.89	0.00		

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION : JR. ALMAGRO - JR. AYACUCHO
 DISTRITO : TRUJILLO
 HORA PUNTA : 14:00PM-15:00PM

DIA : JUEVES
 TURNO : TARDE



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	0	0	0	328	190	0	0	0	372	161	0	1,051	93.01
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	0	4	6	0	0	0	0	0	0	10	0.88
CAMIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MOTO	0	0	0	0	15	21	0	0	0	16	17	0	69	6.11
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,130	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	0	0	0	347	217	0	0	0	388	178	0	1,130
UCP	0	0	0	0	344	213	0	0	0	384	174	0	1,115
F.H.P.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.85	0.00	0.00	0.00	0	0.82	0.00	0.42

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	0	0	0	328	190	0	0	0	372	161	0	1,051	93.01
TRANS. PUB.	0	0	0	0	19	27	0	0	0	16	17	0	79	6.99
TRANS. PES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,130	100.00

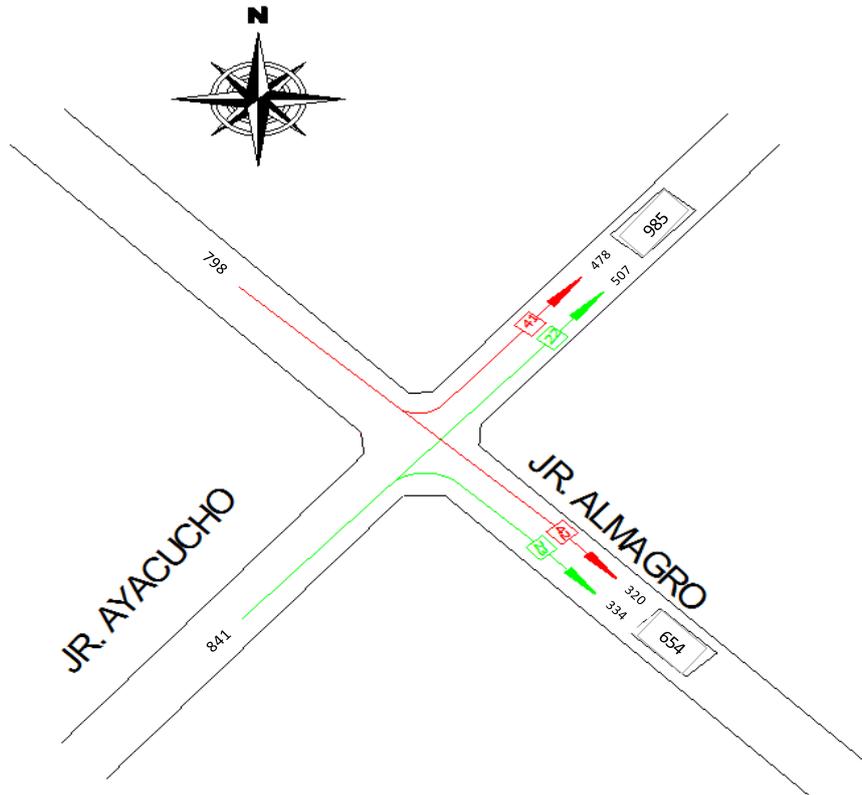
TOTAL	0	0	0	0	347	217	0	0	0	388	178	0	
%	0.00	0.00	0.00	0.00	30.71	19.20	0.00	0.00	0.00	34.34	15.75	0.00	

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION : JR. ALMAGRO - JR. AYACUCHO
 DISTRITO : TRUJILLO
 HORA PUNTA : 19:00PM-20:00PM

DIA : JUEVES
 TURN: NOCHE



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	0	0	0	490	321	0	0	0	456	303	0	1,570	94.52
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
CAMIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MOTO	0	0	0	0	23	17	0	0	0	29	22	0	91	5.48
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,661	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	0	0	0	513	338	0	0	0	485	325	0	1,661
UCP	0	0	0	0	507	334	0	0	0	478	320	0	1,638
F.H.P.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91	0.78	0.00	0.00	0.00	0.95	0.91	0.00	0.51

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	0	0	0	490	321	0	0	0	456	303	0	1,570	94.52
TRANS. PUB.	0	0	0	0	23	17	0	0	0	29	22	0	91	5.48
TRANS. PES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,661	100.00

TOTAL	0	0	0	0	513	338	0	0	0	485	325	0		
%	0.00	0.00	0.00	0.00	30.89	20.35	0.00	0.00	0.00	29.20	19.57	0.00		

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

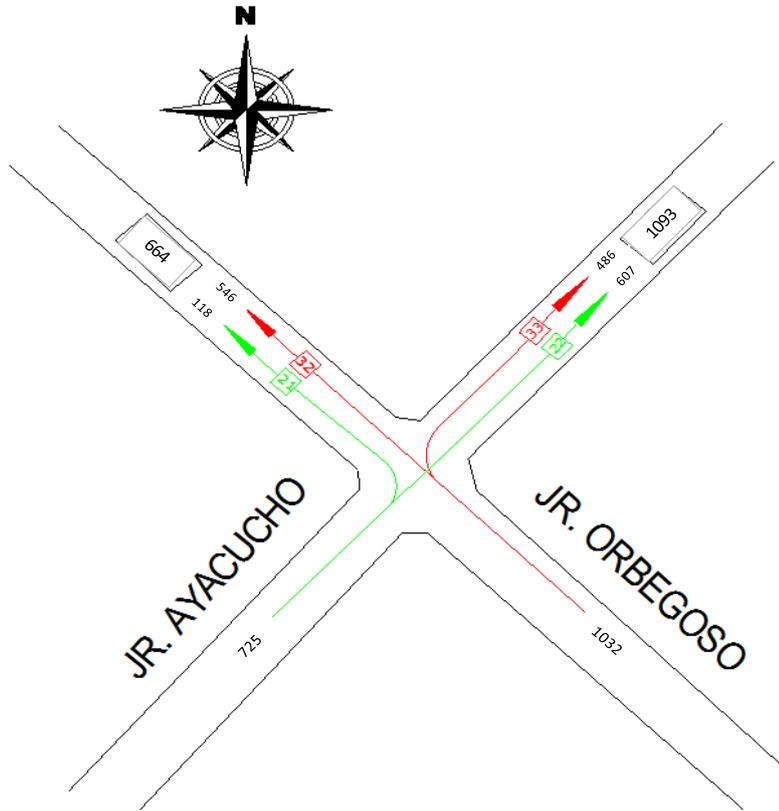
INTERSECCION : JR. ORBEGOSO - JR. AYACUCHO

DISTRITO : TRUJILLO

HORA PUNTA : 9:00 - 10:00 hrs

DIA : JUEVES

TURNO : MAÑANA



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	0	0	91	513	0	0	474	441	0	0	0	1,519	87.20
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	11	31	0	0	25	18	0	0	0	85	4.88
CAMIÓN	0	0	0	3	6	0	0	3	4	0	0	0	16	0.92
MOTO	0	0	0	8	53	0	0	44	17	0	0	0	122	7.00
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,742	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	0	0	113	603	0	0	546	480	0	0	0	1,742
UCP	0	0	0	118	607	0	0	546	486	0	0	0	1,757
F.H.P.	0	0	0	0.77	0.89	0.00	0	0.93	0.94	0.00	0.00	0.0	0.50

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	0	0	91	513	0	0	474	441	0	0	0	1,519	87.20
TRANS. PUB.	0	0	0	19	84	0	0	69	35	0	0	0	207	11.88
TRANS. PES	0	0	0	3	6	0	0	3	4	0	0	0	16	0.92
													1,742	100.00

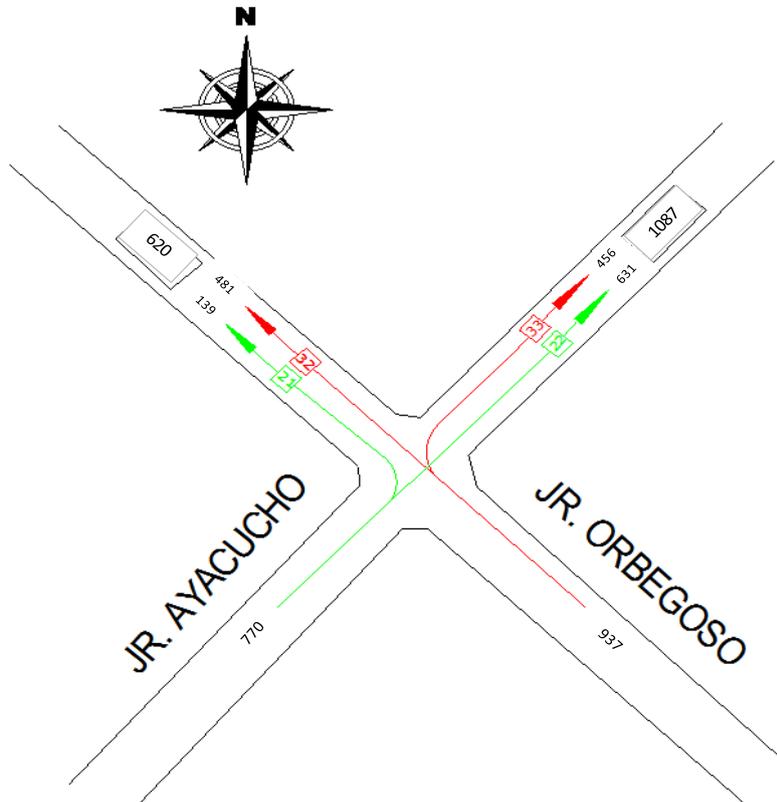
TOTAL	0	0	0	113	603	0	0	546	480	0	0	0	
%	0	0	0	6.49	34.62	0.00	0	31.34	27.55	0.00	0.00	0.00	

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION : JR. ORBEGOSO - JR. AYACUCHO
 DISTRITO : TRUJILLO
 HORA PUNTA : 14:00PM-15:00PM

DIA : JUEVES
 TURNO : TARDE



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	0	0	91	553	0	0	409	417	0	0	0	1,470	86.98
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	25	40	0	0	26	12	0	0	0	103	6.09
CAMIÓN	0	0	0	2	2	0	0	3	4	0	0	0	11	0.65
MOTO	0	0	0	15	30	0	0	42	19	0	0	0	106	6.27
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,690	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	0	0	133	625	0	0	480	452	0	0	0	1,690
UCP	0	0	0	139	631	0	0	481	456	0	0	0	1,706
F.H.P.	0.00	0.00	0.00	0.95	0.97	0.00	0.00	0.85	0.88	0	0.00	0.00	0.61

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	0	0	91	553	0	0	409	417	0	0	0	1,470	86.98
TRANS. PUB.	0	0	0	40	70	0	0	68	31	0	0	0	209	12.37
TRANS. PES	0	0	0	2	2	0	0	3	4	0	0	0	11	0.65
													1,690	100.00

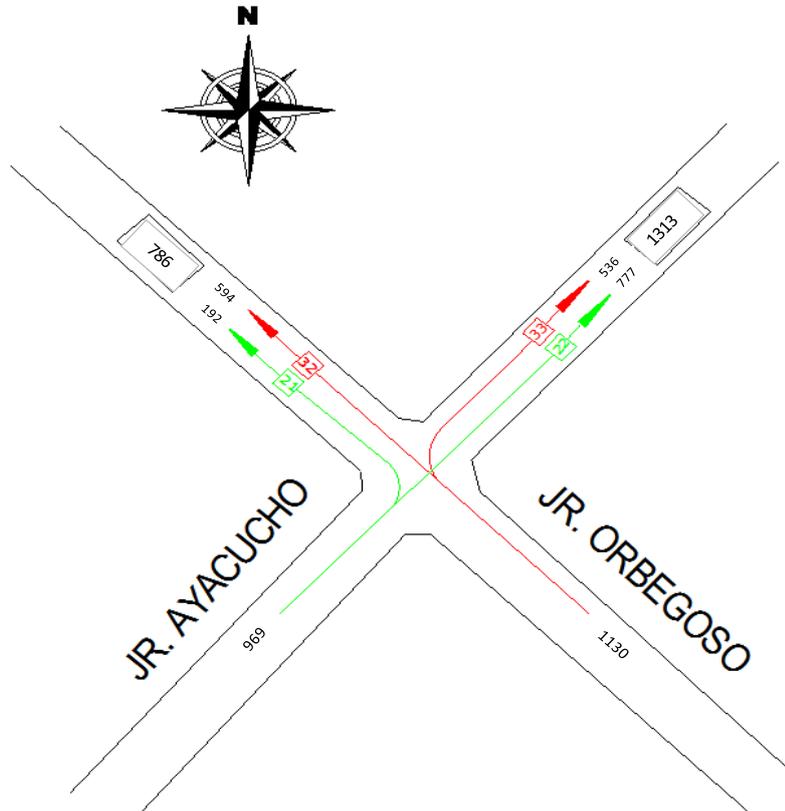
TOTAL	0	0	0	133	625	0	0	480	452	0	0	0
%	0.00	0.00	0.00	7.87	36.98	0.00	0.00	28.40	26.75	0.00	0.00	0.00

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION : JR. ORBEGOSO - JR. AYACUCHO
 DISTRITO : TRUJILLO
 HORA PUNTA : 17:15 PM-18:15 PM

DIA : JUEVES
 TURNO : NOCHE



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	0	0	138	686	0	0	513	483	0	0	0	1,820	86.87
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	17	31	0	0	29	15	0	0	0	92	4.39
CAMIÓN	0	0	0	0	6	0	0	6	3	0	0	0	15	0.72
MOTO	0	0	0	43	50	0	0	40	35	0	0	0	168	8.02
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													2,095	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	0	0	198	773	0	0	588	536	0	0	0	2,095
UCP	0	0	0	192	777	0	0	594	536	0	0	0	2,099
F.H.P.	0.00	0.00	0.00	0.69	0.84	0.00	0.00	0.93	0.92	0.00	0.00	0.00	0.48

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	0	0	138	686	0	0	513	483	0	0	0	1,820	86.87
TRANS. PUB.	0	0	0	60	81	0	0	69	50	0	0	0	260	12.41
TRANS. PES	0	0	0	0	6	0	0	6	3	0	0	0	15	0.72
													2,095	100.00

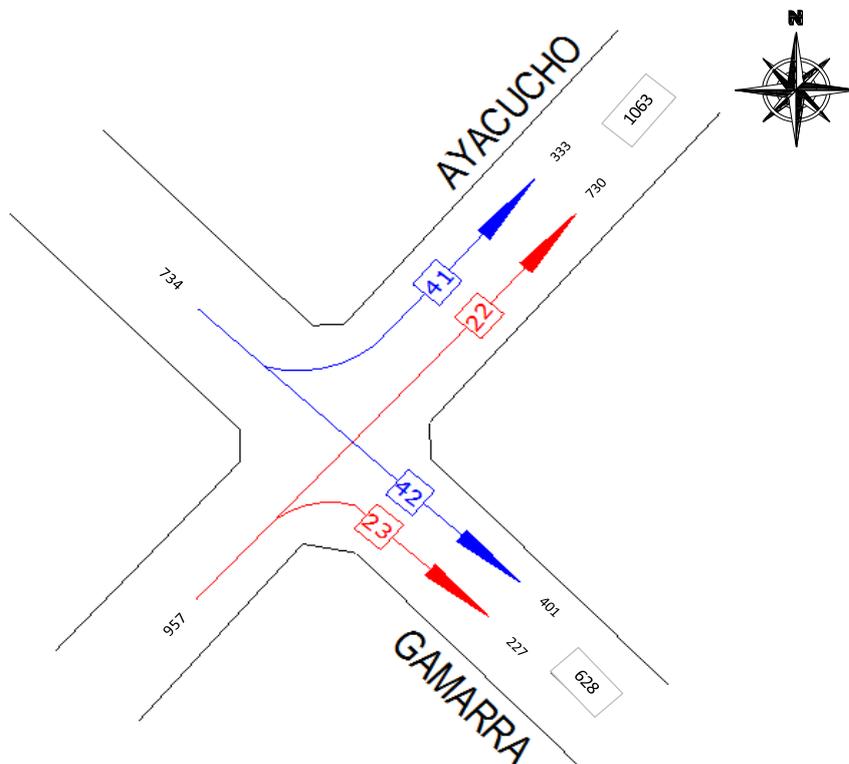
TOTAL	0	0	0	198	773	0	0	588	536	0	0	0	
%	0.00	0.00	0.00	9.45	36.90	0.00	0.00	28.07	25.58	0.00	0.00	0.00	

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION : JR. GAMARRA - JR. AYACUCHO
 DISTRITO : TRUJILLO
 HORA PUNTA : 9:00 -10:00 hrs

DIA : MIERCOLES
 TURNO : MAÑANA



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	0	0	0	689	210	0	0	0	314	371	0	1,584	93.45
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
CAMIÓN	0	0	0	0	5	3	0	0	0	1	4	0	13	0.77
MOTO	0	0	0	0	38	12	0	0	0	22	26	0	98	5.78
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,695	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	0	0	0	732	225	0	0	0	337	401	0	1,695
UCP	0	0	0	0	730	227	0	0	0	333	401	0	1,690
F.H.P.	0	0	0	0.00	0.96	0.86	0	0.00	0.00	0.87	0.79	0.0	0.50

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	0	0	0	689	210	0	0	0	314	371	0	1,584	93.45
TRANS. PUB.	0	0	0	0	38	12	0	0	0	22	26	0	98	5.78
TRANS. PES	0	0	0	0	5	3	0	0	0	1	4	0	13	0.77
													1,695	100.00

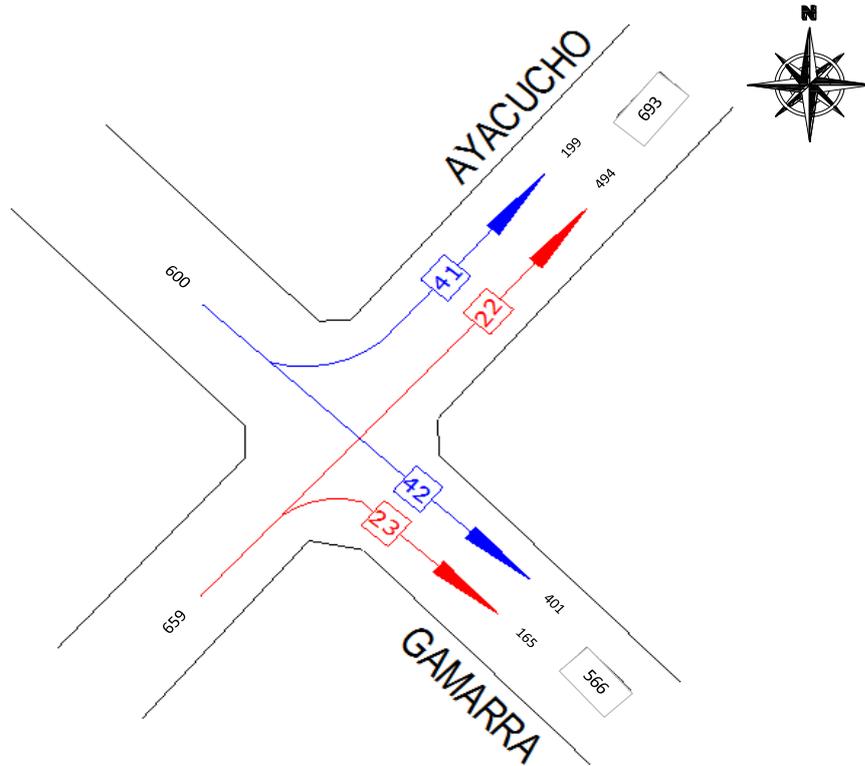
TOTAL	0	0	0	0	732	225	0	0	0	337	401	0
%	0	0	0	0.00	43.19	13.27	0	0.00	0.00	19.88	23.66	0.00

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION : JR. GAMARRA - JR. AYACUCHO
 DISTRITO : TRUJILLO
 HORA PUNTA : 14:00PM-15:00PM

DIA : MIERCOLES
 TURNO : TARDE



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	0	0	0	477	158	0	0	0	197	382	0	1,214	95.59
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
CAMIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0.16
MOTO	0	0	0	0	23	9	0	0	0	3	19	0	54	4.25
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,270	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	0	0	0	500	167	0	0	0	200	403	0	1,270
UCP	0	0	0	0	494	165	0	0	0	199	401	0	1,260
F.H.P.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.93	0.00	0.00	0.00	1	0.85	0.00	0.57

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	0	0	0	477	158	0	0	0	197	382	0	1,214	95.59
TRANS. PUB.	0	0	0	0	23	9	0	0	0	3	19	0	54	4.25
TRANS. PES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0.16
													1,270	100.00

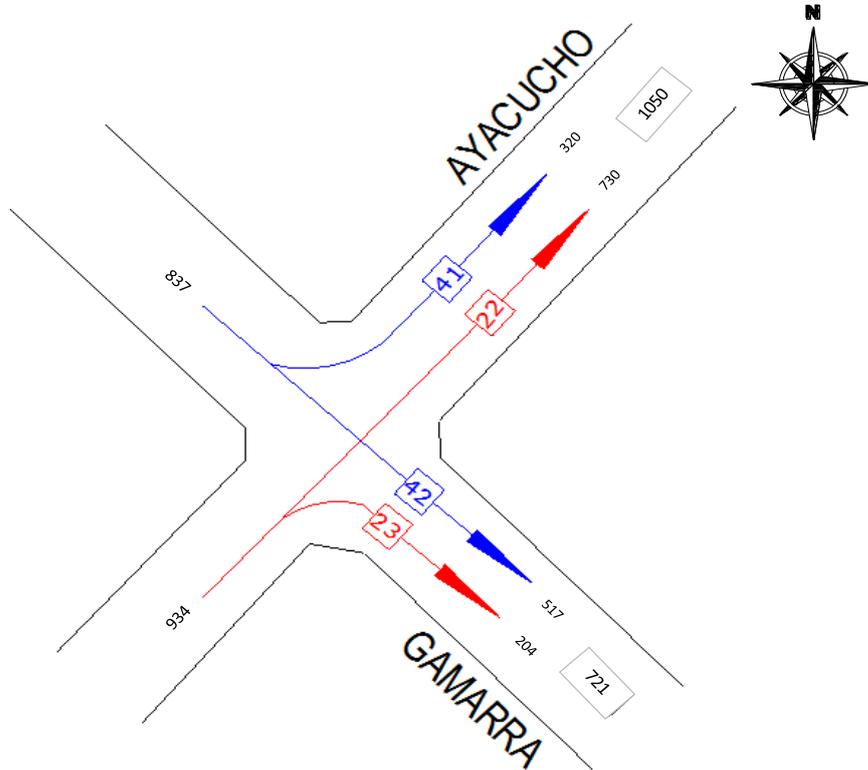
TOTAL	0	0	0	0	500	167	0	0	0	200	403	0
%	0.00	0.00	0.00	0.00	39.37	13.15	0.00	0.00	0.00	15.75	31.73	0.00

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION : JR. GAMARRA - JR. AYACUCHO
 DISTRITO : TRUJILLO
 HORA PUNTA : 17:00PM-18:00PM

DIA : MIERCOLES
 TURN: NOCHE



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	0	0	0	688	193	0	0	0	305	487	0	1,673	93.36
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
CAMIÓN	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	5	0.28
MOTO	0	0	0	0	46	15	0	0	0	20	33	0	114	6.36
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,792	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	0	0	0	737	208	0	0	0	325	522	0	1,792
UCP	0	0	0	0	730	204	0	0	0	320	517	0	1,771
F.H.P.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.82	0.00	0.00	0.00	0.93	0.88	0.00	0.50

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	0	0	0	688	193	0	0	0	305	487	0	1,673	93.36
TRANS. PUB.	0	0	0	0	46	15	0	0	0	20	33	0	114	6.36
TRANS. PES	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	5	0.28
													1,792	100.00

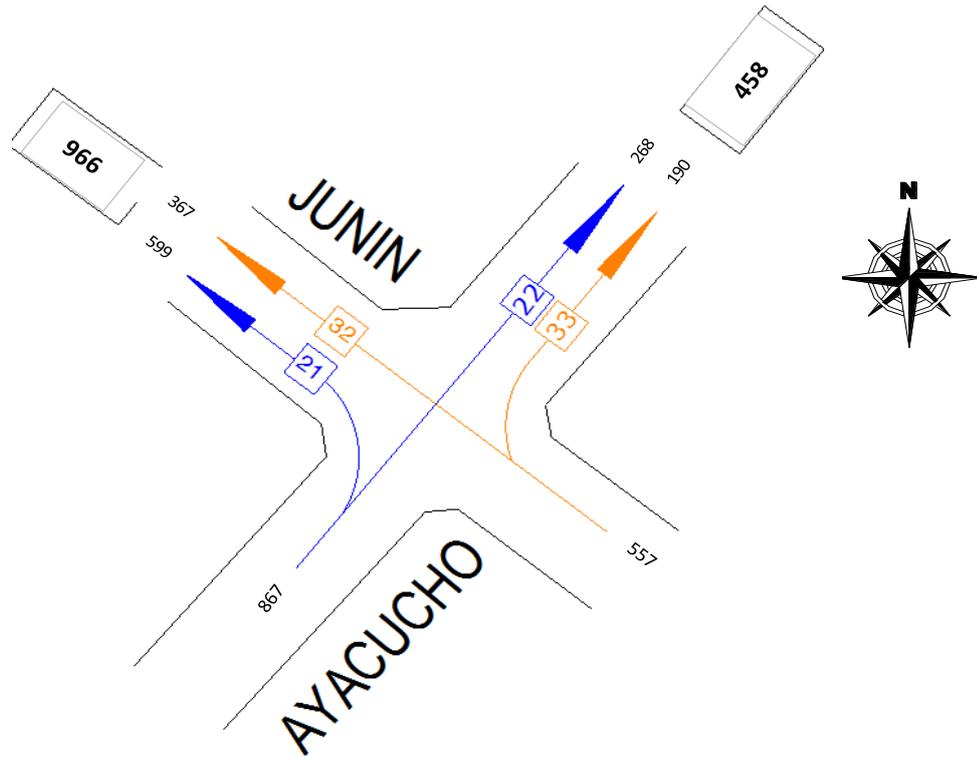
TOTAL	0	0	0	0	737	208	0	0	0	325	522	0
%	0.00	0.00	0.00	0.00	41.13	11.61	0.00	0.00	0.00	18.14	29.13	0.00

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION : JR. JUNIN - JR. AYACUCHO
 DISTRITO : TRUJILLO
 HORA PUNTA : 8:30 - 9:30 hrs

DIA : JUEVES
 TURNO : MAÑANA



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	0	0	586	254	0	0	343	183	0	0	0	1,366	96.54
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
CAMIÓN	0	0	0	3	3	0	0	4	2	0	0	0	12	0.85
MOTO	0	0	0	7	8	0	0	19	3	0	0	0	37	2.61
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,415	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	0	0	596	265	0	0	366	188	0	0	0	1,415
UCP	0	0	0	599	268	0	0	367	190	0	0	0	1,424
F.H.P.	0	0	0	0.93	0.88	0.00	0	0.81	0.89	0.00	0.00	0.0	0.50

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	0	0	586	254	0	0	343	183	0	0	0	1,366	96.54
TRANS. PUB.	0	0	0	7	8	0	0	19	3	0	0	0	37	2.61
TRANS. PES	0	0	0	3	3	0	0	4	2	0	0	0	12	0.85
													1,415	100.00

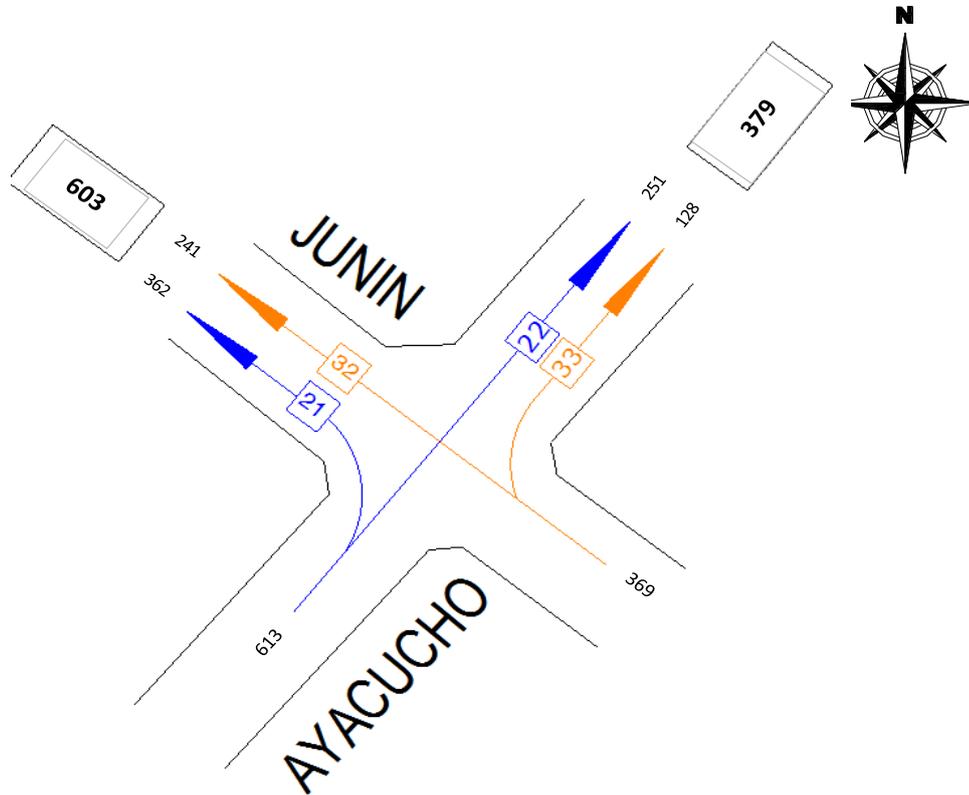
TOTAL	0	0	0	596	265	0	0	366	188	0	0	0
%	0	0	0	42.12	18.73	0.00	0	25.87	13.29	0.00	0.00	0.00

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION : JR. JUNIN - JR. AYACUCHO
 DISTRITO : TRUJILLO
 HORA PUNTA : 14:00 - 15:00 hrs

DIA : JUEVES
 TURNO : TARDE



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	0	0	352	238	0	0	221	118	0	0	0	929	94.89
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
CAMIÓN	0	0	0	1	1	0	0	3	4	0	0	0	9	0.92
MOTO	0	0	0	10	14	0	0	17	0	0	0	0	41	4.19
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													979	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	0	0	363	253	0	0	241	122	0	0	0	979
UCP	0	0	0	362	251	0	0	241	128	0	0	0	982
F.H.P.	0.00	0.00	0.00	0.73	0.74	0.00	0.00	0.87	0.96	0	0.00	0.00	0.55

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	0	0	352	238	0	0	221	118	0	0	0	929	94.89
TRANS. PUB.	0	0	0	10	14	0	0	17	0	0	0	0	41	4.19
TRANS. PES	0	0	0	1	1	0	0	3	4	0	0	0	9	0.92
													979	100.00

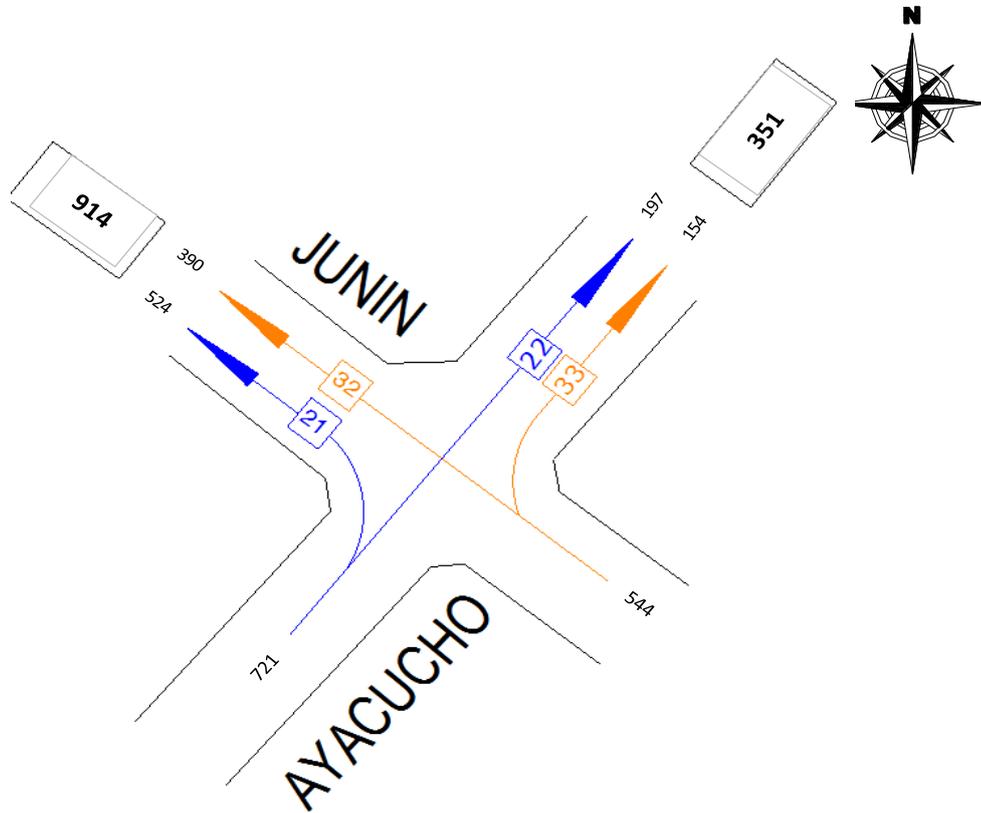
TOTAL	0	0	0	363	253	0	0	241	122	0	0	0
%	0.00	0.00	0.00	37.08	25.84	0.00	0.00	24.62	12.46	0.00	0.00	0.00

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION : JR. JUNIN - JR. AYACUCHO
 DISTRITO : TRUJILLO
 HORA PUNTA : 17:00 - 18:00 hrs

DIA : JUEVES
 TURNO: NOCHE



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	0	0	511	184	0	0	377	145	0	0	0	1,217	96.89
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
CAMIÓN	0	0	0	2	3	0	0	3	2	0	0	0	10	0.80
MOTO	0	0	0	10	7	0	0	7	5	0	0	0	29	2.31
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,256	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	0	0	523	194	0	0	387	152	0	0	0	1,256
UCP	0	0	0	524	197	0	0	390	154	0	0	0	1,264
F.H.P.	0.00	0.00	0.00	0.78	0.92	0.00	0.00	0.83	0.92	0.00	0.00	0.00	0.49

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	0	0	511	184	0	0	377	145	0	0	0	1,217	96.89
TRANS. PUB.	0	0	0	10	7	0	0	7	5	0	0	0	29	2.31
TRANS. PES	0	0	0	2	3	0	0	3	2	0	0	0	10	0.80
													1,256	100.00

TOTAL	0	0	0	523	194	0	0	387	152	0	0	0
%	0.00	0.00	0.00	41.64	15.45	0.00	0.00	30.81	12.10	0.00	0.00	0.00

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

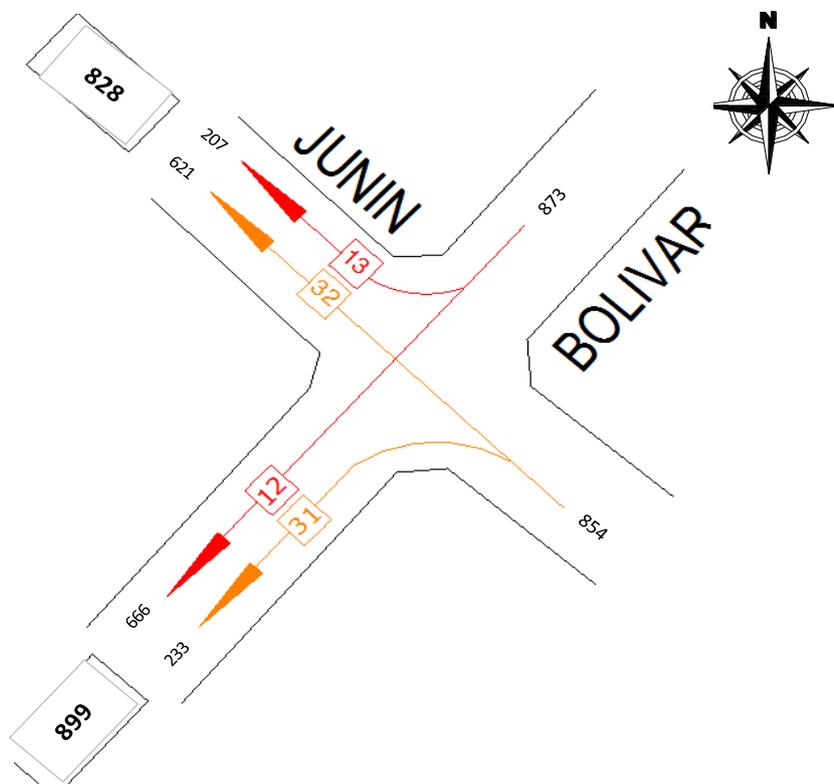
INTERSECCION : JR. JUNIN - JR. BOLIVAR

DISTRITO : TRUJILLO

HORA PUNTA : 8:30 - 9:30 hrs

DIA : JUEVES

TURNO : MAÑANA



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	619	192	0	0	0	205	581	0	0	0	0	1,597	91.10
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	7	0.40
CAMIÓN	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	5	0.29
MOTO	0	62	15	0	0	0	24	43	0	0	0	0	144	8.21
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,753	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	681	210	0	0	0	234	628	0	0	0	0	1,753
UCP	0	666	207	0	0	0	233	621	0	0	0	0	1,726
F.H.P.	0.00	0.90	0.91	0.00	0.00	0.00	0.88	0.94	0.00	0.00	0.00	0.0	0.52

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	619	192	0	0	0	205	581	0	0	0	0	1,597	91.10
TRANS. PUB.	0	62	18	0	0	0	26	45	0	0	0	0	151	8.61
TRANS. PES	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	5	0.29
													1,753	100.00

TOTAL	0	681	210	0	0	0	234	628	0	0	0	0	
%	0	39	12	0.00	0.00	0.00	13	35.82	0.00	0.00	0.00	0.00	

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

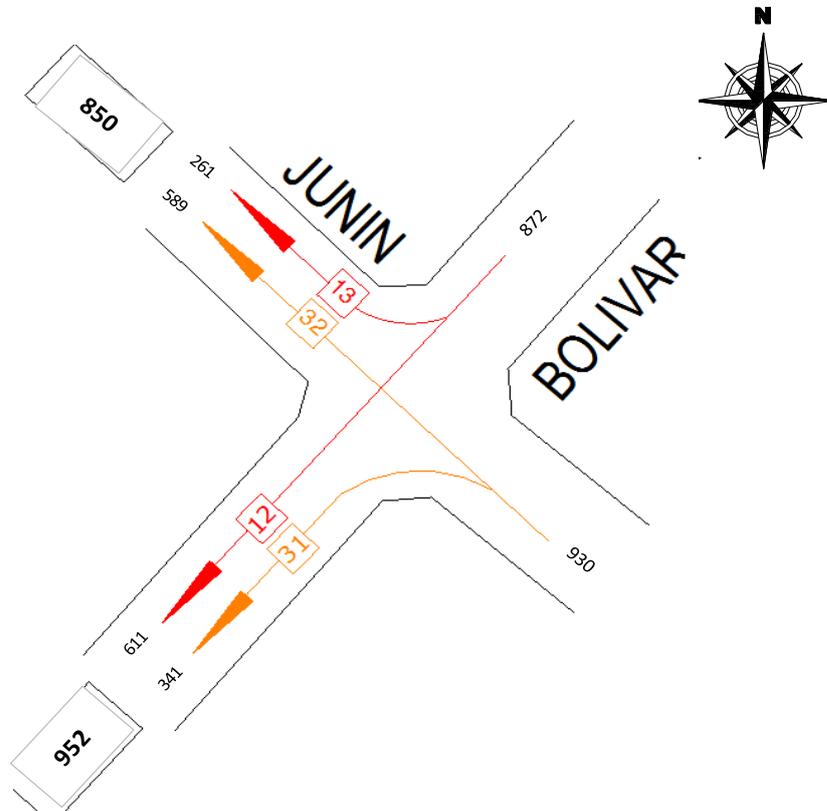
INTERSECCION : JR. JUNIN - JR. BOLIVAR

DISTRITO : TRUJILLO

HORA PUNTA : 12:00 - 13:00 hrs

DIA : JUEVES

TURNO : TARDE



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	565	257	0	0	0	329	550	0	0	0	0	1,701	93.21
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	4	1	0	0	0	2	2	0	0	0	0	9	0.49
CAMIÓN	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.11
MOTO	0	48	4	0	0	0	13	48	0	0	0	0	113	6.19
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,825	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	619	262	0	0	0	344	600	0	0	0	0	1,825
UCP	0	611	261	0	0	0	341	589	0	0	0	0	1,802
F.H.P.	0.00	0.84	0.90	0.00	0.00	0.00	0.80	0.89	0.00	0	0.00	0.00	0.57

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	565	257	0	0	0	329	550	0	0	0	0	1,701	93.21
TRANS. PUB.	0	52	5	0	0	0	15	50	0	0	0	0	122	6.68
TRANS. PES	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.11
													1,825	100.00

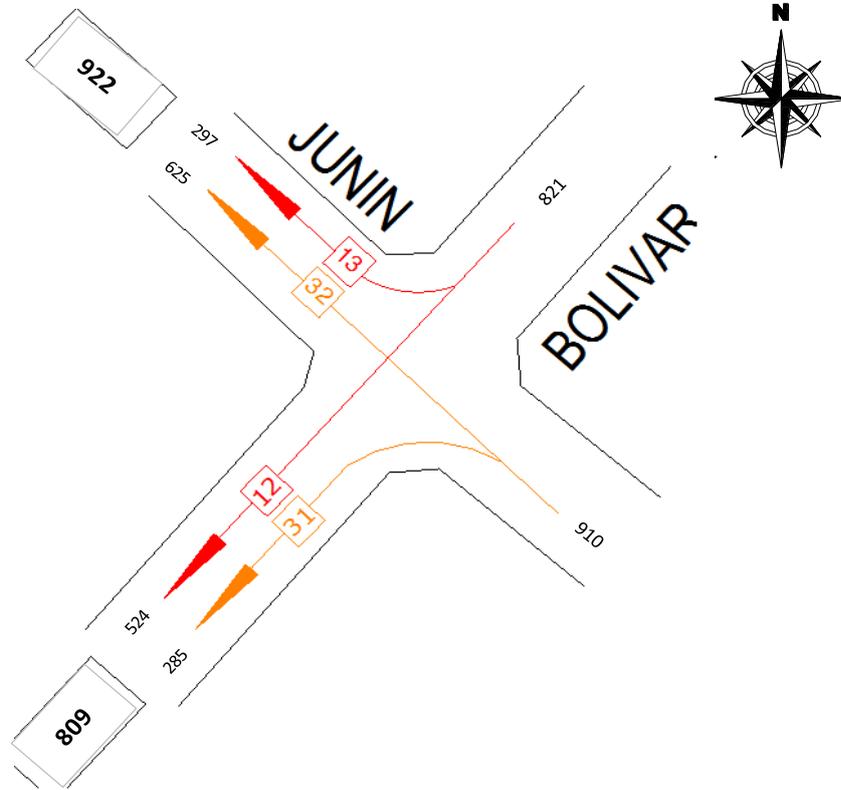
TOTAL	0	619	262	0	0	0	344	600	0	0	0	0	
%	0.00	33.92	14.36	0.00	0.00	0.00	18.85	32.88	0.00	0.00	0.00	0.00	

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION: JR. JUNIN - JR. BOLIVAR
 DISTRITO : TRUJILLO
 HORA PUNTA: 17:15 - 18:15 hrs

DIA : JUEVES
 TURN: NOCHE



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	493	267	0	0	0	263	586	0	0	0	0	1,609	91.58
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.06
C. RURAL	0	3	5	0	0	0	2	8	0	0	0	0	18	1.02
CAMIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MOTO	0	36	32	0	0	0	23	38	0	0	0	0	129	7.34
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,757	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	532	304	0	0	0	289	632	0	0	0	0	1,757
UCP	0	524	297	0	0	0	285	625	0	0	0	0	1,730
F.H.P.	0.00	0.91	0.72	0.00	0.00	0.00	0.92	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	493	267	0	0	0	263	586	0	0	0	0	1,609	91.58
TRANS. PUB.	0	39	37	0	0	0	26	46	0	0	0	0	148	8.42
TRANS. PES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,757	100.00

TOTAL	0	532	304	0	0	0	289	632	0	0	0	0	
%	0.00	30.28	17.30	0.00	0.00	0.00	16.45	35.97	0.00	0.00	0.00	0.00	

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

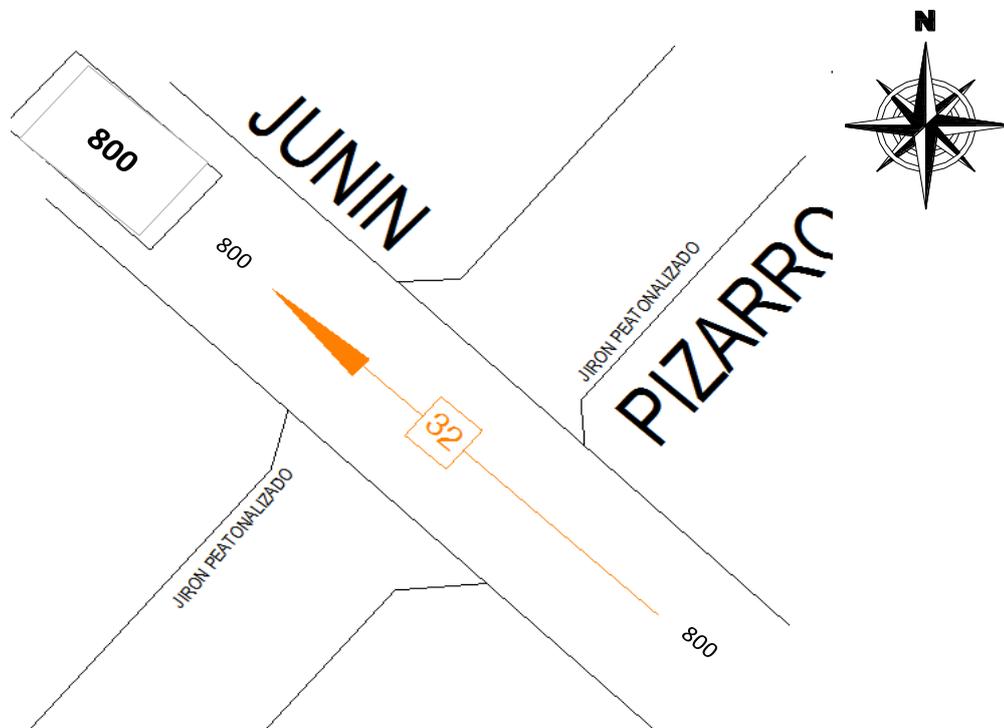
INTERSECCION : JR. JUNIN - JR. PIZARRO

DISTRITO : TRUJILLO

HORA PUNTA : 8:30 - 9:30 hrs

DIA : JUEVES

TURNO : MAÑANA



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	0	0	0	0	0	0	746	0	0	0	0	746	92.56
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8	0.99
CAMIÓN	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0.37
MOTO	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0	0	0	49	6.08
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													806	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	0	0	0	0	0	0	806	0	0	0	0	806
UCP	0	0	0	0	0	0	0	800	0	0	0	0	800
F.H.P.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.00	0.0	0.13

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	0	0	0	0	0	0	746	0	0	0	0	746	92.56
TRANS. PUB.	0	0	0	0	0	0	0	57	0	0	0	0	57	7.07
TRANS. PES	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0.37
													806	100.00

TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	806	0	0	0	0	
%	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

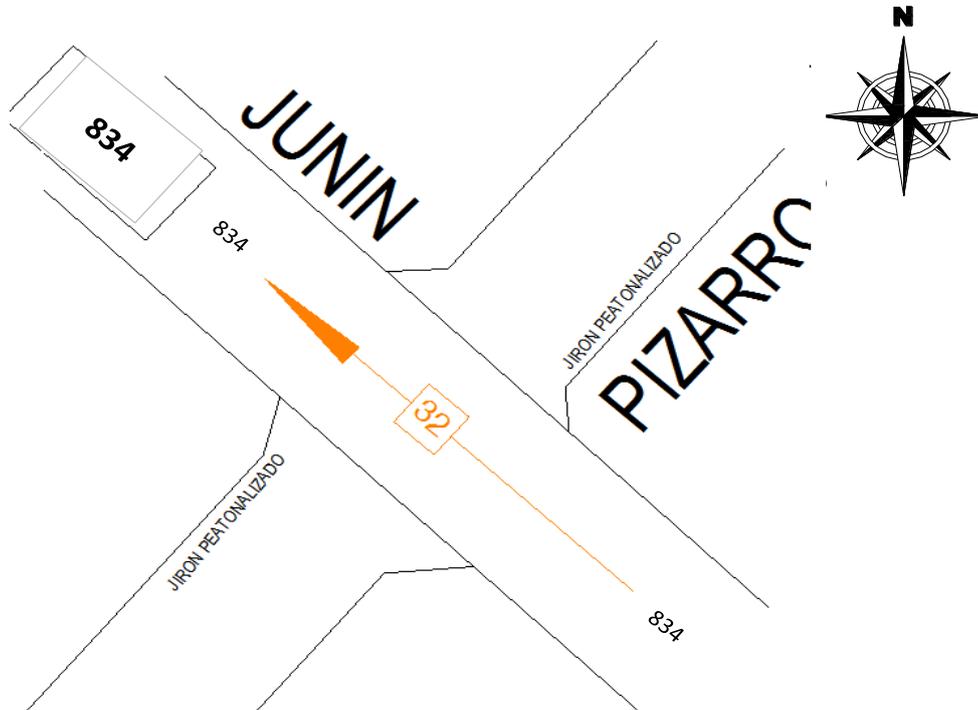
INTERSECCION : JR. JUNIN - JR. PIZARRO

DISTRITO : TRUJILLO

HORA PUNTA : 12:00 - 13:00 hrs

DIA : JUEVES

TURNO : TARDE



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	0	0	0	0	0	0	783	0	0	0	0	783	92.77
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6	0.71
CAMIÓN	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.12
MOTO	0	0	0	0	0	0	0	54	0	0	0	0	54	6.40
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													844	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	0	0	0	0	0	0	844	0	0	0	0	844
UCP	0	0	0	0	0	0	0	834	0	0	0	0	834
F.H.P.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.92	0.00	0	0.00	0.00	0.15

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	0	0	0	0	0	0	783	0	0	0	0	783	92.77
TRANS. PUB.	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	60	7.11
TRANS. PES	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.12
													844	100.00

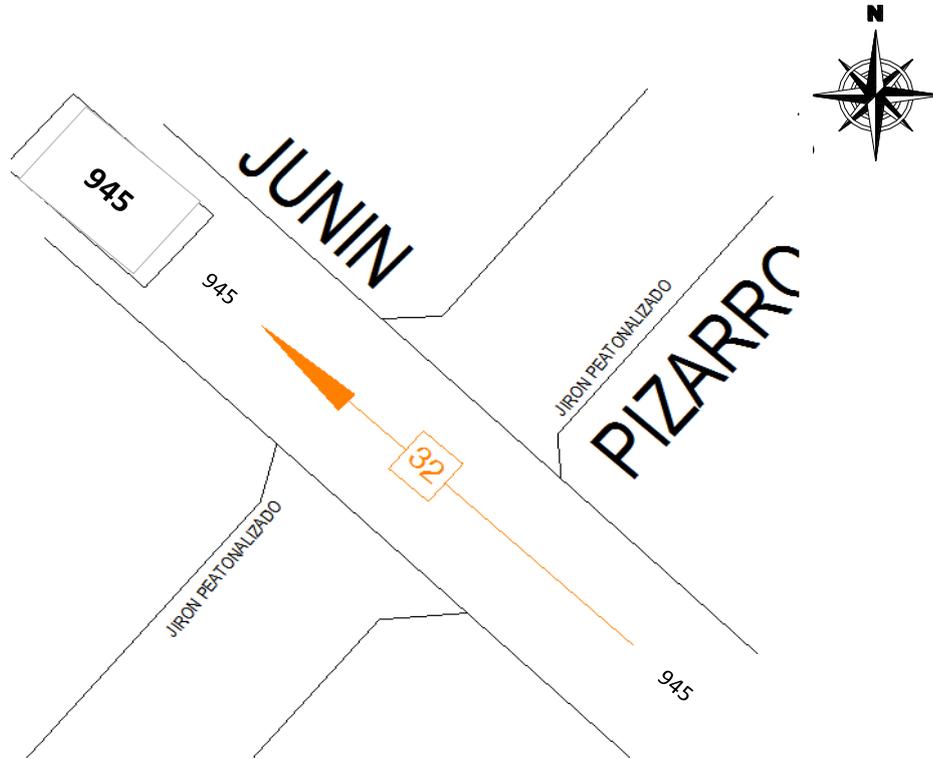
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	844	0	0	0	0
%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION : JR. JUNIN - JR. PIZARRO
 DISTRITO : TRUJILLO
 HORA PUNTA : 17:30 - 18:30 hrs

DIA : JUEVES
 TURNO: NOCHE



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	0	0	0	0	0	0	879	0	0	0	0	879	91.56
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	11	1.15
CAMIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MOTO	0	0	0	0	0	0	0	70	0	0	0	0	70	7.29
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													960	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	0	0	0	0	0	0	960	0	0	0	0	960
UCP	0	0	0	0	0	0	0	945	0	0	0	0	945
F.H.P.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	0	0	0	0	0	0	879	0	0	0	0	879	91.56
TRANS. PUB.	0	0	0	0	0	0	0	81	0	0	0	0	81	8.44
TRANS. PES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													960	100.00

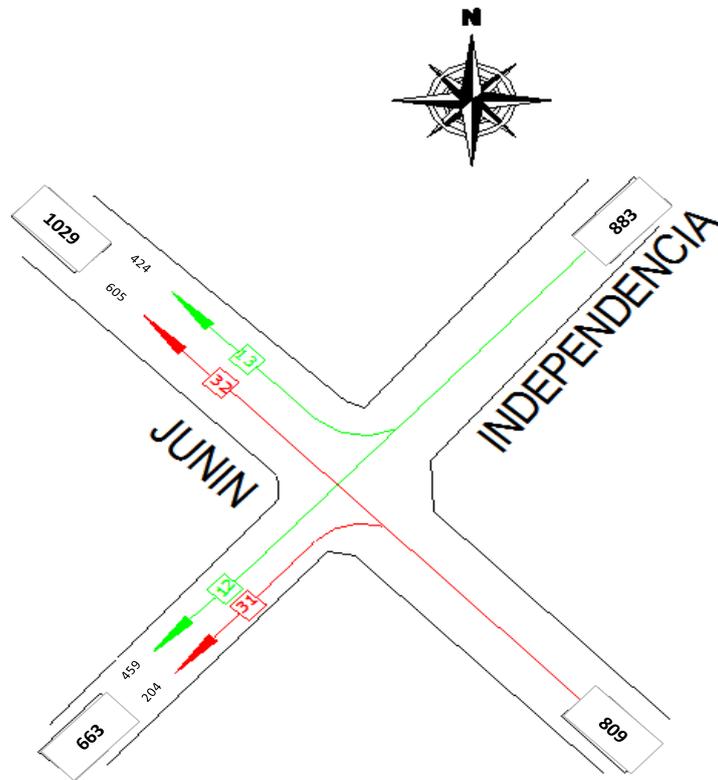
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	960	0	0	0	0	
%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

INTERSECCION : JR. JUNIN - JR. INDEPENDENCIA
 DISTRITO : TRUJILLO
 HORA PUNTA : 9:00 - 10:00 hrs

DIA : JUEVES
 TURNO : MAÑANA



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	443	400	0	0	0	183	562	0	0	0	0	1,588	93.96
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
CAMIÓN	0	2	3	0	0	0	5	5	0	0	0	0	15	0.89
MOTO	0	14	22	0	0	0	11	40	0	0	0	0	87	5.15
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,690	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	459	425	0	0	0	199	607	0	0	0	0	1,690
UCP	0	459	424	0	0	0	204	605	0	0	0	0	1,691
F.H.P.	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0	0.88	0.00	0.00	0.00	0.0	0.13

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	443	400	0	0	0	183	562	0	0	0	0	1,588	93.96
TRANS. PUB.	0	14	22	0	0	0	11	40	0	0	0	0	87	5.15
TRANS. PES	0	2	3	0	0	0	5	5	0	0	0	0	15	0.89
													1,690	100.00

TOTAL	0	459	425	0	0	0	199	607	0	0	0	0	
%	0	27	25	0.00	0.00	0.00	12	35.92	0.00	0.00	0.00	0.00	

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

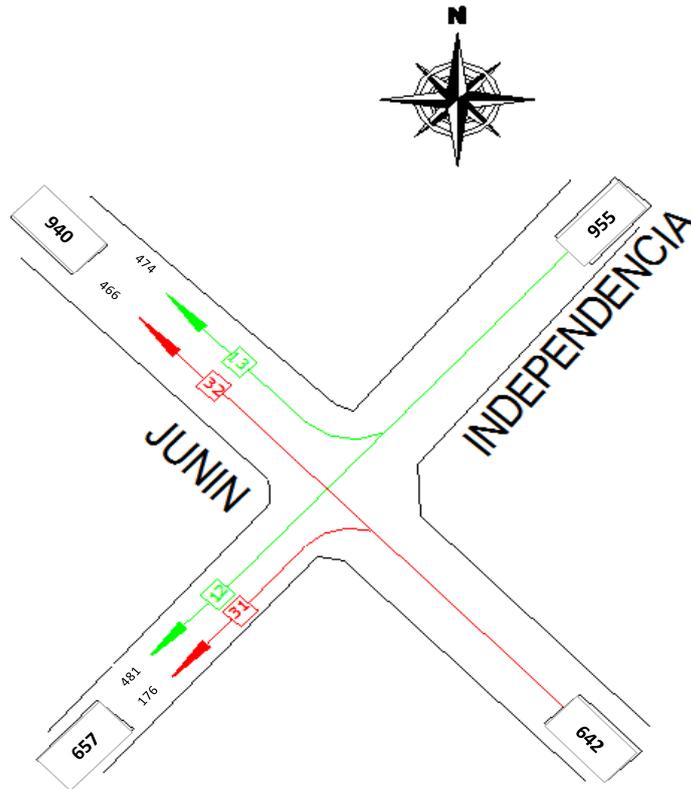
INTERSECCION : JR. JUNIN - JR. INDEPENDENCIA

DISTRITO : TRUJILLO

DIA : JUEVES

HORA PUNTA : 12:30PM-13:30PM

TURNNO : TARDE



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	460	446	0	0	0	156	417	0	0	0	0	1,479	92.50
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	0	0	0	4	5	0	0	0	0	9	0.56
CAMIÓN	0	2	3	0	0	0	2	6	0	0	0	0	13	0.81
MOTO	0	21	27	0	0	0	13	37	0	0	0	0	98	6.13
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,599	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	483	476	0	0	0	175	465	0	0	0	0	1,599
UCP	0	481	474	0	0	0	176	466	0	0	0	0	1,596
F.H.P.	0.95	0.94	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	0	0.00	0.00	0.63

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	460	446	0	0	0	156	417	0	0	0	0	1,479	92.50
TRANS. PUB.	0	21	27	0	0	0	17	42	0	0	0	0	107	6.69
TRANS. PES	0	2	3	0	0	0	2	6	0	0	0	0	13	0.81
													1,599	100.00

TOTAL	0	483	476	0	0	0	175	465	0	0	0	0
%	0.00	30.21	29.77	0.00	0.00	0.00	10.94	29.08	0.00	0.00	0.00	0.00

FLUJOGRAMA

FLUJOS VEHICULARES DIRECCIONALES (HORA PUNTA)

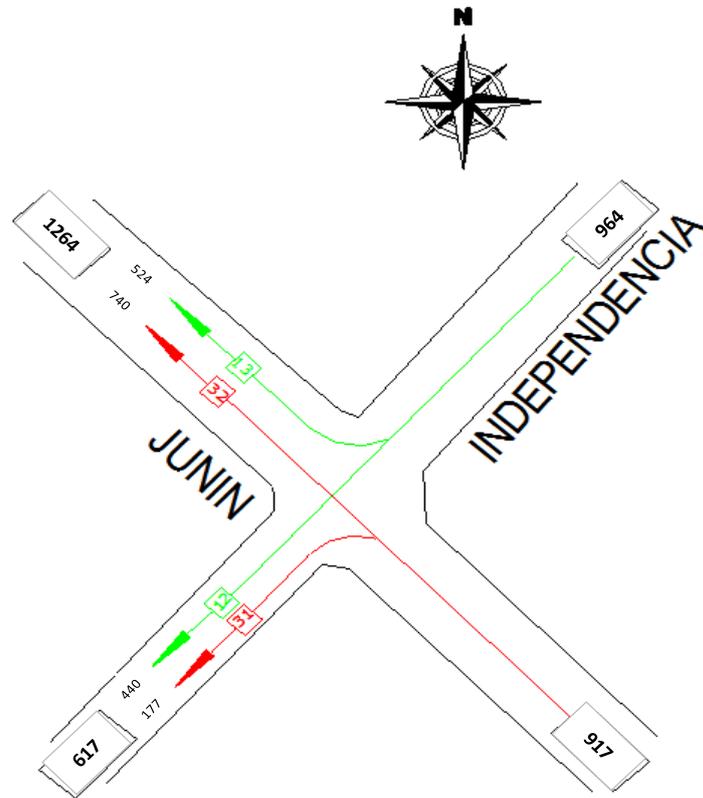
INTERSECCION : JR. JUNIN - JR. INDEPENDENCIA

DISTRITO : TRUJILLO

HORA PUNTA : 17:45 PM -18:45 PM

DIA : JUEVES

TURN: NOCHE



TIPO DE VEHICULO	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
AUTOS	0	430	493	0	0	0	173	712	0	0	0	0	1,808	95.51
OMNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
MICROBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
C. RURAL	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0.21
CAMIÓN	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.21
MOTO	0	10	31	0	0	0	5	31	0	0	0	0	77	4.07
CAMIÓN +2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
BUS INTERP.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
													1,893	100.00

	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL
TOTAL VEH.	0	441	527	0	0	0	178	747	0	0	0	0	1,893
UCP	0	440	524	0	0	0	177	740	0	0	0	0	1,881
F.H.P.	0.80	0.84	0.86	0.00	0.00	0.00	0.72	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56

TIPO DE TRANSPORTE	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	TOTAL	%
TRANS. PRIV.	0	430	493	0	0	0	173	712	0	0	0	0	1,808	95.51
TRANS. PUB.	0	10	31	0	0	0	5	35	0	0	0	0	81	4.28
TRANS. PES	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.21
													1,893	100.00

TOTAL	0	441	527	0	0	0	178	747	0	0	0	0
%	0.00	23.30	27.84	0.00	0.00	0.00	9.40	39.46	0.00	0.00	0.00	0.00

7.1.3. Características Físico – Operacionales:

Corresponde a las descripciones físicas y operacionales que presenta cada intersección y que forma parte de la presente investigación. Las características físicas y operacionales están relacionadas a:

- Sentido de Circulación
- Tipo de Vía
- Ancho de calzadas
- Secciones Viales
- Conservación de las vías
- Sección vial

a. Jr. Bolognesi – Jr. Ayacucho (1era Cuadra):

Nº	APROXIMACION	SENTIDO DE CIRCULACION	CLASIFICACION VIAL	SECCION VIAL (M)	ANCHO DE CALZADA (M)	ANCHO DE JARDÍN (M)	ANCHO DE ESTACIONAMIENTO (M)	ANCHO DE VEREDA (M)	ESTADO DE CONSERVACION DE LA VIA
	JR. BOLOGNESI	ESTE - OESTE	LOCAL	10.90	8.00			1.60 1.30	BUENO
	JR. AYACUCHO	SUR - NORTE	LOCAL	10.10	6.50			2.10 1.50	BUENO

b. Jr. Diego de Almagro – Jr. Ayacucho:

Nº	APROXIMACION	SENTIDO DE CIRCULACION	CLASIFICACION VIAL	SECCION VIAL (M)	ANCHO DE CALZADA (M)	ANCHO DE JARDÍN (M)	ANCHO DE ESTACIONAMIENTO (M)	ANCHO DE VEREDA (M)	ESTADO DE CONSERVACION DE LA VIA
1	JR. DIEGO DE ALMAGRO	OESTE - ESTE	LOCAL	9.80	6.50			1.60 1.70	BUENO
2	JR. AYACUCHO	SUR - NORTE	LOCAL	11.20	7.00			1.80 2.40	BUENO

c. Jr. Mariscal Orbegoso – Jr. Ayacucho:

Nº	APROXIMACION	SENTIDO DE CIRCULACION	CLASIFICACION VIAL	SECCION VIAL (M)	ANCHO DE CALZADA (M)	ANCHO DE JARDÍN (M)	ANCHO DE ESTACIONAMIENTO (M)	ANCHO DE VEREDA (M)	ESTADO DE CONSERVACION DE LA VIA
1	JR. ORBEGOSO	Sur - Norte	LOCAL	10.30	7.00			1.65 1.65	BUENO
2	JR. AYACUCHO	Este - Oeste	LOCAL	10.00	6.50			1.70 1.70	BUENO

d. Jr. Gamarra – Jr. Ayacucho:

Nº	APROXIMACION	SENTIDO DE CIRCULACION	CLASIFICACION VIAL	SECCION VIAL (M)	ANCHO DE CALZADA (M)	ANCHO DE VEREDA		ANCHO DE JARDIN (M)			ANCHO DE ESTACIONAMIENTO (M)	ESTADO DE CONSERVACION DE LA VIA
1	JR AYACUCHO	SUR - NORTE	LOCAL	10.80	7.60	1.50	1.70	-	-	-	-	BUENO
2	JR GAMARRA	OESTE - ESTE	LOCAL	14.20	10.40	1.60	2.20	-	-	-	-	BUENO

e. Jr. Junín – Jr. Ayacucho:

Nº	APROXIMACION	SENTIDO DE CIRCULACION	CLASIFICACION VIAL	SECCION VIAL (M)	ANCHO DE CALZADA (M)	ANCHO DE VEREDA		ANCHO DE JARDIN (M)			ANCHO DE ESTACIONAMIENTO (M)	ESTADO DE CONSERVACION DE LA VIA
1	JR AYACUCHO	SUR - NORTE	LOCAL	11.30	7.70	1.80	1.80	-	-	-	-	BUENO
2	JR JUNIN	ESTE - OESIE	LOCAL	10.70	7.40	1.80	1.50	-	-	-	-	REGULAR

f. Jr. Junín – Jr. Bolívar:

Nº	APROXIMACION	SENTIDO DE CIRCULACION	CLASIFICACION VIAL	SECCION VIAL (M)	ANCHO DE CALZADA (M)	ANCHO DE VEREDA		ANCHO DE JARDIN (M)			ANCHO DE ESTACIONAMIENTO (M)	ESTADO DE CONSERVACION DE LA VIA
1	JR BOLIVAR	NORTE - SUR	LOCAL	10.20	7.30	2.10	0.80	-	-	-	-	BUENO
2	JR JUNIN	ESTE - OESIE	LOCAL	10.70	7.20	1.70	1.80	-	-	-	-	REGULAR

g. Jr. Junín – Jr. Pizarro:

Nº	APROXIMACION	SENTIDO DE CIRCULACION	CLASIFICACION VIAL	SECCION VIAL (M)	ANCHO DE CALZADA (M)	ANCHO DE JARDIN (M)	ANCHO DE ESTACIONAMIENTO (M)		ANCHO DE VEREDA (M)		ESTADO DE CONSERVACION DE LA VIA	
5	JR JUNIN	ESTE - OESIE	LOCAL	9.20	6.00	-	-	-	-	1.67	1.51	BUENO
	JR PIZARRO	SUR - NORTE	LOCAL	9.50	6.30	-	-	-	-	1.80	1.50	BUENO

h. Jr. Junín – Jr. Independencia:

Nº	APROXIMACION	SENTIDO DE CIRCULACION	CLASIFICACION VIAL	SECCION VIAL (M)	ANCHO DE CALZADA (M)	ANCHO DE JARDIN (M)	ANCHO DE ESTACIONAMIENTO (M)		ANCHO DE VEREDA (M)		ESTADO DE CONSERVACION DE LA VIA	
1	JR JUNIN	ESTE - OESIE	LOCAL	10.40	6.50	-	-	-	-	1.40	2.50	BUENO
2	JR	NORTE - SUR	LOCAL	11.20	7.00	-	-	-	-	2.80	1.50	BUENO

7.1.4. Situación actual de la Semaforización del Centro Histórico de Trujillo.

La Red Semafórica investigada, en puntos estratégicos, contempla las 49 intersecciones semaforizadas existentes dentro del Centro Histórico de la ciudad de Trujillo, en las cuales se puede apreciar una mixtura de diseño e infraestructura.

La infraestructura de cada intersección corresponde a un diseño en particular de acuerdo al tiempo de su ejecución y operación. Esto nos indica diferentes tipos de postes y controladores.

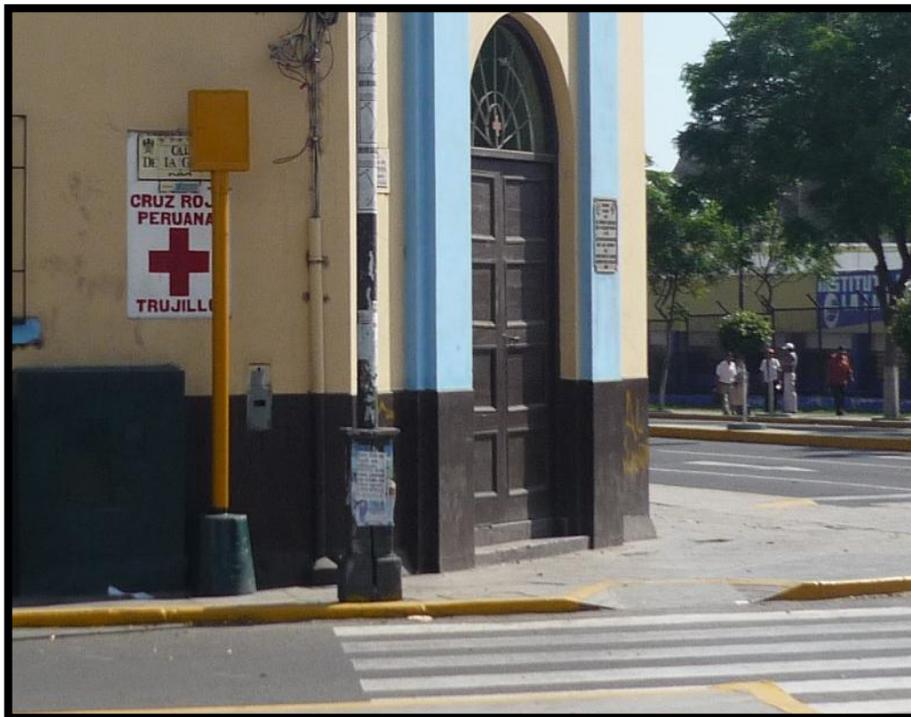


FOTO 7. Controladores identificados dentro del Centro Histórico Intersecciones (Av. España – Jr. Junín)

Actualmente, las intersecciones semaforizadas vienen funcionando de manera pre sincronizada, donde presenta una mejora en la administración del tránsito en los últimos años. Los ciclos semafóricos se encuentran pre establecidos, lo cual hace que el sistema sea más rígido.

El Centro Histórico de Trujillo, cuenta con muchas intersecciones semafóricas de las cuales presentaremos aquellas que son consideradas

los puntos más críticos de congestión vehicular más grandes y significativos.

La Red Semafórica en el Centro Histórico de Trujillo carece de controladores compatibles para generar ola verde, y de un Monitoreo del tránsito vehicular en las intersecciones del Centro de la Ciudad. Una de las intersecciones que presenta, a menudo, éste problema es observable en dos intersecciones con mayor flujo vehicular. La falta de sincronismo genera una mayor en las intersecciones siguientes: Av. España – Jr. Bolívar (transporte público genera este caos vehicular) y Av. España – Jr. Ayacucho (falta de tiempo en los semáforos).



FOTO 8. Falta de Sincronismo en los semáforos existentes
Intersecciones (Av. España – Jr. Gamarra)

Asimismo en la observación de campo, la Señalización existente que es parte complementaria de la Semaforización, se ha podido determinar que los Diseños empleados son inadecuados (no cuentan con mantenimiento permanente) aunque en la mayoría de los casos presenta un estado de conservación medio o regular, pero los tipos de señales, especialmente los horizontales se han aplicado señales que no concuerdan con el Manual o

Reglamento de dispositivos de Control de Tránsito; y para el caso de las señales verticales.



FOTO 9. Señalización Actual
Intersecciones (Av. España – Jr. Colón)

De acuerdo con el estudio de movilidad realizado por el Centro de Control de Tráfico del Transportes Metropolitanos de Trujillo (TMT), la Red Semafórica de tránsito se compone de:

7.1.4.1. Monitoreo del flujo vehicular

Esta fase se inicia con el monitoreo en los horarios denominados “Hora Pico”, cuando se producen embotellamientos, el Fiscal observa los hechos y sugiere que la luz verde de los semáforos demore unos segundos o minutos adicionales para ayudar al flujo continuo, por tanto, observa la fluidez vial y toma de apuntes y notas en un formato de acontecimientos viales, con la finalidad de reportar toda información tomada durante el día al centro de Control de Tráfico.

Finalmente, el centro de Control de Tráfico a través de los reportes obtenidos por el Fiscal interpreta las necesidades viales y determina si es necesario o no realizar un reajuste con ayuda de un técnico de servicios o sino de reparar los semáforos que presentan fallas severas.

7.1.4.2. Monitoreo del cambio de luces de los semáforos

Después que se monitorea el flujo vehicular se procede a verificar el mecanismo electrónico que ordena los cambios de luces (verde, ámbar y rojo) en los semáforos. El técnico de la institución se debe trasladar al lugar para programar a todos los controladores de los semáforos que requieran una inspección técnica. El técnico de servicios se encarga de asignar un tiempo prudente o considerado en cada cambio de luz, este tiempo es estimado de acuerdo al tránsito vehicular presentado en esos momentos.

7.1.4.3. Registro de información de los acontecimientos viales

Una vez finalizada la tarea de los fiscales y el técnico de servicio, el Centro de Control de Tráfico del Transportes Metropolitanos de Trujillo recibe de ambas partes las informaciones necesarias para evaluar, controlar y distribuir el tránsito vehicular de manera eficiente. Una vez transcrita se emiten los reportes de los acontecimientos viales y son entregados al Centro de Control de Tráfico Vehicular, éste tiene por objetivo primordial garantizar una mejor fluidez vehicular, sobre todo en horas picos, donde los embotellamientos, se presentan con más frecuencia.

7.2. PROPUESTAS

La presente investigación considera mejorar el diseño semafórico de ocho (08) intersecciones tomadas, en todo nuestro proceso de investigación (Flujogramas), de un total de 49 intersecciones del Centro Histórico de Trujillo, las cuales fueron analizadas y se pueden considerar las más críticas.

En consecuencia, a través de una serie de análisis, optamos por presentar nuestro plan de mejora para la Red de Semaforización del Centro Histórico de Trujillo en el siguiente esquema:

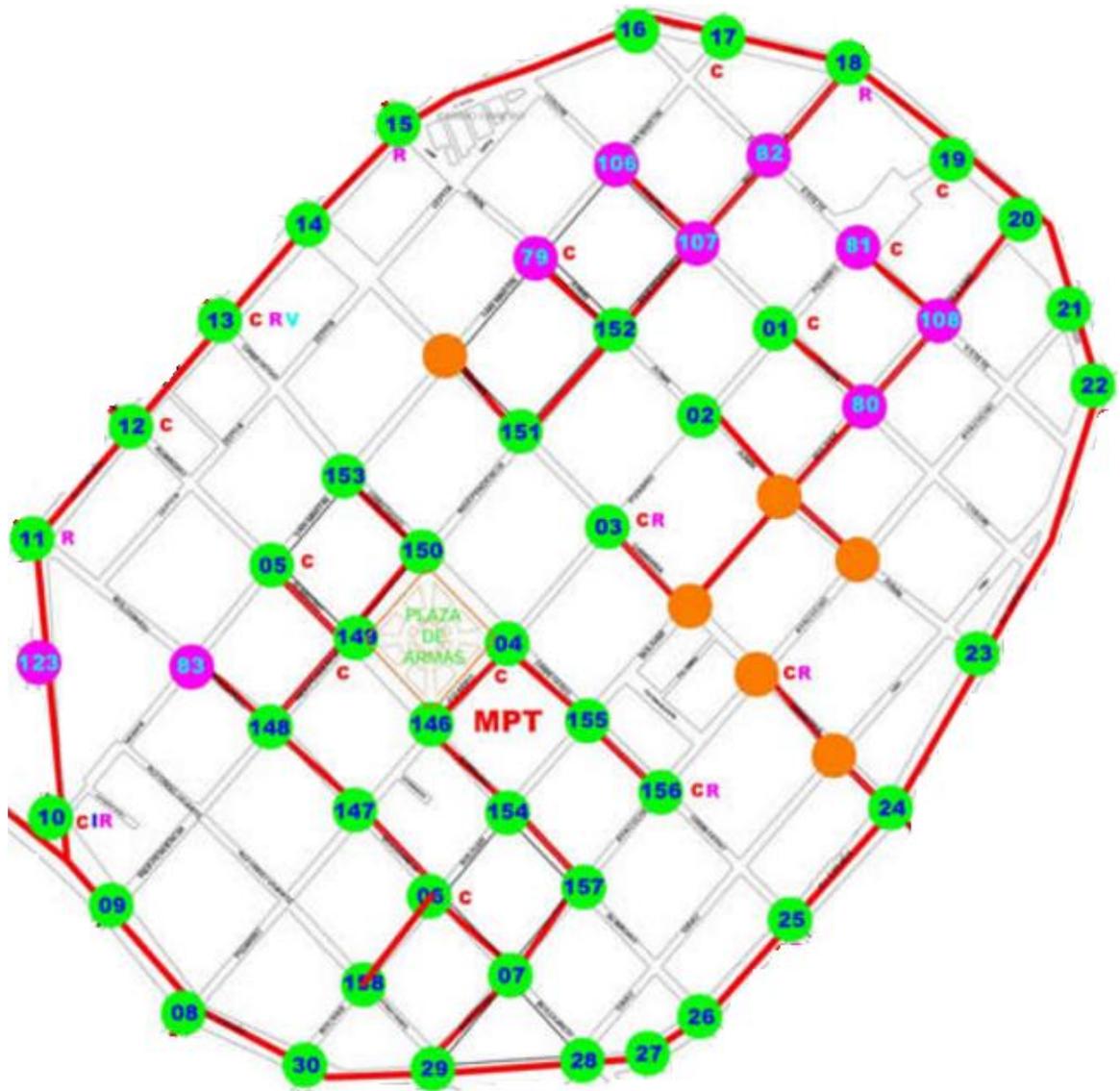


FIGURA 14. Plano de mejora de la Red Semafórica

- Las intersecciones semaforizadas a mejorar la sincronización y tiempos de los semáforos están marcadas en círculos de color verde, y es de carácter obligatorio por el gran número de longitud de cola que es apreciable en ciertas intersecciones del Centro Histórico de nuestra ciudad.
- Los puntos marcados en círculos de color morado son las intersecciones que contarán con semáforos nuevos a futuro, esto se debe a que el parque automotor en nuestra ciudad ha ido en crecimiento en los últimos dos años.

- Las intersecciones marcadas con color naranja en nuestro esquema presentado, no requieren de cambios ni variaciones en las sincronizaciones porque están en óptimas condiciones de funcionamiento.

3. RESULTADOS

3.1. RESULTADOS OBTENIDOS

a) Lugar escogido para el desarrollo de la propuesta dada.

Para la propuesta planteada para el mejoramiento de la Red Semafórica se han escogido dos intersecciones en forma de “L” (Jr. Ayacucho y Jr. Junín), ubicadas en la zona del Centro Histórico de Trujillo, por ser uno de los principales cruces de la ciudad que diariamente maneja una gran cantidad de vehículos (congestionamiento vehicular) en ciertos tiempos determinados. Estas intersecciones presentan las condiciones necesarias para lograr el objetivo de este proyecto.

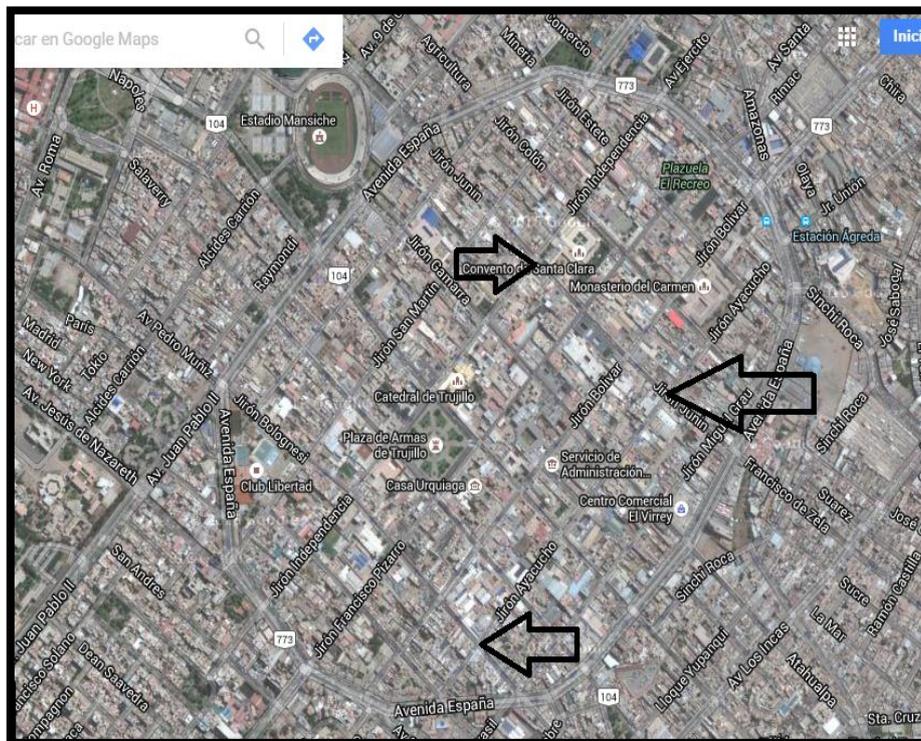


FIGURA 15. Intersecciones escogidas para el desarrollo del Proyecto

Fuente (Google Maps)

b) Infraestructura Actual de las intersecciones.

Existe una serie de preocupaciones por el gran crecimiento que ha tenido el parque automotor de la Ciudad de Trujillo en este nuevo milenio, las cuáles día a día las exigencias del flujo vehicular han sido mayores en las principales intersecciones (Jirones) con las que cuenta esta ciudad y las intersecciones de los Jr. Bolognesi – Jr. Ayacucho, Jr. Diego de Almagro – Jr. Ayacucho, Jr. Orbegoso – Jr. Ayacucho, Jr. Gamarra – Jr. Ayacucho, Jr. Junín – Jr. Ayacucho, Jr. Junín – Jr. Bolívar, Jr. Junín – Jr. Pizarro, Jr. Junín – Jr. Independencia no han sido las excepciones.

Estas intersecciones cuentan con salidas a la Av. España respectivamente y, cuentan con distintos sentidos de circulación conforme el trayecto de la infraestructura.

Cada una de estas intersecciones cuenta con sus respectivos semáforos para la regulación del flujo vehicular. En la FIGURA 19 se aprecia la infraestructura actual de las intersecciones señalizadas.

LONGITUDES DE COLA

Para las mediciones de las longitudes de colas se tuvo en cuenta las fases de los semáforos. Se midieron estos parámetros en cada uno de los accesos (entradas vehiculares a las intersecciones) y se tomaron los valores promedios en cada uno de ellos.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en gráficos para cada acceso (intersección) en el gráfico 4.

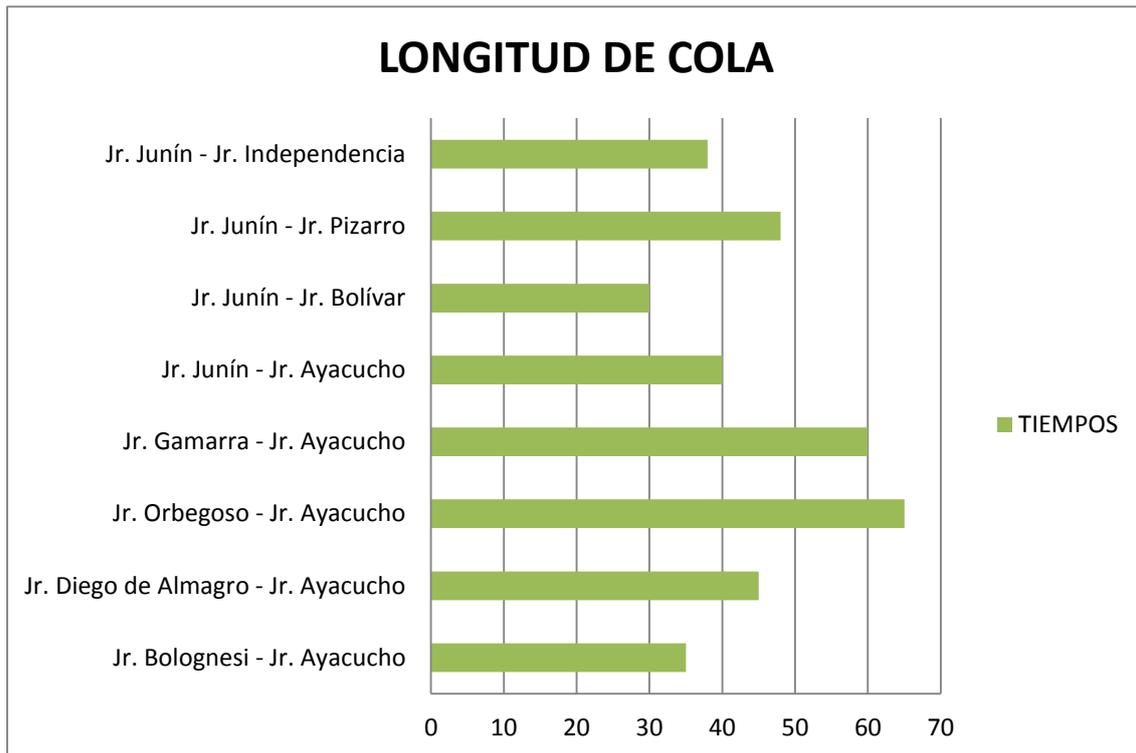


GRÁFICO 4. Longitud de Cola de las intersecciones

Fuente (Elaboración propia)

Se puede apreciar que en el acceso a la intersección, Jr. Junín – Jr. Bolívar, es donde se produce la menor formación de longitud de cola con un valor de 30 ml, cuyo valor podría representar la formación de 7 vehículos aproximadamente; mientras la máxima longitud de cola se produce en una de las intersecciones más concurridas con un valor de 65 ml, el cual puede representar a 14 vehículos. Por lo tanto, se puede deducir que este es el principal responsable en las acumulaciones de demoras al funcionamiento de la red. Sin embargo, resulta lógico obtener este valor en este acceso, debido a que aquí se ubica varios centros comerciales, instituciones educativas y comisaría, lo que no se puede observar en las demás intersecciones.

CALCULO DEL TIEMPO (FASES) DE LOS SEMÁFOROS

Dentro de las señales de tráfico el manual de capacidad de carreteras, como se designa en inglés Highway Capacity Manual (HCM) maneja dos

tipos de operaciones para la señalización semaforizadas: operación prefijada y accionada, siendo la primera una acción que consiste en una secuencia de fases fijas, que están en un orden repetitivo, la duración de cada fase es precisa siempre con los mismos tiempos, es decir todos los intervalos de cambio están prefijados, pero el intervalo de verde puede cambiar ya sea por el día de la semana o se acomoda a unas horas determinadas; y la segunda operación es definida como fase de la secuencia en que la presentación de cada fase depende o está asociada a los movimientos del tráfico.

Al haber realizado el análisis de la red, y con el propósito de obtener una mejora en su funcionamiento se presentarán ciertas simulaciones, las cuales puedan ser tomadas en cuenta según la preferencia y comodidad. Como una primera simulación se pretende hacer un cambio del ciclo actual del semáforo (optimizarlo).

Entonces, el valor resultante fue de 90 segundos repartido entre las mismas fases de tiempo (verde, ámbar, rojo). Así mismo se mantiene las fases de movimiento en la intersección. A continuación presentaremos una simulación del nuevo ciclo de semáforo que pueda ser tomada como alternativa de solución.

➤ **Jr. Bolognesi – Jr. Ayacucho:**

$V_L = ?$ -----> VEHÍCULOS LIGEROS

AUTOS ----> $223 \times 1.00 = 223$

CAMIONETA RURAL ----> $23 \times 1.25 = 28.75 = 29$

CAMIÓN ----> $7 \times 3.00 = 21$

MOTOS ----> $16 \times 0.75 = 12$

TOTAL ----> $V_L = V_{EQ} = 285.00$ (1/4 HORA PUNTA)

- VEHICULOS EQUIVALENTES

$$fvp = \frac{100}{100 + Pc(Ec - 1) + Pb(Eb - 1) + Pr(Er - 1)}$$

$$fvp = \frac{100}{100 + 5(1.5 - 1) + 10(1.5 - 1)}$$

$$fvp = \frac{100}{100 + 2.5 + 5} = 0.93$$

- ACCESO NORTE

$$qADE = \frac{VHMD}{FHMD} \times \frac{1}{fvp} \times Ev$$

$$qDIR = \frac{182}{0.95} \times \frac{1}{0.93} \times 1 = 205.99 = 206$$

$$qIZQ = \frac{87}{0.95} \times \frac{1}{0.93} \times 1.6 = 157.55 = 158$$

$$q_{TOTAL} = 206 + 158 = 364$$

- CALCULO INTERVALOS CAMBIO FASE

$$Yi = \left(t + \frac{V}{2a}\right) + \left(\frac{W + L}{V}\right)$$

FASE 1. (S – N)

$$W = 10.10$$

$$V = 35 \text{ x Kg/h}$$

$$V = 35 \times (1000/3600) = 9.72 \text{ m/s}$$

$$Y1 = \left(1 + \frac{9.72}{2 \times 3.05}\right) + \left(\frac{10.10 + 6.10}{9.72}\right)$$

$$Y1 = 2.59 + 1.67 \text{ ----> } 3 + 2 = 5 \text{ seg}$$

FASE 2. (E – O)

$$W = 10.90$$

$$V = 25 \times (1000/3600) = 6.94 \text{ m/S}$$

$$Y_2 = \left(1 + \frac{6.94}{2 \times 3.05}\right) + \left(\frac{10.90 + 6.10}{6.94}\right)$$

$$Y_2 = 2.13 + 2.45 \text{ ----> } 2 + 2 = 4\text{seg}$$

- CALCULO DE TIEMPO PERDIDO

TIEMPO PERDIDO POR FASE ----> $l_1 = A_1 = 3\text{seg.}$; $l_2 = A_2 = 2\text{seg.}$

$$L = (l_1 + l_2) + TR = (3 + 2) + 2 + 2 = 9\text{seg.}$$

- MAXIMAS RELACIONES

$$Y_i = \frac{q_{i\max}}{S}$$

$$Y_1 = 968 / 1800 = 0.538$$

$$Y_2 = 461 / 1800 = 0.256$$

- LONGITUD DE CICLO ÓPTIMO.

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1 - Y_1 - Y_2}$$

$$C_o = \frac{1.5(9) + 5}{1 - 0.538 - 0.256} = 89.81 = 90\text{s}$$

La longitud de Ciclo a utilizar es **90seg.**

- TIEMPO VERDE EFECTIVO TOTAL

$$gT = C_o - L = 90 - 9 = 81\text{seg}$$

- REPARTO DE TIEMPO DE VERDES EFECTIVOS

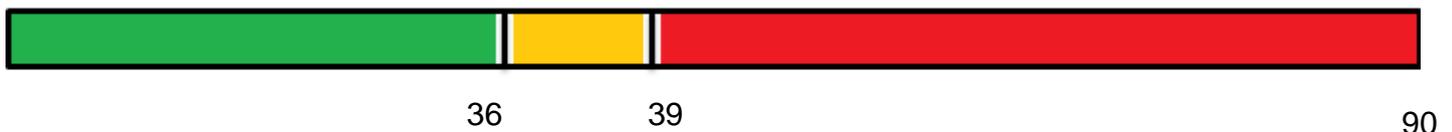
$$g_i = \frac{Y_1}{Y_1 + Y_2} \times gT$$

$$g_1 = \frac{0.538}{0.538 + 0.256} \times 81 = 54.88 = 55 \text{seg}$$

$$g_2 = \frac{0.256}{0.538 + 0.256} \times 81 = 26.12 = 26 \text{seg}$$

SOLUCION

- ❖ $G_1 = g_1 + l_1 - A_1 = 55 + 2 - 2 = 51 \text{seg}$
- ❖ $G_2 = g_2 + l_2 - A_2 = 26 + 2 - 2 = 26 \text{seg}$



➤ Jr. Diego de Almagro – Jr. Ayacucho:

$V_L = ? \text{ ----> VEHICULOS LIGEROS}$

AUTOS ----> $241 \times 1.00 = 241$

MOTOS ----> $8 \times 0.75 = 6$

TOTAL ----> $V_L = V_{EQ} = 247.00$ (1/4 HORA PUNTA)

- VEHICULOS EQUIVALENTES

$$f_{vp} = \frac{100}{100 + P_c(E_c - 1) + P_b(E_b - 1) + P_r(E_r - 1)}$$

$$f_{vp} = \frac{100}{100 + 5(1.5 - 1) + 10(1.5 - 1)}$$

$$fvp = \frac{100}{100 + 2.5 + 5} = 0.93$$

- ACCESO NORTE

$$qADE = \frac{VHMD}{FHMD} \times \frac{1}{fvp} \times Ev$$

$$qDIR = \frac{141}{0.95} \times \frac{1}{0.93} \times 1 = 159.59 = 160$$

$$qDER = \frac{108}{0.95} \times \frac{1}{0.93} \times 1.4 = 171.14 = 171$$

$$q_{TOTAL} = 160 + 171 = 331$$

- CALCULO INTERVALOS CAMBIO FASE

$$Yi = \left(t + \frac{V}{2a}\right) + \left(\frac{W + L}{V}\right)$$

FASE 1. (S – N)

$$W = 11.20$$

$$V = 35 \text{ x Kg/h}$$

$$V = 35 \times (1000/3600) = 9.72 \text{ m/s}$$

$$Y1 = \left(1 + \frac{9.72}{2 \times 3.05}\right) + \left(\frac{11.20 + 6.10}{9.72}\right)$$

$$Y1 = 2.59 + 1.78 \text{ ----> } 3 + 2 = 5 \text{ seg}$$

FASE 2. (E – O)

$$W = 9.80$$

$$V = 25 \times (1000/3600) = 6.94 \text{ m/S}$$

$$Y2 = \left(1 + \frac{6.94}{2 \times 3.05}\right) + \left(\frac{9.80 + 6.10}{6.94}\right)$$

$$Y_2 = 2.13 + 2.29 \text{ ----> } 2 + 2 = 4\text{seg}$$

- CALCULO DE TIEMPO PERDIDO

TIEMPO PERDIDO POR FASE ----> $l_1 = A_1 = 3\text{seg.}$; $l_2 = A_2 = 2\text{seg.}$

$$L = (l_1 + l_2) + TR = (3 + 2) + 2 + 2 = 9\text{seg.}$$

- MAXIMAS RELACIONES

$$Y_i = \frac{q_{imax}}{S}$$

$$Y_1 = 951 / 1800 = 0.528$$

$$Y_2 = 478 / 1800 = 0.266$$

- LONGITUD DE CICLO ÓPTIMO.

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1 - Y_1 - Y_2}$$

$$C_o = \frac{1.5(9) + 5}{1 - 0.528 - 0.266} = 89.91 = 90s$$

La longitud de Ciclo a utilizar es **90seg.**

- TIEMPO VERDE EFECTIVO TOTAL

$$gT = C_o - L = 90 - 9 = 81\text{seg}$$

- REPARTO DE TIEMPO DE VERDES EFECTIVOS

$$g_i = \frac{Y_i}{Y_1 + Y_2} \times gT$$

$$g_1 = \frac{0.528}{0.528 + 0.266} \times 81 = 53.86 = 54\text{seg}$$

$$g_2 = \frac{0.266}{0.528 + 0.266} \times 81 = 27.13 = 27 \text{seg}$$

SOLUCION

- ❖ $G_1 = g_1 + l_1 - A_1 = 54 + 2 - 2 = 54 \text{seg}$
- ❖ $G_2 = g_2 + l_2 - A_2 = 27 + 2 - 2 = 27 \text{seg}$



➤ Jr. Orbegoso – Jr. Ayacucho:

$V_L = ?$ -----> VEHICULOS LIGEROS

AUTOS ----> $240 \times 1.00 = 240$

CAMIONETA RURAL ----> $14 \times 1.25 = 17.50 = 18$

CAMION ----> $2 \times 3.00 = 6$

MOTOS ----> $14 \times 0.75 = 10.5 = 11$

TOTAL ----> $V_L = V_{EQ} = 275.00$ (1/4 HORA PUNTA)

- VEHICULOS EQUIVALENTES

$$fvp = \frac{100}{100 + P_c(E_c - 1) + P_b(E_b - 1) + P_r(E_r - 1)}$$

$$fvp = \frac{100}{100 + 5(1.5 - 1) + 10(1.5 - 1)}$$

$$fvp = \frac{100}{100 + 2.5 + 5} = 0.93$$

- ACCESO NORTE

$$q_{ADE} = \frac{VHMD}{FHMD} \times \frac{1}{fvp} \times Ev$$

$$q_{DIR} = \frac{230}{0.95} \times \frac{1}{0.93} \times 1 = 260.33 = 260$$

$$q_{IZQ} = \frac{40}{0.95} \times \frac{1}{0.93} \times 1.6 = 72.44 = 72$$

$$q_{TOTAL} = 260 + 72 = 332$$

- CALCULO INTERVALOS CAMBIO FASE

$$Yi = \left(t + \frac{V}{2a}\right) + \left(\frac{W + L}{V}\right)$$

FASE 1. (S – N)

$$W = 10.00$$

$$V = 35 \text{ x Kg/h}$$

$$V = 35 \times (1000/3600) = 9.72 \text{ m/s}$$

$$Y1 = \left(1 + \frac{9.72}{2 \times 3.05}\right) + \left(\frac{10.00 + 6.10}{9.72}\right)$$

$$Y1 = 2.59 + 1.66 \text{ ----> } 3 + 2 = 5\text{seg}$$

FASE 2. (E – O)

$$W = 10.30$$

$$V = 25 \times (1000/3600) = 6.94 \text{ m/S}$$

$$Y2 = \left(1 + \frac{6.94}{2 \times 3.05}\right) + \left(\frac{10.30 + 6.10}{6.94}\right)$$

$$Y2 = 2.13 + 2.36 \text{ ----> } 2 + 2 = 4\text{seg}$$

- CALCULO DE TIEMPO PERDIDO

TIEMPO PERDIDO POR FASE ----> $l_1 = A_1 = 3\text{seg.}$; $l_2 = A_2 = 2\text{seg.}$

$$L = (l_1 + l_2) + TR = (3 + 2) + 2 + 2 = 9\text{seg.}$$

- MAXIMAS RELACIONES

$$Y_i = \frac{q_{i\max}}{S}$$

$$Y_1 = 986 / 1800 = 0.548$$

$$Y_2 = 445 / 1800 = 0.247$$

- LONGITUD DE CICLO ÓPTIMO.

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1 - Y_1 - Y_2}$$

$$C_o = \frac{1.5(9) + 5}{1 - 0.548 - 0.247} = 90.24 = 90s$$

La longitud de Ciclo a utilizar es **90seg.**

- TIEMPO VERDE EFECTIVO TOTAL

$$gT = C_o - L = 90 - 9 = 81\text{seg}$$

- REPARTO DE TIEMPO DE VERDES EFECTIVOS

$$g_i = \frac{Y_i}{Y_1 + Y_2} \times gT$$

$$g_1 = \frac{0.548}{0.548 + 0.247} \times 81 = 55.83 = 56\text{seg}$$

$$g_2 = \frac{0.247}{0.548 + 0.247} \times 81 = 25.16 = 25\text{seg}$$

SOLUCION

$$\diamond G_1 = g_1 + l_1 - A_1 = 56 + 2 - 2 = 56\text{seg}$$

$$\diamond G_2 = g_2 + l_2 - A_2 = 25 + 2 - 2 = 25\text{seg}$$



➤ Jr. Gamarra – Jr. Ayacucho:

$V_L = ?$ -----> VEHICULOS LIGEROS

AUTOS ----> $247 \times 1.00 = 247$

CAMION ----> $1 \times 3.00 = 3$

MOTOS ----> $20 \times 0.75 = 15$

TOTAL ----> $V_L = V_{EQ} = 265$ (1/4 HORA PUNTA)

- VEHICULOS EQUIVALENTES

$$fvp = \frac{100}{100 + Pc(Ec - 1) + Pb(Eb - 1) + Pr(Er - 1)}$$

$$fvp = \frac{100}{100 + 5(1.5 - 1) + 10(1.5 - 1)}$$

$$fvp = \frac{100}{100 + 2.5 + 5} = 0.93$$

- ACCESO NORTE

$$qADE = \frac{VHMD}{FHMD} \times \frac{1}{fvp} \times Ev$$

$$q_{DIR} = \frac{209}{0.95} \times \frac{1}{0.93} \times 1 = 236.56 = 237$$

$$q_{DER} = \frac{59}{0.95} \times \frac{1}{0.93} \times 1.4 = 66.78 = 67$$

$$q_{TOTAL} = 237 + 67 = 304$$

- CALCULO INTERVALOS CAMBIO FASE

$$Y_i = \left(t + \frac{V}{2a}\right) + \left(\frac{W + L}{V}\right)$$

FASE 1. (S – N)

$$W = 10.80$$

$$V = 35 \text{ x Kg/h}$$

$$V = 35 \times (1000/3600) = 9.72 \text{ m/s}$$

$$Y_1 = \left(1 + \frac{9.72}{2 \times 3.05}\right) + \left(\frac{10.80 + 6.10}{9.72}\right)$$

$$Y_1 = 2.59 + 1.74 \text{ ----> } 3 + 2 = 5 \text{ seg}$$

FASE 2. (E – O)

$$W = 14.20$$

$$V = 30$$

$$V = 30 \times (1000/3600) = 8.33 \text{ m/S}$$

$$Y_2 = \left(1 + \frac{8.33}{2 \times 3.05}\right) + \left(\frac{14.20 + 6.10}{8.33}\right)$$

$$Y_2 = 2.37 + 2.44 \text{ ----> } 2 + 2 = 4 \text{ seg}$$

- CALCULO DE TIEMPO PERDIDO

TIEMPO PERDIDO POR FASE ----> $l_1 = A_1 = 3 \text{ seg.}$; $l_2 = A_2 = 2 \text{ seg.}$

$$L = (l_1 + l_2) + TR = (3 + 2) + 2 + 2 = 9\text{seg.}$$

- MAXIMAS RELACIONES

$$Y_i = \frac{q_{i\max}}{S}$$

$$Y_1 = 973 / 1800 = 0.541$$

$$Y_2 = 456 / 1800 = 0.253$$

- LONGITUD DE CICLO ÓPTIMO.

$$C_o = \frac{1.5L + 5}{1 - Y_1 - Y_2}$$

$$C_o = \frac{1.5(9) + 5}{1 - 0.541 - 0.253} = 89.81 = 90\text{s}$$

La longitud de Ciclo a utilizar es **90seg.**

- TIEMPO VERDE EFECTIVO TOTAL

$$gT = C_o - L = 90 - 9 = 81\text{seg}$$

- REPARTO DE TIEMPO DE VERDES EFECTIVOS

$$g_i = \frac{Y_i}{Y_1 + Y_2} \times gT$$

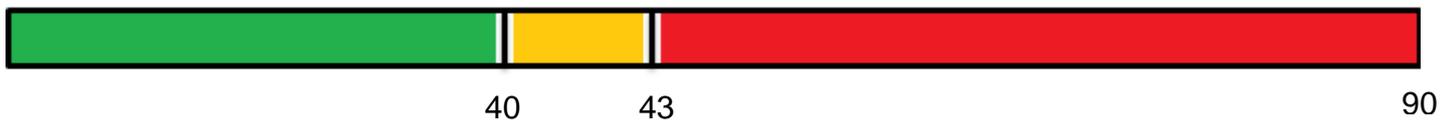
$$g_1 = \frac{0.541}{0.541 + 0.253} \times 81 = 55.19 = 55\text{seg}$$

$$g_2 = \frac{0.253}{0.541 + 0.253} \times 81 = 25.81 = 26\text{seg}$$

SOLUCION

$$\diamond G_1 = g_1 + l_1 - A_1 = 55 + 2 - 2 = 55\text{seg}$$

$$\diamond G_2 = g_2 + l_2 - A_2 = 26 + 2 - 2 = 26\text{seg}$$



Los resultados obtenidos de los parámetros de eficiencias seleccionados muestran mejoras en todos ellos.

Las longitudes de colas obtenidas se muestran en el gráfico 5, en donde se puede apreciar una clara mejoría de todas ellas desde el valor máximo hasta el valor mínimo de ellas.

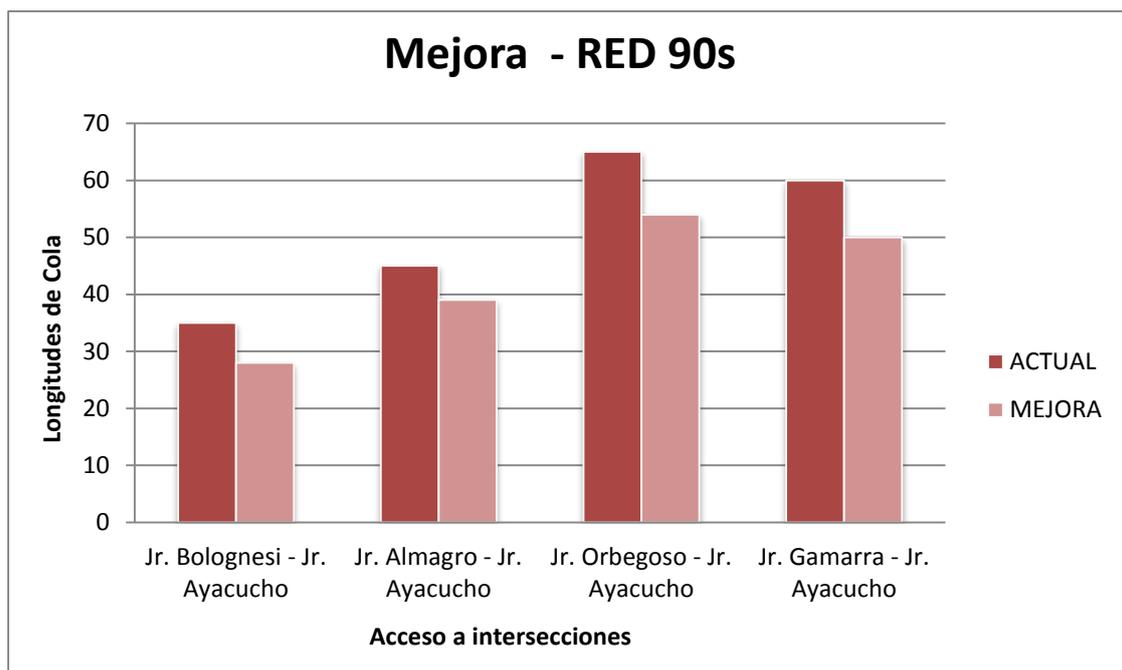


GRÁFICO 5. Longitudes de cola para el ciclo de semáforo de 90

Fuente (Elaboración propia)

FLUJOS VEHICULARES EN PUNTOS ESTRATÉGICOS (AFOROS)

Sobre los puntos estratégicos escogidos dentro del Centro Histórico de Trujillo se realizó un aforo vehicular durante una hora en periodos de 15

minutos para las tres fases (mañana, tarde y noche) realizadas en un día determinado, dando como resultado el número de vehículos que se muestran en las tablas por cada intersección analizada. Se desea calcular las tasas de flujo para cada periodo, calcular el volumen horario y hacer una comparación sobre ello. A continuación presentaremos en análisis del flujo vehicular por cada intersección:

a) **Intersección Jr. Ayacucho – Jr. Bolognesi:**

Turno Mañana

Intervalo de Tiempo(Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehiculos)
8:30-8:45	387
8:45-9:00	363
9:00-9:15	392
9:15-9:30	408

Tabla 1.1. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno mañana, son:

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

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{387 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1548 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{363 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1452 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{392 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1568 \text{ veh/h}$$

$$q^4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{408 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1632 \text{ veh/h}$$

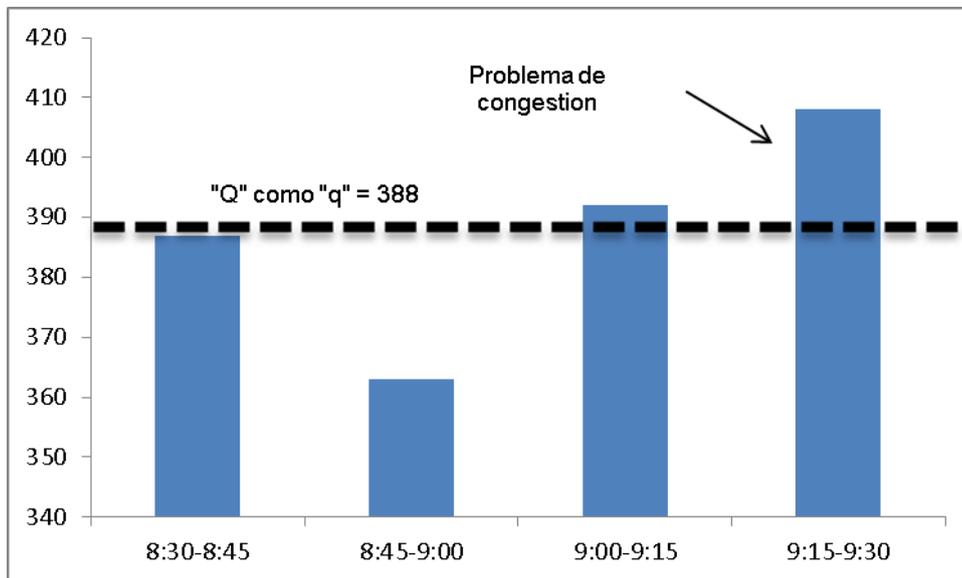
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 8:30 a las 9:30, el volumen es:

$$Q = 387+363+392+408 = \mathbf{1550 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (1550 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{388 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



Turno Tarde:

Intervalo de Tiempo (Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehiculos)
12:00-12:15	413
12:15-12:30	397
12:30-12:45	417
12:45-13:00	351

Tabla 1.2. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno tarde, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{413 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1652 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{397 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1588 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{417 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1668 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{351 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1404 \text{ veh/h}$$

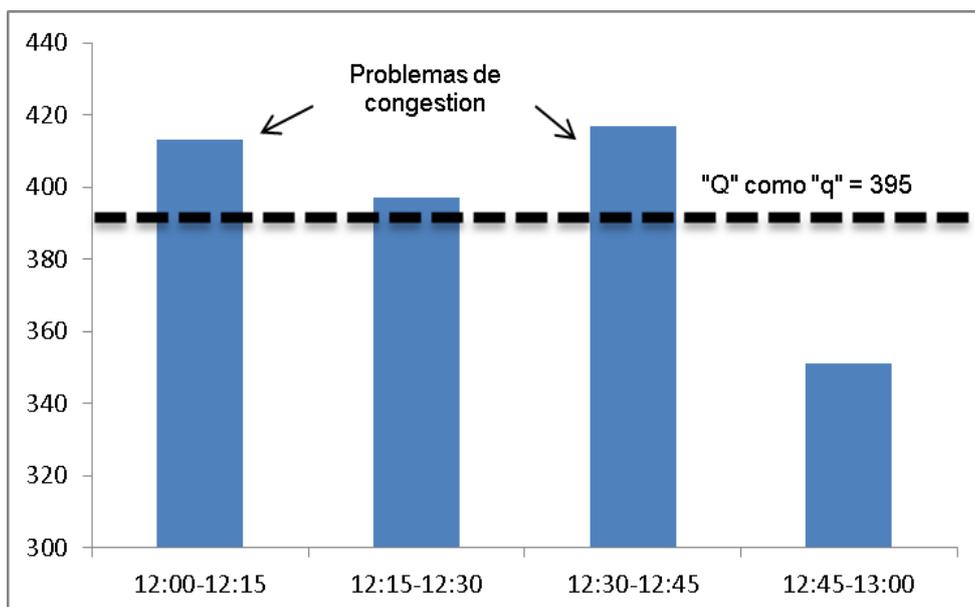
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 12:00 a las 13:00, el volumen es:

$$Q = 413 + 397 + 417 + 351 = \mathbf{1578 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (1578 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{395 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



Turno Noche:

Intervalo de Tiempo(Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehiculos)
18:00-18:15	449
18:15-18:30	463
18:30-18:45	412
18:45-19:00	434

Tabla 1.3. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno noche, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{449 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1796 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{463 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1852 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{412 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1648 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{434 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1736 \text{ veh/h}$$

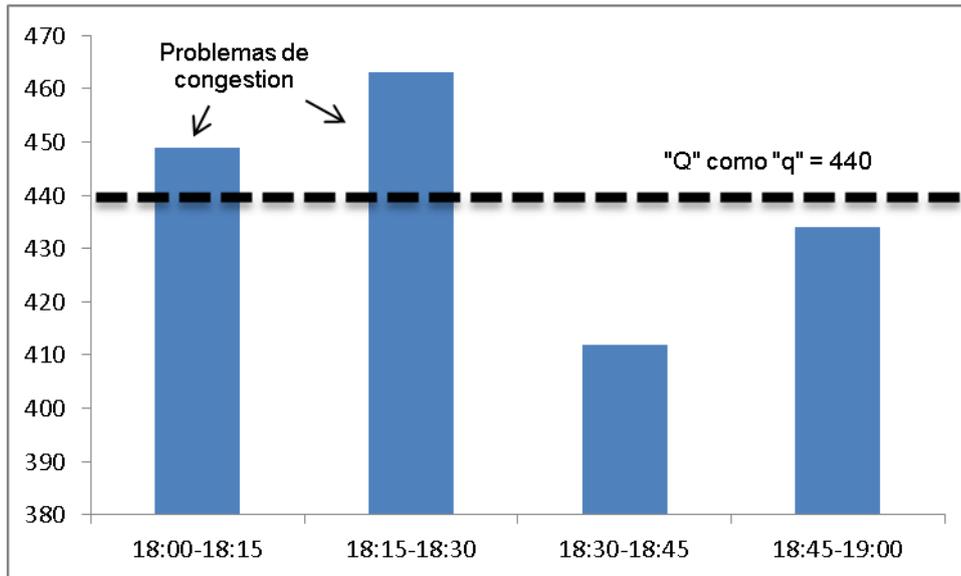
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 18:00 a las 19:00, el volumen es:

$$Q = 449+463+412+434 = \mathbf{1758 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (1758 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{440 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



b) Intersección Jr. Almagro – Jr. Ayacucho

Turno Mañana:

Intervalo de Tiempo (Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehiculos)
8:45-9:00	323
9:00-9:15	324
9:15-9:30	291
9:30-9:45	394

Tabla 1.4. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatro periodos del turno mañana, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{323 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1292 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{324 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1296 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{291 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1164 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{394 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1576 \text{ veh/h}$$

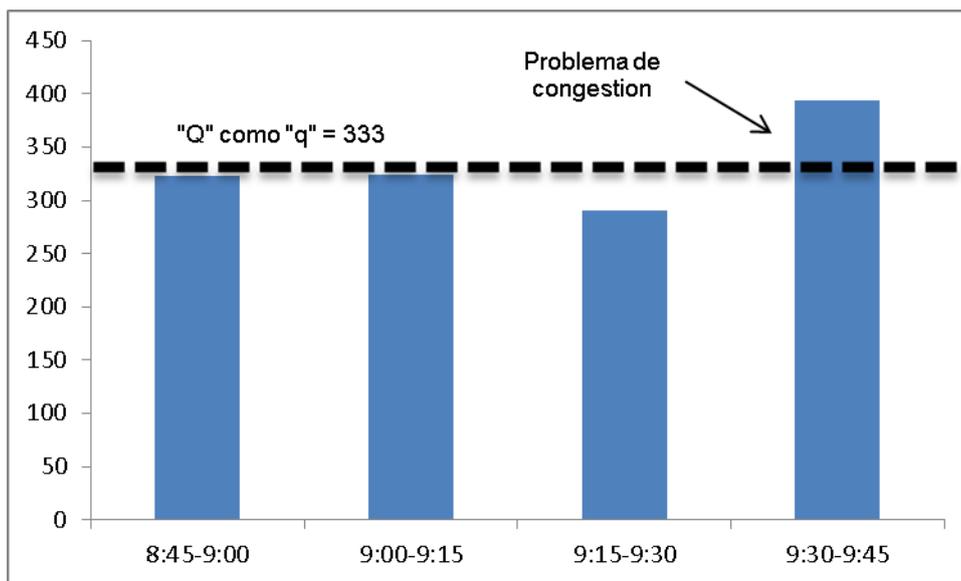
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 8:45 a las 9:45, el volumen es:

$$Q = 323+324+291+394 = \mathbf{1332 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (1332 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{333 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



Turno Tarde:

Intervalo de Tiempo (Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehiculos)
14:00-14:15	252
14:15-14:30	300
14:30-14:45	326
14:45-15:00	252

Tabla 1.5. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno tarde, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{252 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1008 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{300 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1200 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{326 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1304 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{252 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1008 \text{ veh/h}$$

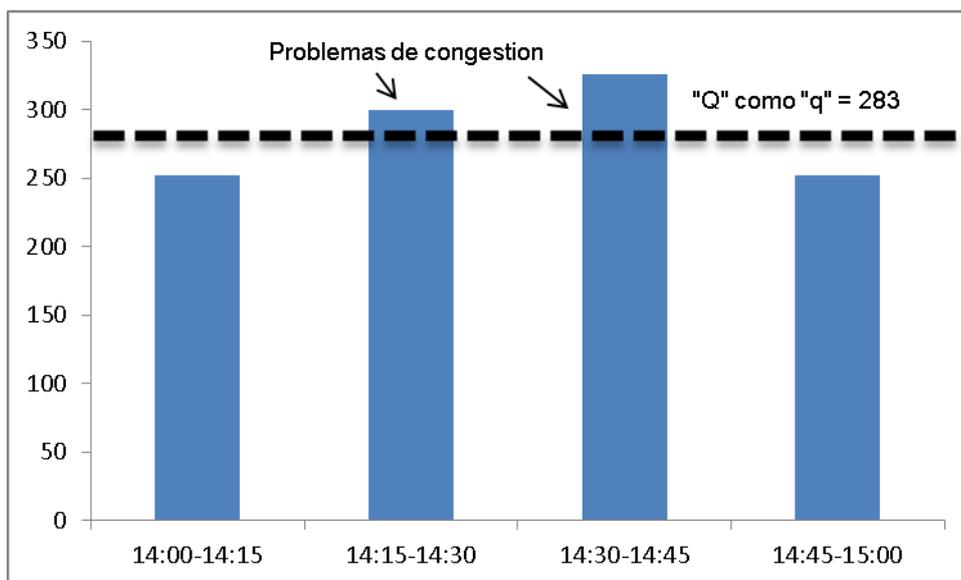
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 14:00 a las 15:00, el volumen es:

$$Q = 252 + 300 + 326 + 252 = \mathbf{1130 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (1130 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{283 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



Turno Noche:

Intervalo de Tiempo(Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehiculos)
19:00-19:15	388
19:15-19:30	412
19:30-19:45	415
19:45-20:00	446

Tabla 1.6. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno noche, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{388 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1552 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{412 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1648 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{415 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1660 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{446 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1784 \text{ veh/h}$$

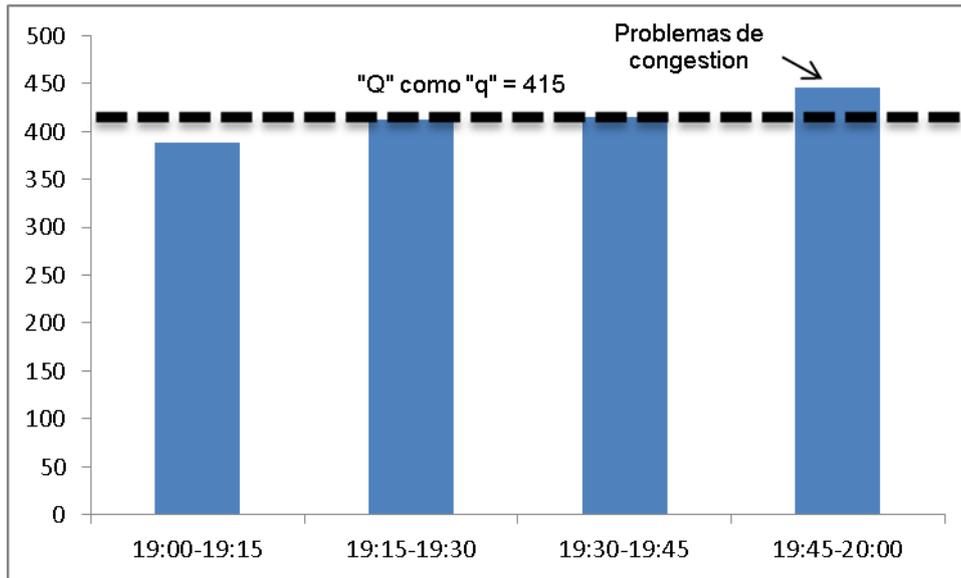
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 19:00 a las 20:00, el volumen es:

$$Q = 388+412+415+446 = \mathbf{1661 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (1661 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{415 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



c) Intersección Jr. Orbegoso – Jr. Ayacucho

Turno Mañana:

Intervalo de Tiempo (Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehículos)
9:00-9:15	459
9:15-9:30	459
9:30-9:45	424
9:45-10:00	400

Tabla 1.7. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatro periodos del turno mañana, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{459 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1836 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{459 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1836 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{424 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1696 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{400 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1600 \text{ veh/h}$$

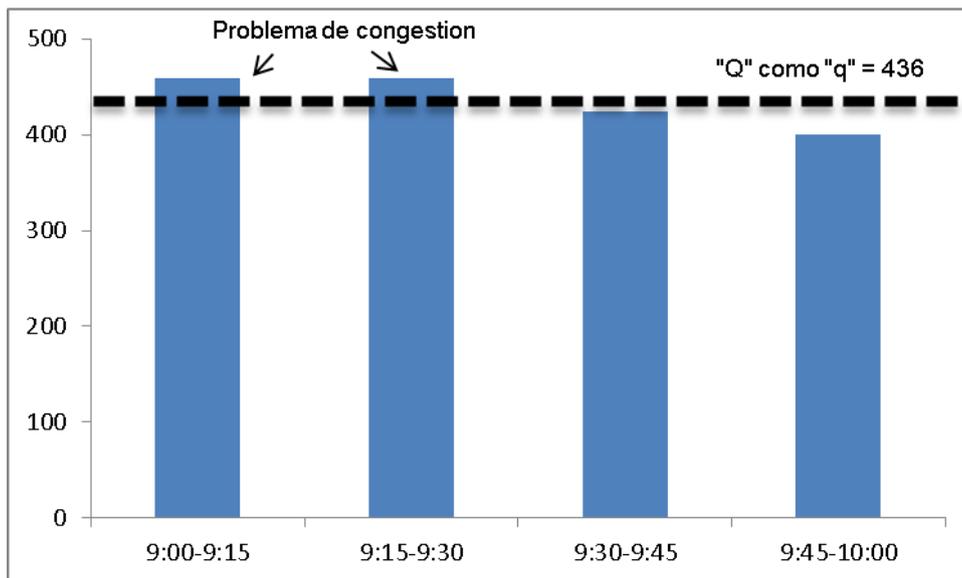
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 9:00 a las 10:00, el volumen es:

$$Q = 459 + 459 + 424 + 400 = \mathbf{1742 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (1742 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{436 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



Turno Tarde:

Intervalo de Tiempo (Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehículos)
14:00-14:15	415
14:15-14:30	460
14:30-14:45	413
14:45-15:00	402

Tabla 1.8. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno tarde, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{415 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1660 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{460 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1840 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{413 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1652 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{402 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1608 \text{ veh/h}$$

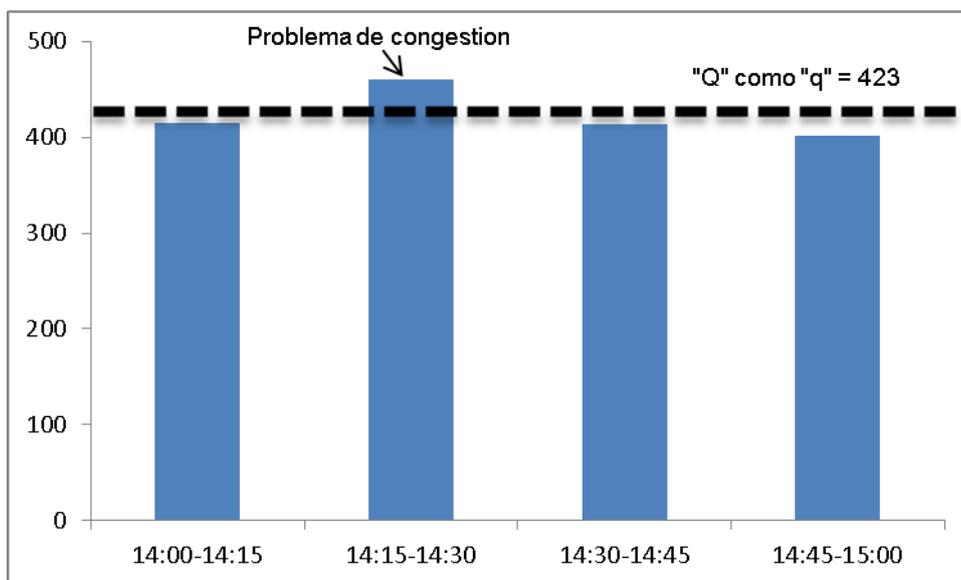
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 14:00 a las 15:00, el volumen es:

$$Q = 415 + 460 + 413 + 402 = \mathbf{1690 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (1690 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{423 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



TurnoNoche:

Intervalo de Tiempo(Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehiculos)
17:15-17:30	550
17:30-17:45	508
17:45-18:00	507
18:00-18:15	530

Tabla 1.9. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno noche, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{550 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 2200 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{508 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 2032 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{507 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 2028 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{530 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 2120 \text{ veh/h}$$

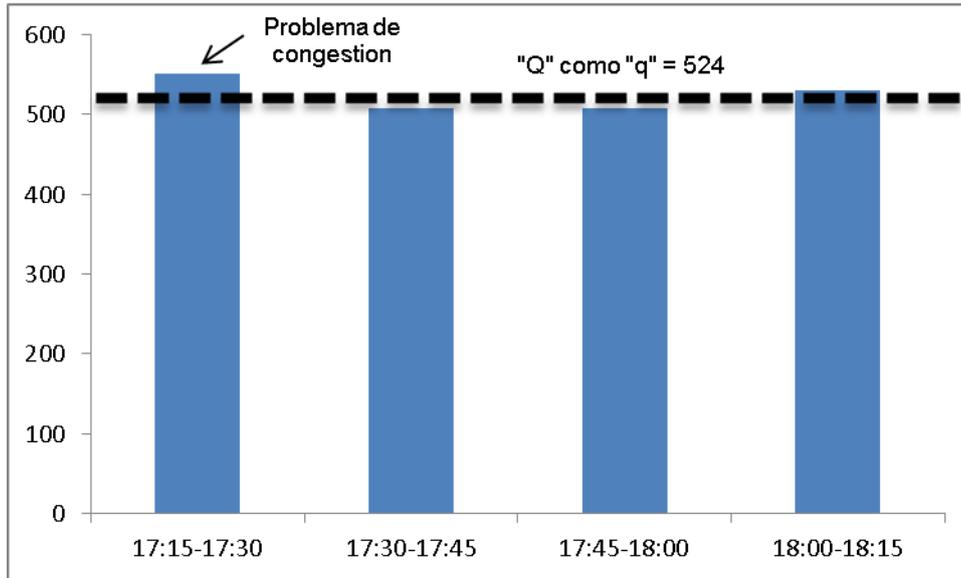
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 17:15 a las 18:15, el volumen es:

$$Q = 550+508+507+530 = \mathbf{2095 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (2095 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{524 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



d) Intersección Jr. Gamarra - Jr. Ayacucho

Turno Mañana:

Intervalo de Tiempo (Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehiculos)
9:00-9:15	474
9:15-9:30	429
9:30-9:45	425
9:45-10:00	367

Tabla 1.10. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno mañana, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{474 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1896 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{429 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1716 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{425 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1700 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{367 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1468 \text{ veh/h}$$

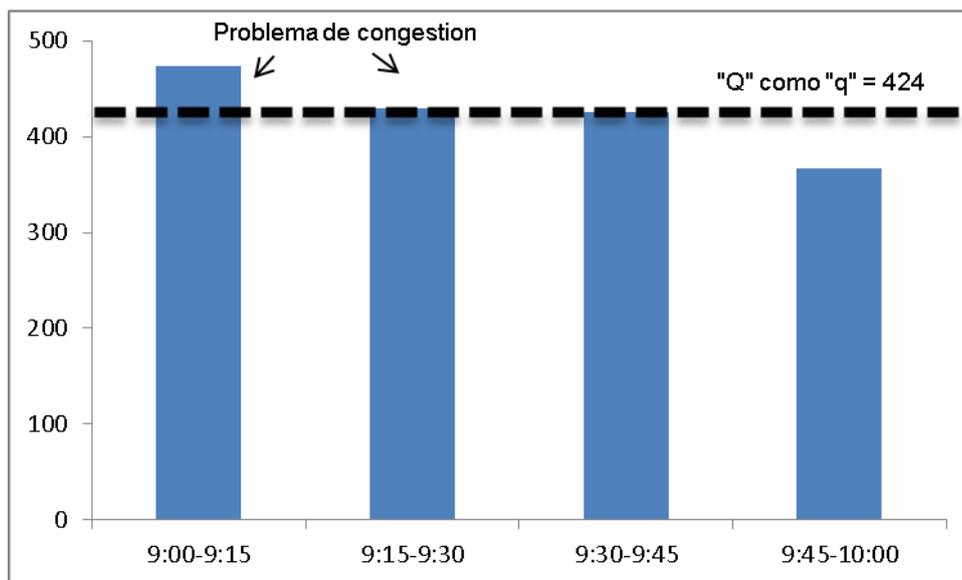
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 9:00 a las 10:00, el volumen es:

$$Q = 474 + 429 + 425 + 367 = \mathbf{1695 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (1695 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{424 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



Turno Tarde:

Intervalo de Tiempo (Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehículos)
14:00-14:15	371
14:15-14:30	322
14:30-14:45	298
14:45-15:00	279

Tabla 1.11. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno tarde, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{371 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1484 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{322 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1288 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{298 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1192 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{279 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1116 \text{ veh/h}$$

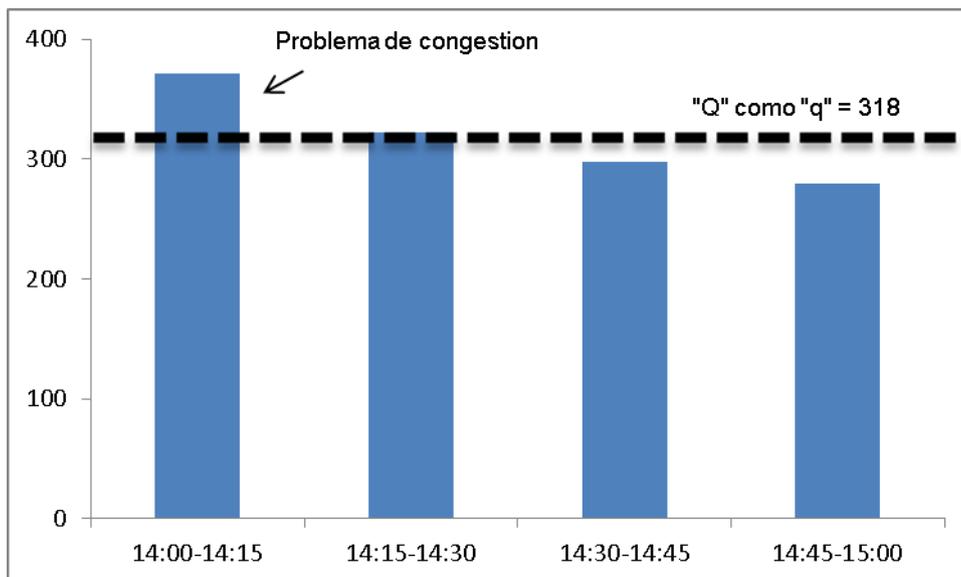
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 14:00 a las 15:00, el volumen es:

$$Q = 371 + 322 + 298 + 279 = \mathbf{1270 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (1270 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{318 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



Turno Noche:

Intervalo de Tiempo(Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehiculos)
17:00-17:15	509
17:15-17:30	424
17:30-17:45	474
17:45-18:00	385

Tabla 1.12. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno noche, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{509 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 2036 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{424 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1696 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{474 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1896 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{385 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1540 \text{ veh/h}$$

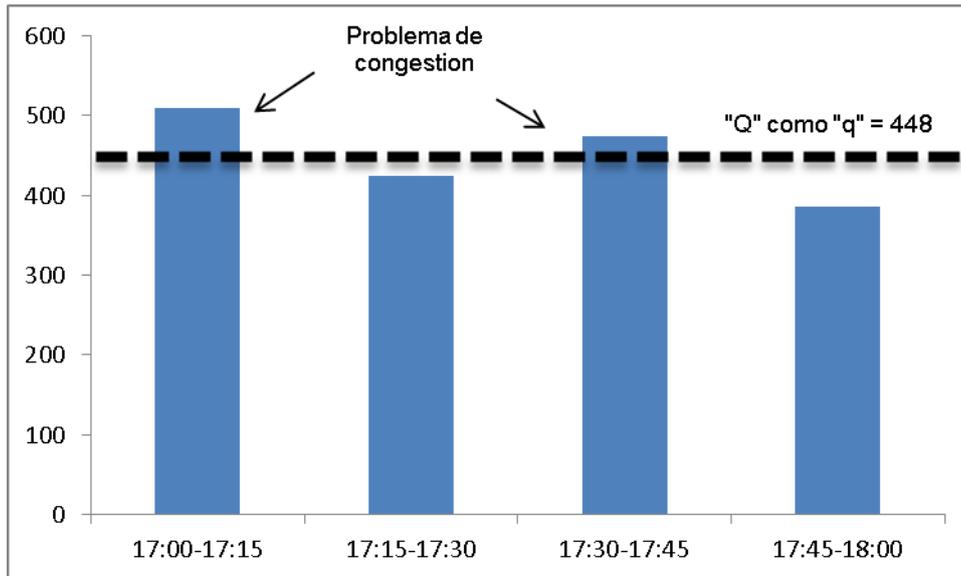
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 17:00 a las 18:00, el volumen es:

$$Q = 509+424+474+385 = \mathbf{1792 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (1792 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{448 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



e) Intersección Jr. Junín - Jr. Ayacucho

Turno Mañana:

Intervalo de Tiempo (Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehiculos)
8:30-8:45	378
8:45-9:00	344
9:00-9:15	342
9:15-9:30	351

Tabla 1.13. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatro periodos del turno mañana, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{378 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1512 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{344 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1376 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{342 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1368 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{351 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1404 \text{ veh/h}$$

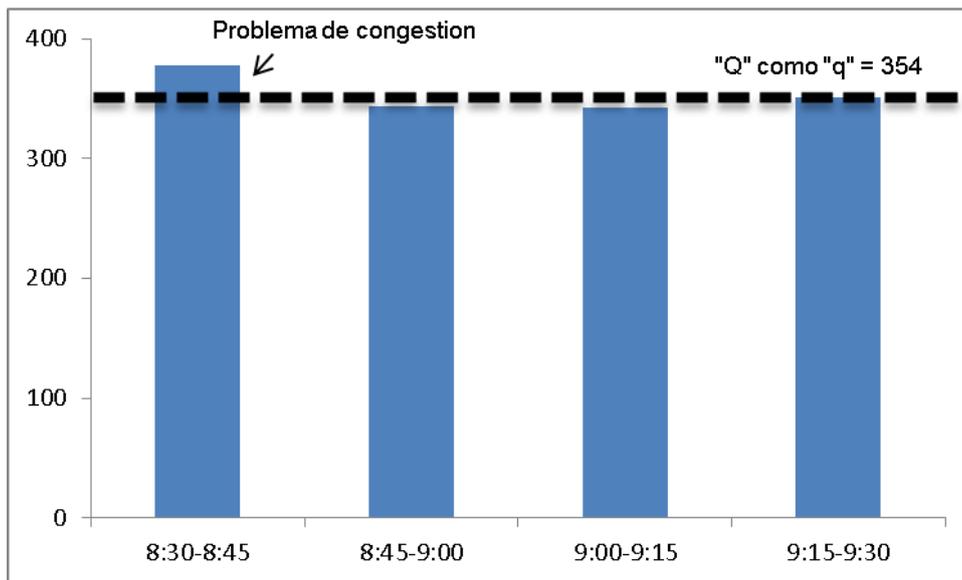
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 08:30 a las 09:30, el volumen es:

$$Q = 378 + 344 + 342 + 351 = 1415 \text{ veh/h}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (1415 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{354 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



Turno Tarde:

Intervalo de Tiempo (Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehículos)
14:00-14:15	152
14:15-14:30	252
14:30-14:45	293
14:45-15:00	282

Tabla 1.14. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno tarde, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{152 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 608 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{252 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1008 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{293 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1172 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{282 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1128 \text{ veh/h}$$

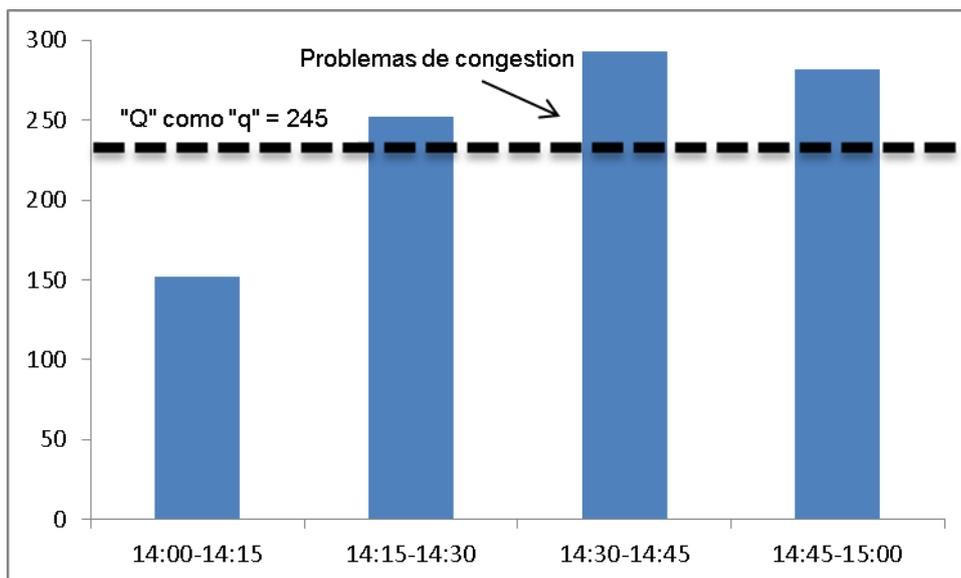
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 14:00 a las 15:00, el volumen es:

$$Q = 152+252+293+282 = \mathbf{979 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (979 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{245 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



Turno Noche:

Intervalo de Tiempo(Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehiculos)
17:00-17:15	257
17:15-17:30	377
17:30-17:45	371
17:45-18:00	251

Tabla 1.15. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno noche, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{257 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1028 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{377 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1508 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{371 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1484 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{251 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1004 \text{ veh/h}$$

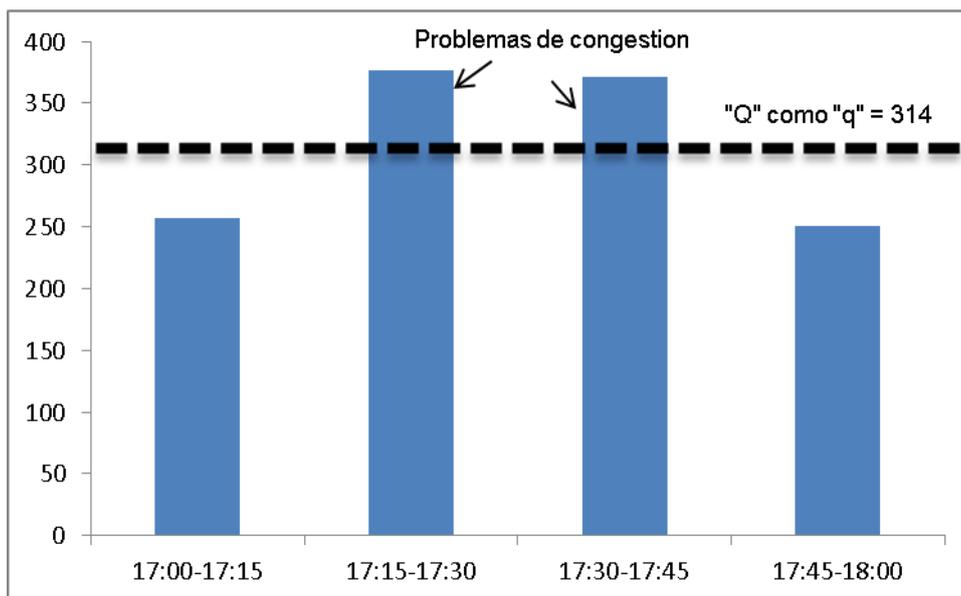
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 17:00 a las 18:00, el volumen es:

$$Q = 257+377+371+251 = \mathbf{1256 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (1256 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{314 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



f) Intersección Jr. Junín – Jr. Bolívar

Turno Mañana

Intervalo de Tiempo (Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehiculos)
8:30-8:45	394
8:45-9:00	467
9:00-9:15	438
9:15-9:30	454

Tabla 1.16. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno mañana, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{394 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1576 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{467 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1868 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{438 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1752 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{454 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1816 \text{ veh/h}$$

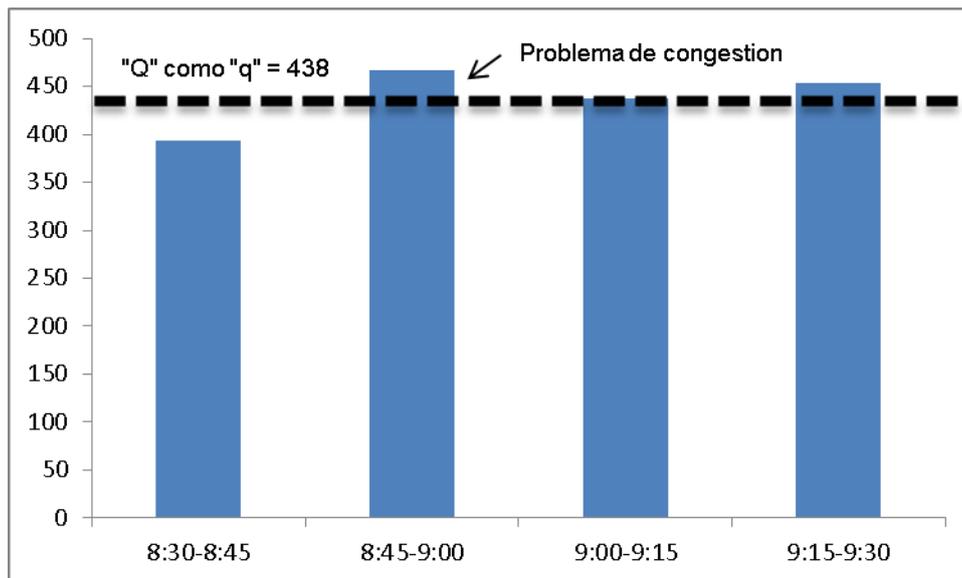
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 08:30 a las 09:30, el volumen es:

$$Q = 394 + 467 + 438 + 454 = \mathbf{1753 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (1753 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{438 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



Turno Tarde

Intervalo de Tiempo (Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehiculos)
12:00-12:15	466
12:15-12:30	453
12:30-12:45	453
12:45-13:00	453

Tabla 1.17. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno tarde, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{466 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1864 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{453 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1812 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{453 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1812 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{453 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1812 \text{ veh/h}$$

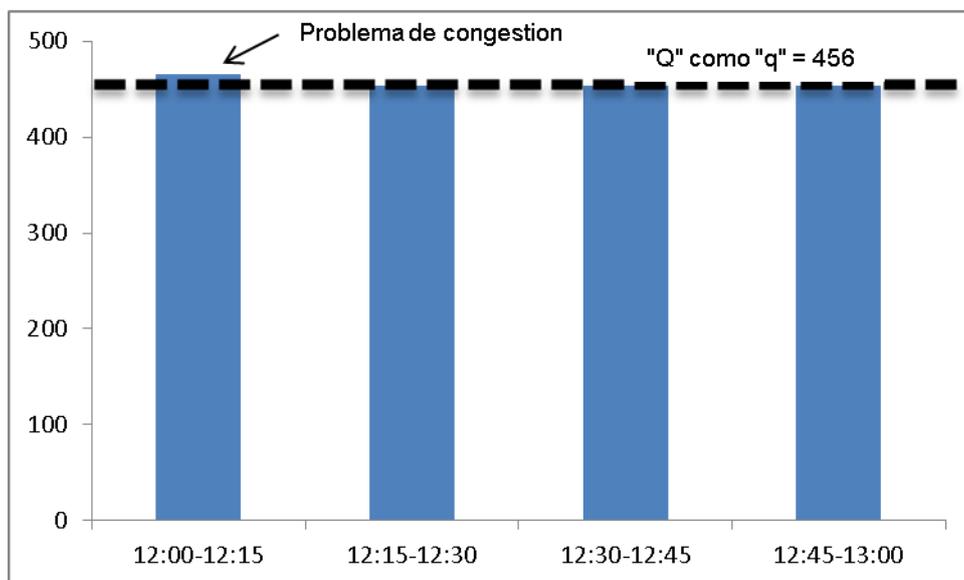
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 12:00 a las 13:00, el volumen es:

$$Q = 466 + 453 + 453 + 453 = \mathbf{1825 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (1825 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{456 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



Turno Noche

Intervalo de Tiempo(Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehiculos)
17:15-17:30	414
17:30-17:45	399
17:45-18:00	450
18:00-18:15	494

Tabla 1.18. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno noche, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{414 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1656 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{399 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1596 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{450 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1800 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{494 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1976 \text{ veh/h}$$

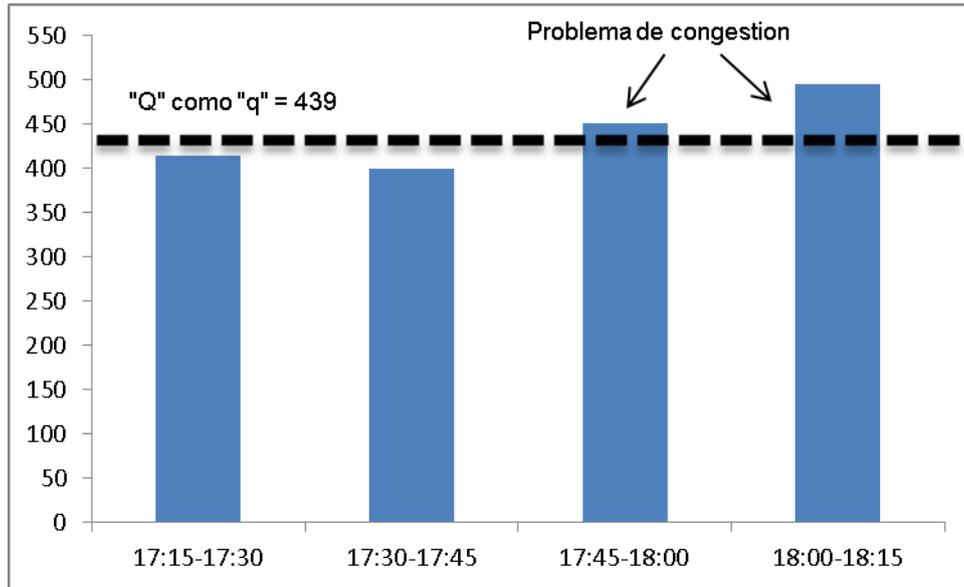
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 17:15 a las 18:15, el volumen es:

$$Q = 414+399+450+494 = \mathbf{1757 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (1757 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{439 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



g) Intersección Jr. Junín – Jr. Pizarro

Turno Mañana

Intervalo de Tiempo (Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehiculos)
8:30-8:45	181
8:45-9:00	217
9:00-9:15	206
9:15-9:30	202

Tabla 1.19. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno mañana, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{181 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 724 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{217 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 868 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{206 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 824 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{202 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 808 \text{ veh/h}$$

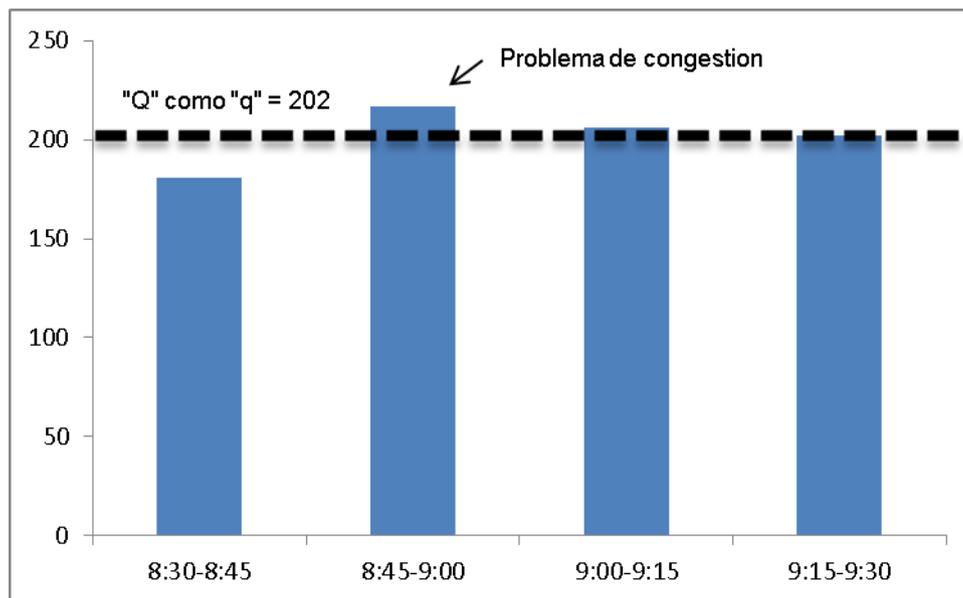
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 08:30 a las 09:30, el volumen es:

$$Q = 181 + 217 + 206 + 202 = \mathbf{806 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (806 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{202 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



Turno Tarde

Intervalo de Tiempo (Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehiculos)
12:00-12:15	227
12:15-12:30	209
12:30-12:45	219
12:45-13:00	189

Tabla 1.20. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno tarde, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{227 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 908 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{209 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 836 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{219 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 876 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{189 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \min}{1 \text{ h}} \right) = 756 \text{ veh/h}$$

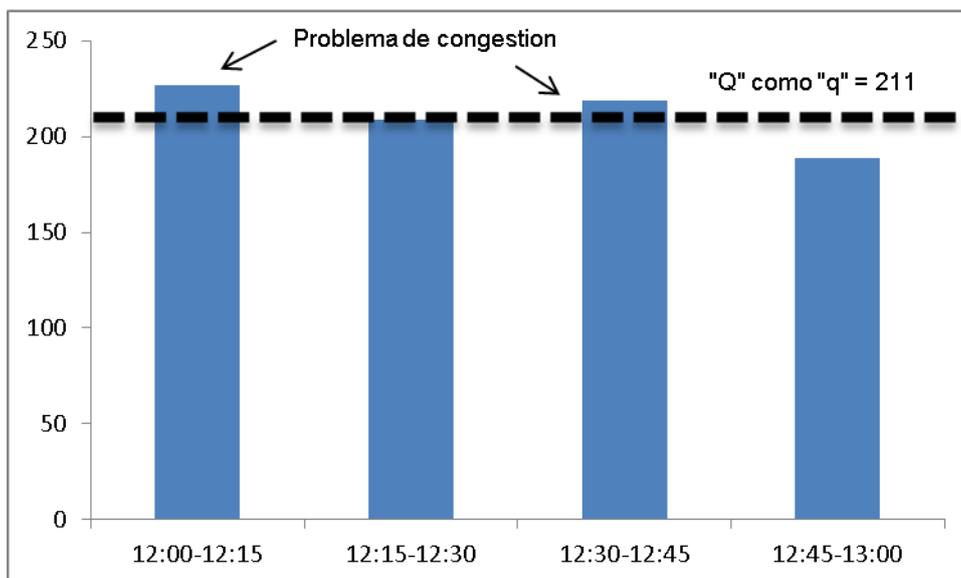
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 12:00 a las 13:00, el volumen es:

$$Q = 227+209+219+189 = \mathbf{844 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (844 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{211 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



Turno Noche

Intervalo de Tiempo(Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehiculos)
17:30-17:45	182
17:45-18:00	252
18:00-18:15	292
18:15-18:30	234

Tabla 1.21. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno noche, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{182 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 728 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{252 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1008 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{292 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1168 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{234 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 936 \text{ veh/h}$$

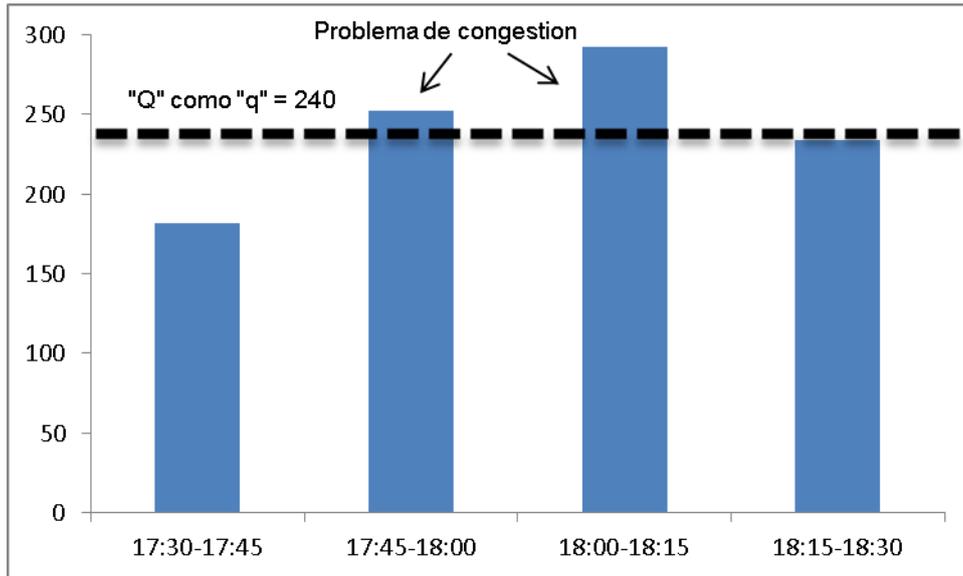
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 17:30 a las 18:30, el volumen es:

$$Q = 182+252+292+233 = \mathbf{960 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (960 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{240 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



h) Intersección Jr. Junín – Jr. Independencia

Turno Mañana

Intervalo de Tiempo (Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehiculos)
9:00-9:15	418
9:15-9:30	410
9:30-9:45	432
9:45-10:00	430

Tabla 1.22. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno mañana, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{418 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1672 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{410 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1640 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{432 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1728 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{430 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1720 \text{ veh/h}$$

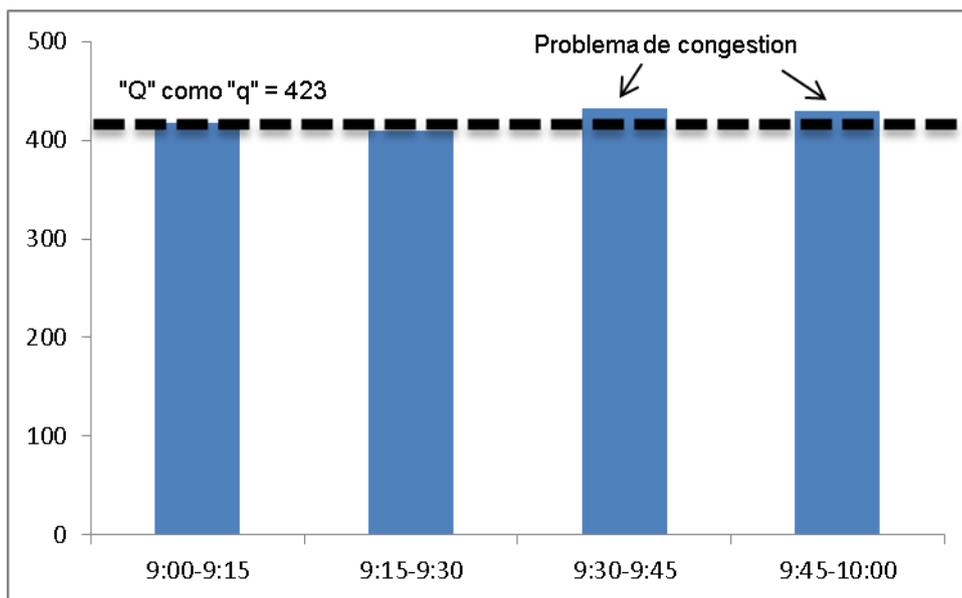
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 09:00 a las 10:00, el volumen es:

$$Q = 418 + 410 + 432 + 430 = \mathbf{1690 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (1690 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{423 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



Turno Tarde

Intervalo de Tiempo (Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehiculos)
12:30-12:45	391
12:45-13:00	417
13:00-13:15	394
13:15-13:30	397

Tabla 1.23. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno tarde, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{391 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1564 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{417 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1668 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{394 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1576 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{397 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1588 \text{ veh/h}$$

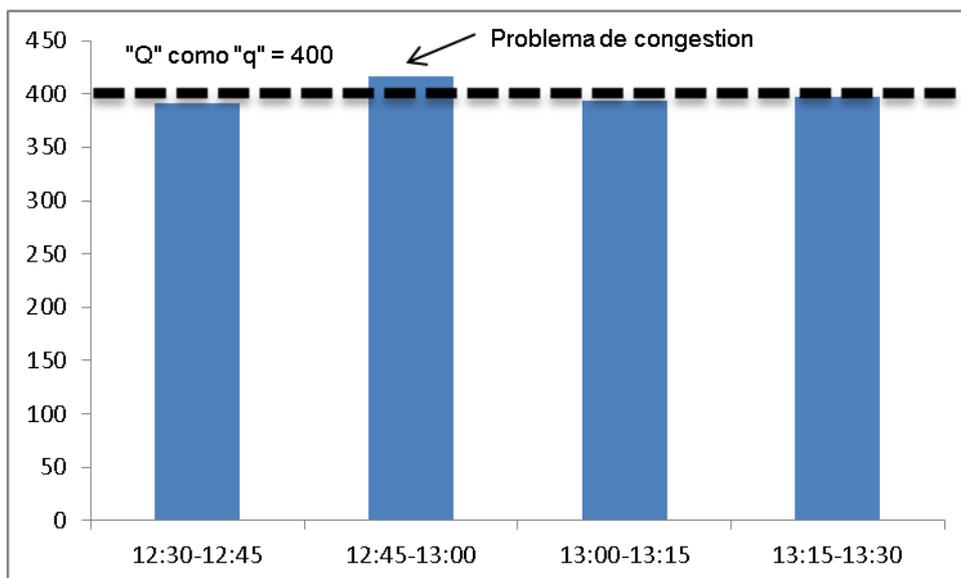
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 12:30 a las 13:30, el volumen es:

$$Q = 391+417+394+397 = \mathbf{1599 \text{ veh/h}}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (1599 \text{ veh/h}) \left(\frac{0.25 \text{ h}}{15 \text{ min}} \right) = \left(\frac{400 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \right)$$



Turno Noche

Intervalo de Tiempo(Hora: Minutos)	Flujo cada 15 minutos (Vehiculos)
17:45-18:00	549
18:00-18:15	337
18:15-18:30	505
18:30-18:45	502

Tabla 1.24. Tasas de Flujo

Tasas de flujo para cada periodo (q)

Según la tabla presentada y de acuerdo con los datos procesados del estudio, las tasas de flujo para los cuatros periodos del turno noche, son:

$$q_1 = \frac{N_1}{T_1} = \frac{549 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 2196 \text{ veh/h}$$

$$q_2 = \frac{N_2}{T_2} = \frac{337 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 1348 \text{ veh/h}$$

$$q_3 = \frac{N_3}{T_3} = \frac{505 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 2020 \text{ veh/h}$$

$$q_4 = \frac{N_4}{T_4} = \frac{502 \text{ veh}}{15 \text{ min}} \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) = 2008 \text{ veh/h}$$

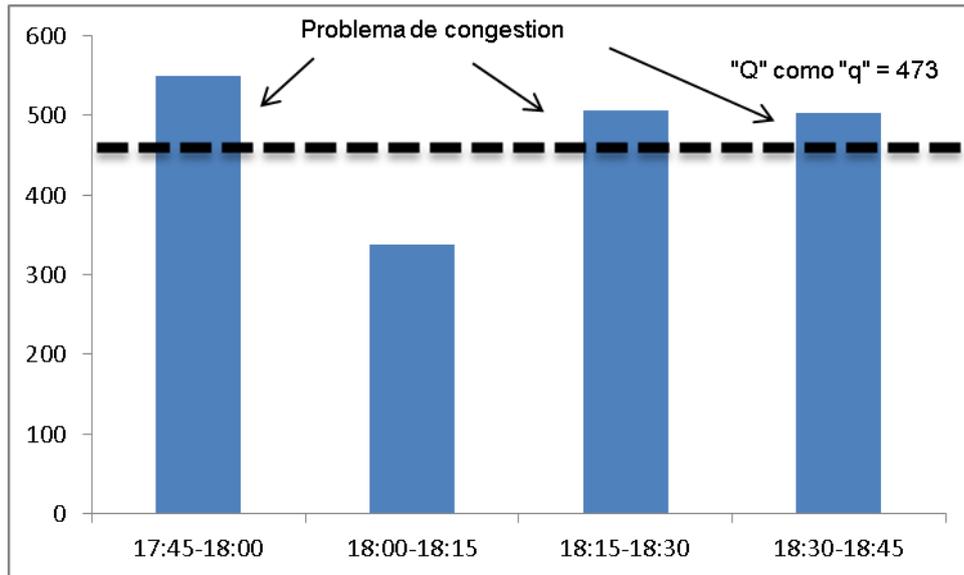
Volumen Horario (Q):

Para la hora efectiva de las 17:45 a las 18:45, el volumen es:

$$Q = 549+337+505+502 = \mathbf{1893veh/h}$$

Este volumen referido a un periodo de 15 minutos (0.25 horas) es:

$$Q \text{ (como } q) = (1893\text{veh/h}) \left(\frac{0.25\text{h}}{15\text{min}} \right) = \left(\frac{473\text{veh}}{15\text{min}} \right)$$



CUADROS RESUMEN DE RESULTADOS Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS.

Con los resultados del análisis de las intersecciones del centro histórico, se resume en los siguientes cuadros:

CUADRO RESUMEN DE RESULTADOS

Nº	INTERSECCIÓN	RESULTADOS DE CAMPO PARA EL PRESENTE ESTUDIO				RESULTADOS APLICANDO EL HCM 2000			
		TIEMPO DEL CICLO (seg)	NIVEL DE SERVICIO	CAPACIDAD (veh/carril)	DEMORAS EN LAS INTERSEC. (seg)	TIEMPO DEL CICLO (seg)	NIVEL DE SERVICIO	CAPACIDAD (veh/carril)	DEMORAS EN LAS INTERSEC. (seg)
01	Jr. Ayacucho – Jr. Bolognesi	102	Flujo Forzado	1758	7.24	90	Flujo Forzado	1714	6.81
02	Jr. Almagro – Jr. Ayacucho	112	Flujo Forzado	1661	4.25	90	Flujo Forzado	1627	3.86
03	Jr. Orbegoso – Jr. Ayacucho	102	Flujo Forzado	2095	5.19	90	Flujo Forzado	2062	4.72
04	Jr. Gamarra- Jr. Ayacucho	106	Flujo Forzado	1792	4.73	90	Flujo Forzado	1765	4.27

CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS

N°	INTERSECCIÓN	RESULTADOS DE LA COMPARACIÓN ENTRE LOS DATOS DE CAMPO CON LOS DATOS DEL HCM200				
		NIVEL DE SERVICIO	CAPACIDAD (veh/carril)	DEMORAS EN LAS INTERSEC. (seg)	% DE BENEFICIO SOBRE LA CAPACIDAD	% DE BENEFICIO SOBRE LAS DEMORAS
01	Jr. Ayacucho – Jr. Bolognesi	Flujo Forzado	44	0.43	97.77	94.06
02	Jr. Almagro – Jr. Ayacucho	Flujo Forzado	34	0.39	97.95	90.82
03	Jr. Orbegoso – Jr. Ayacucho	Flujo Forzado	33	0.47	98.42	90.94
04	Jr. Gamarra - Ayacucho	Flujo Forzado	27	0.46	98.49	90.27

PROMEDIO

98.16

91.52

3.2. DISCUSION

De la propuesta obtenida, en base al Manual de la Capacidad de carreteras HCM2000, donde se manifiesta que el sistema coordinado de intersecciones semaforizadas es “el lugar más complejo del sistema de transportes”, podríamos decir que el cálculo preciso de los tiempos de semáforos requiere más de aplicación de normas, la experiencia de simulación microscópica del tránsito.

Los centros educativos, los estacionamientos, hospital, bancos, etc., producen que la velocidad de tránsito disminuya, generando demora en el tiempo de viaje de las personas y además aumenta el CO₂, y como consecuencia la contaminación ambiental.

4. CONCLUSIONES

- Del análisis de las intersecciones de muestreo del centro histórico de Trujillo, concluimos que el mayor aforo vehicular se presenta en el turno noche entre las 18:00 a 20:00 horas, en las siguientes intersecciones Jr. Ayacucho – Jr. Bolognesi, Jr. Diego de Almagro – Jr. Ayacucho, Jr. Mariscal Orbegoso – Jr. Ayacucho, Jr. Gamarra – Jr. Ayacucho, Jr. Junín – Jr. Ayacucho, Jr. Junín – Jr. Bolívar, Jr. Junín – Jr. Pizarro y Jr. Junín – Jr. Independencia, según los flujogramas (cuadros), flujos vehiculares en hora punta, analizados y efectuados en las páginas 55 al 78.
- El volumen de tránsito vehicular horario (Q) se genera con mayor exactitud en las intersecciones de Jr. Ayacucho con Jr. Mariscal Orbegoso con promedio total de 2095 veh/h que significa la mayor frecuencia de todas las intersecciones.
- Las longitudes de cola, en horas punta, generan un caos vehicular en toda intersección, calle o avenida, y según nuestros resultados de toma de datos la intersección con un promedio alto es Jr. Orbegoso – Jr. Ayacucho con 65 ml de distancia.
- Se debe implementar una serie de semáforos nuevos (07), en las siguientes intersecciones: Jr. Junín – Jr. San Martín, Jr. Colón – Jr. Bolívar, Jr. Colón – Jr. Independencia, Jr. Colón – Jr. San Martín, Jr. Estete – Jr. Bolívar, Jr. Estete – Jr. Pizarro y Jr. Estete – Jr. Independencia, las cuales en éstos puntos llegan a generar un mayor caos vehicular y así poder agilizar y descongestionar el tráfico vehicular.

- El beneficio de la posible implementación del plan de mejora de las intersecciones evaluadas, reduce el máximo ratio de la saturación de tráfico (max v/c) en un 98.16%.
- El mejoramiento del tránsito, con la sincronización de la semaforización, ayuda a reducir las demoras en las intersecciones representados en segundos por vehículo promedio (seg/veh), mejorando el desempeño en un 91.52%, de una posible implementación del plan.

5. RECOMENDACIONES

- Este estudio sirva como antecedentes para futuros proyectos relacionados a la mejora del tránsito y así complementarlo con la aplicación de un software (programas o simuladores) validado para trabajos o estudios de Ingeniería de tránsito.
- Además, del software (VISSIM 6, SIMTRAV 1.0, etc.) que me permita la microsimulación del tránsito, se deberá consultar con especialistas de este tema, de tal manera, que se conlleve a la mejor solución de ingeniería para obtener los mejores rendimientos económicos y ambientales para la población.

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación de Representantes Automotrices del Perú ARAPER (2015). Informe Estadístico I-2015. Trujillo. Ventas anuales. [Http://www.araper.pe](http://www.araper.pe)
- López V., José (1998). Determinación del Máximo Valor de Flujo de Saturación en Intersecciones Semaforizadas. Universidad Autónoma de Nuevo León – Grado de Maestría en Ciencias con Especialidad en Ingeniería de Tránsito – Facultad de Ingeniería. Nuevo León, México.
- Chía,L. & Escalante, J. (2011). Modernización de la Red Semafórica de la Ciudad de Bucaramanga mediante la implementación de semáforos inteligentes. Universidad Industrial de Santander – Facultad de Ingeniería Químico – Mecánicas.
- Gonzales, J. & Morales, R. (2013). Control de tráfico vehicular por medio de semáforos inteligentes. Universidad Rafael Urdaneta – Facultad de Ingeniería. Maracaibo.
- López E., Diana (2014). Diseño de un modelo de monitoreo para mejorar el flujo de tránsito vehicular a través de semáforos inteligentes en la ciudad de Trujillo. Universidad Nacional de Trujillo – UNT, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Trujillo.
- Mantilla, L. & Márquez, E. (2014). Sistema de Control Difuso de semáforos para mejorar el tráfico vehicular en el Centro Histórico de Trujillo. Universidad Nacional de Trujillo – UNT, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Trujillo.

- Alcalá R., Moisés (2016). Micro Simulación del tráfico de la intersección de las avenidas Bolívar, Córdova y calle Andalucía empleando el software VISSIM 6. Pontificia Universidad Católica del Perú – Facultad de Ingeniería. Lima.
- SUTRAN (2014). Texto único ordenado del Reglamento Nacional de Tránsito – Código de Tránsito. Decreto Supremo N° 016-2009-MTC.
- República del Perú Ministerio de Transportes (2000), Comunicaciones Vivienda y Construcción. Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. Aprobado por la Resolución Magisterial N° 210-2000-MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Torres T., Raúl (Director Ejecutivo). Provías Nacional. Indicadores de desempeño Red Vial Nacional 2011 – 2016.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2015). La Libertad: Camino al desarrollo.
- Rodríguez U., Daniella (2015), Revisión del HCM 2000, Manual de Carreteras “Highway Capacity Manual 2000”, Intersecciones Semaforizadas – Ingenium. Grupo de Investigación (Facultad de Ingeniería) – Universidad Piloto de Colombia.
- Análisis de Capacidad y Nivel de Servicio de Segmentos Básicos de acuerdo al Manual de Capacidad de Carreteras HCM2000. Pág. 41 – 48.
- Reglamento Nacional de Tránsito.
- Transportes Metropolitanos de Trujillo – TMT. www.tmt.gob.pe