



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“DISEÑO DE UNA MEJORA EN EL PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE SEMAFORIZACIÓN Y SU INFLUENCIA EN EL COMPORTAMIENTO DEL TRÁNSITO VEHICULAR EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA – 2020”.

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Jhonson Smith Albines Vargas

Asesor:

Mg. Ing. Ricardo Fernando Ortega Mestanza

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

A Dios por su infinita bondad y amor;
a mi esposa y a mis dos hijas Arled y
Luana, por ser mi motivación, para
superarme. A mi madre por haberme
apoyado en todo momento y
permitirme llegar hasta este punto
logrando mis objetivos propuestos.

AGRADECIMIENTO

A la Escuela de la carrera profesional de Ingeniería industrial, de la Universidad Privada del Norte, y a su plana docente por brindarme conocimientos; para así seguir creciendo profesionalmente.

Al Mg. Ing. Ricardo Fernando Ortega Mestanza, quien con su asesoría y su guía; hizo posible la realización de este informe de tesis.

Al Staff de la Municipalidad Provincial de Cajamarca, área de transportes; quienes con su apoyo contribuyeron a la realización de esta tesis.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	11
RESUMEN	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Justificación	16
1.3. Formulación del problema	17
1.4. Objetivo	17
1.4.1. Objetivo general	17
1.4. Objetivo específico	18
1.5. Hipótesis	18
1.5.1.hipotesis general.	18
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	19
2.1. Tipo de investigación	19
2.1.1. Según su propósito	19
2.1.2. Según su profundidad	19
2.1.3. Según su naturaleza	19
2.1.4. Según su manipulación de variable	19
2.2. Población y muestra	20
2.2.1. Población	20

2.2.2. Muestra	20
2.2.3. Materiales, instrumentos y métodos	20
2.2.4. Observación	23
2.2.5. Entrevista	24
2.2.6. Procesamiento de información	26
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	28
3.1. resultado 01	27
3.1.1. Diagnostico administrativo	27
3.1.1.1. Marco estratégico	27
3.1.1.2 Organigrama del área de estudio	28
3.1.1.3. Personal de jefatura	29
3.1.1.4. Análisis equipo técnico	29
3.1.2. Estado situacional actual de los controladores de transito	29
3.1.2.1. Controlador de transito	29
3.1.3. estado situacional actual del flujo vehicular de la zona de estudio	31
3.1.3.1. Flujo vehicular	33
3.1.4. Análisis situacional del flujo vehicular y controladores de trafico	36
3.1.4.1. Intersección 01 Jr. Tayabamba, Jr. Los Sauces	36
3.1.4.2. Intersección 01 Jr. Tayabamba, Jr. Los Sauces	36
3.1.4.3 Intersección 02 Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Jr. Manuel Seoane	39
3.1.4.4. Intersección 02 Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Jr. Manuel Seoane	40
3.1.4.5. Intersección 03 Av. Hoyos Rubio, Jr Manuel Seoane.....	44

3.1.5. resultado 02	48
3.1.5.1. Diagnóstico del flujo vehicular y los tiempos en los controladores de tráfico	48
3.1.5.2. Flujo vehicular en la zona de estudio	49
3.1.5.3. Programación de tiempos en los controladores de tráfico.....	49
3.1.5.4. Efecto principal del diagrama causa-efecto	52
3.1.5.7. Modelos de servicio constante	54
3.1.5.10. Fórmulas de colas modelo de servicio constante.	55
3.1.5.11. Ejemplos de modelos de servicio constante.	57
3.2. resultado 03	74
3.3. Desarrollo de la propuesta de mejor del sistema de semaforización	74
3.3.1. Marco teórico para el desarrollo de la propuesta	74
3.3.2. Semáforo	75
3.3.2.1. Generalidades	75
3.3.3. Elementos que componen un semáforo	76
3.3.3.1. Soporte	76
3.3.3.2. Cabeza	77
3.3.3.3. Cara	78
3.3.3.4. Altura de la cara de semáforo	79
3.3.3.5. Ubicación longitudinal	79
3.3.3.6. Angulo de colocación	82
3.3.3.7. Modulo luminoso o carcasa	83
3.3.3.8. Señal luminosa o lente	85
3.3.3.9. Visera	86

3.3.3.10. Unidad de control	88
3.3.4. Estación central o control maestro	90
3.4. Requisitos generales para la instalación de semáforos	91
3.4.1. Generalidades	91
3.4.2. Alcances generales de los estudios requeridos	91
3.4.3. Alcances generales de las condiciones de tránsito requeridas	92
3.5. tipos de semáforos	94
3.5.1. Clasificación	94
3.5.2. Semáforos para vehículos	95
3.5.3. Semáforos pre sincronizados	95
3.5.4. Semáforos sincronizado por el tráfico	95
3.5.4. Semáforos adaptados al tránsito	96
3.5.6. semáforos para peatones	96
3.5.7 Semáforos especiales	96
3.5.8. Semáforos de destello o intermitentes	97
3.5.9. Semáforos para regular el uso de carril	97
3.6 Características y configuración de los semaforos	98
3.6.1. Forma y color de los indicadores de los semaforos	98
3.6.2. Posición de los indicadores dentro del semáforo	99
3.7 controlador de tránsito inteligente SBC 247 /8	100
3.7.1. Características técnicas	100
3.7.2. Modos de funcionamiento	101
3.7.3. Fases o movimientos del controlador	102

3.7.4. Características principales del controlador	103
3.7.4.1. Modo aislado	104
3.7.4.2. Modo actuado	104
3.7.4.3 Modo computarizado	105
3.7.5. programación de horarios	106
3.7.6 Creación de olas verdes	106
3.7.7. Programación de fases	106
3.7.8 Controlador maestro	109
3.7.8.1. Características generales	109
3.7.8.2. Modos de operación	110
3.7.8.3. Descripción funcional	113
3.8. Propuesta de implementación	121
3.8.1. Requerimiento de equipos para implementación	121
3.8.2. Requerimiento de equipos	121
3.9.. cambio de sentido de calle.	122
3.9.1. Evaluación económica para la implementación de mejora	124
3.10.1. Antecedentes	125
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	132
REFERENCIAS	135
ANEXOS	136

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	20
Tabla 2. Técnicas e instrumento utilizados para la recolección de datos.....	21
Tabla 3. Horarios para tomar la muestra de conteo de vehículos.....	33
Tabla 4. Muestras tomadas cada 15 minutos mañana, tarde y noche, intersección 01.....	35
Tabla 5. Muestras tomadas cada 15 minutos mañana, tarde y noche, intersección 01.	36
Tabla 6. Horario y programación del controlador, plan horario 01.	38
Tabla 7. Muestras tomadas cada 15 minutos mañana, tarde y noche, intersección 02.	39
Tabla 8. Muestras tomadas cada 15 minutos mañana, tarde y noche, intersección 02.	40
Tabla 9. Horario y programación del controlador, plan horario 02.	42
Tabla 10. Muestras tomadas cada 15 minutos mañana, tarde y noche, intersección 03.....	44
Tabla 11. Muestras tomadas cada 15 minutos mañana, tarde y noche, intersección 03.	45
Tabla 12. Horario y programación del controlador, plan horario 03.	46
Tabla 13. Tipos de vehículos,tamaño, velocidad.....	57
Tabla 14. Análisis del flujo vehicular intersección 01.	59
Tabla 15. Análisis del flujo vehicular intersección 01.....	60
Tabla 16. Análisis del flujo vehicular, por factor minuto, intersección 01.....	61
Tabla 17. Análisis del flujo vehicular, tasa de llegada por factor, intersección 01.	62
Tabla 18. Análisis del flujo vehicular indicadores del sistema de cola, intersección 01.....	63
Tabla 19. Análisis del flujo vehicular, tasa de llegada por minuto, intersección 02.	64
Tabla 20 Análisis del flujo vehicular, tasa de llegada por minuto, intersección 02.....	65
Tabla 21. Análisis del flujo vehicular, factor por minuto, intersección 02.....	66
Tabla 22. Análisis del flujo vehicular, tasa de llegada por factor, intersección 02.....	67
Tabla 23 Análisis del flujo vehicular, indicadores del sistema de cola, intersección 02.....	69
Tabla 24. Análisis del flujo vehicular por tasa de llegada por minuto, intersección 03.....	70

Tabla 25. Análisis del flujo vehicular por tasa de llegada por minuto, intersección 03.	71
Tabla 26. Análisis del flujo vehicular, factor por minuto, intersección 03.....	72
Tabla 27. Análisis del flujo vehicular, tasa de llegada po factor, intersección 03.	73
Tabla 28. Análisis del flujo vehicular, indicadores del sistema de cola, intersección 03. ...	74
Tabla 29. Presupuesto para la mejora del sistema de semforización.	125
Tabla 30. Plan horario 2 en función a la propuesta	122
Tabla 31. Mejora del sistema de acuerdo a la eficiencia del controlador de trafico	123
Tabla 32. Inversión para la mejora del sistema	131
Tabla 33. Análisis costo - beneficio	131

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la institución.	28
Figura 2. Técnico realizano mantenimiento.	30
Figura 3. Mantenimiento de optica luminosa.	30
Figura 4. Controladores de tráfico.	32
Figura 5. Controlador de tráfico.	32
Figura 6. Congestionamineto vehicular.....	35
Figura 7. Congestionamineto vehicular.....	35
Figura 8. Intersección semafirizada 01.	38
Figura 9. Comportamiento del flujo vehicular zona de estudio 01.	38
Figura 10. Intersección semaforizada 02.	42
Figura 11. Comportamiento del flujo vehicular 02.	42
Figura 12. Intersección semaforizada 03.	46
Figura 13. Comportamineto del flujo vehicular 03.	46
Figura 14. Ccongestionamineto vehicular turno tarde.	48
Figura 15. Comportamineto del flujo vehicular turno mañan.	49
Figura 16. Controlador de tráfico en zona de estudio.	50
Figura 17. Controlador de tráfico en zoan de estudio.	50
Figura 18. Diagrama causa-efecto.	51
Figura 19. Soporte de semaforo tipo poste	76
Figura 20. Soporte tipo mensula.	77
Figura 21. Cabeza de semaforo.	78
Figura 22. Cara de semaforo.	79
Figura 23. Configuracion de semaforos.	79
Figura 24. Ubicación de la cara de un semaforo.	81

Figura 25. Angulo de posicion de un semaforo.	82
Figura 26. Modulo luminoso.	84
Figura 27. Lente optico.	85
Figura 28. Ejemplo de lentes.	86
Figura 29. Indicacion de colores.	88
Figura 30. Ejemplo de veicera de semaforo.	89
Figura 31. Tipo de unidad de control de semaforo.	90
Figura 32. Configurazion de semaforo.	99
Figura 33. Configuracion de grupos de semaforo.	101
Figura 34. Ejemplo de configuracion de fases.	107
Figura 35. Ejemplo de progamacion de fases por grupos.	108
Figura 36. Interseccion 01.	121
Figura 37. Interseccion 02.	122
Figura 38. Interseccion 03.	123
Figura 39. Circulacion de acuerdo al nuevo cambio de sentido.	124

RESUMEN

La investigación se realizó en la municipalidad provincial de Cajamarca, siendo el objetivo principal Diseñar la mejora del Proceso de Funcionamiento del Sistema de Semaforización en la Prol. Tayabamba, Jr. los Sauces, Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane de la ciudad de Cajamarca, dentro del análisis se encontró que la entidad desconoce la importancia del buen funcionamiento de los equipos de semaforización, en consecuencia mala sincronización de los equipos y usos inadecuado de los mismos. Asimismo, no se aprovecha adecuadamente el 100% de los equipos. En tal sentido, el diseño incluyó metodologías y técnicas como la teoría de colas, observación, entrevista, análisis de documentos y formatos, formatos que utilizamos para el conteo de vehículos que permitió verificar la eficiencia del sistema de semaforización de los equipos instalados. Después del diseño se logró mejorar la transitabilidad a un 60% de tránsito vehicular, logrando determinar la aceptación de la investigación.

Palabras clave: equipos, semaforización, vehículos, tránsito vehicular.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

En la actualidad existen diferentes sistemas de semaforización con nueva tecnología que sirven para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de acuerdo a la necesidad de cada ciudad.

En las sociedades modernas, el automóvil es un ingrediente primordial en la búsqueda de entender la dinámica de movilidad y la cultura urbana en general. Se trata de un bien material que ha sobrepasado su papel como herramienta de trabajo y medio de transporte, convirtiéndose además en un símbolo de estatus económico, capacidad tecnológica y otras múltiples percepciones ideológicas que en conjunto convierten la posesión de un automóvil en una necesidad mucho mayor que la de sólo servir como transporte de personas o mercancías.

Esta demanda, claramente fomentada por los fabricantes de los vehículos, incentiva un mercado que es motor de la economía de las principales naciones del mundo. Por ejemplo, un estimado de 16 millones de vehículos nuevos fue comercializado en el año 2015 tan sólo en los Estados Unidos de América Como resultado directo del entorno socio-económico mencionado, desde la segunda mitad del siglo XX y hasta nuestros días, las políticas de desarrollo urbano y movilidad de la gran mayoría de las ciudades modernas han estado enfocadas en facilitar el entorno legal, financiero y la infraestructura necesarios para el crecimiento del parque automotor. Desafortunadamente, el incremento en el número de vehículos circulando, al no contar con el correspondiente desarrollo en vías de comunicación, combustibles de baja toxicidad, educación vial, etc., genera efectos adversos de diversa índole, incluyendo

polución debida a las emisiones vehiculares y riesgo al circular para peatones y ciclistas

entre otras.

Dicho incremento en el número de vehículos produce una reducción gradual y progresiva en la velocidad promedio del tránsito hasta llegar en los peores casos a largos periodos de espera y se manifiesta principalmente en los cruces de 2 o más intersecciones semaforizadas, debido principalmente a la obvia necesidad de los autos de circular en determinado momento por la misma área de paso.

En el Perú, según la Entidad Normalizadora del MTC: “El mercado automotriz registró un incremento de 24.5% en el último quinquenio comprendido entre el 2012 al 2016 al pasar de 2´137,837 a 2´661,719 vehículos motorizados y no motorizados. Aumento que tiene una relación directa con la migración entre ciudades, el crecimiento de la población y el despegue económico de algunas regiones en nuestro país, esto se ve reflejado en el tráfico vehicular lo que origina caos dentro del sistema de Transporte siendo una particularidad de las principales ciudades de nuestro país como es el caso de las metrópolis peruanas de Lima, Arequipa, Trujillo, Piura, entre otras.

Lima, Según el diario Gestión (2019), anteriormente existían seis horas de tráfico críticas, repartidas en tres intervalos del día: de 7 a.m. y 9 a.m. (ida al trabajo o centro de estudios), 1 p.m. y 2 p.m. (almuerzo) y 6 p.m. a 8 p.m. (regreso a casa). Hoy esas horas punta se han ampliado haciendo que haya personas que pasen hasta 6 horas al día en el transporte público. De hecho, el 58,5% de la población económicamente activa (PEA) de Lima y el Callao utiliza hasta 60 minutos para llegar a su centro de trabajo, es decir, hasta dos horas al día, contando el regreso a casa. Pero la carga vehicular en Lima ha empeorado preocupantemente entre el 2017 y el 2018, un estudio elaborado por la compañía de GPS holandesa TomTom coloca a Lima en el tercer lugar con mayor congestión, entre 403 ciudades de 56 países del mundo.

pronunció ante la problemática del transporte público, manifestando que, el parque automotor ha crecido excesivamente en los últimos años, a tal punto que las estrechas calles de la estructura urbana tradicional, han colapsado en su capacidad de soporte, generando un insoportable congestionamiento vehicular, contaminación sonora y ambiental, saturación de rutas en arterias del Centro Histórico, ausencia de señalización y semaforización, carencia de paraderos formales, infracciones de los límites de velocidad, irrespeto de la escasa señalización de zonas rígidas, entre otros factores, que hacen del transporte y tránsito urbano un verdadero caos.

Cuando el sistema vial presenta el fenómeno de alta carga vehicular, ésta condición es agravada aún más por el periodo de espera que deben experimentar los vehículos en determinados cruces, necesario para permitir el paso alternado en diversas direcciones. Este periodo de espera, cuando está controlado por indicadores luminosos (semáforos), es generalmente ineficiente debido entre otras causas a:

- Mantener detenidos los vehículos en una de las vías mientras no hay vehículos circulando en otra.
- Mantener tiempos de paso similares para caminos con bajo y alto flujo de autos.
- Detener todos los vehículos para permitir el paso de peatones aun cuando no los haya.
- El cambio de las condiciones del tránsito de vehículos y personas durante diferentes horas y días de la semana.

por todo lo anterior, se requiere un sistema de semaforización inteligente que permita la reducción del tráfico, y embotellamientos del mismo, en las diferentes horas del día, también conocido como “horas pico” y de las cuales pueden tomarse mucho tiempo para que el tráfico disminuya provocando varios altercados de tránsito. para ello se tomará

como punto de referencia a la Prol. Tayabamba, Jr. los Sauces, Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane de la ciudad de Cajamarca.

1.2. Justificación.

Mediante este estudio se busca encontrar nuevas herramientas de mejoramiento en la gestión de calidad centrándose en la mejora del Proceso de Funcionamiento del Sistema de Semaforización y su influencia en el tránsito vehicular, basándose en la teoría de la calidad estudiada en el curso de procesos propio de la especialidad del ingeniero industrial. Los resultados de esta investigación buscan ayudar y mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal en la ciudad de Cajamarca, además la MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMRCA la misma que con los resultados de la investigación se beneficiara directamente. Así mismo servirá como antecedente para los investigadores interesados en el tema.

1.3. Formulación del problema

¿De qué manera el diseño de una mejora en el proceso de funcionamiento del sistema de semaforización influye en el tránsito vehicular en la Prol. Tayabamba, Jr. sauces, Jr. Dos de mayo, Jr. Revilla Pérez, Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane de la ciudad de Cajamarca – 2020?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar la mejora del Proceso de Funcionamiento del Sistema de Semaforización en la Prol. Tayabamba, Jr. los Sauces, Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane de la ciudad de Cajamarca – 2020.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar la situación actual del sistema de semaforización y tránsito vehicular en la Prol. Tayabamba, Jr. los Sauces, Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane de la ciudad de Cajamarca – 2020.
- Analizar e identificar criterios para el diseño de la mejora del Proceso de Funcionamiento del Sistema de Semaforización en la Prol. Tayabamba, Jr. los Sauces, Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane de la ciudad de Cajamarca – 2020
- Diseñar la propuesta de la mejora del proceso de funcionamiento del sistema de semaforización en la Prol. Tayabamba, Jr. los Sauces, Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane de la ciudad de Cajamarca – 2020.
- Estimar el beneficio de la propuesta en función a costo - benéfico para el funcionamiento de la mejora del proceso de funcionamiento del sistema de semaforización y su influencia en el comportamiento del tránsito vehicular en la Prol. Tayabamba, Jr. los Sauces, Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane de la ciudad de Cajamarca – 2020.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

- El diseño de mejora del Proceso de Funcionamiento del Sistema de Semaforización ayudara a disminuir el congestionamiento vehicular en horas pico, en la Prol. Tayabamba, Jr. los Sauces, Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane de la ciudad de Cajamarca.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Variables.

- X. mejora del sistema de semaforización.
- Y. comportamiento del tránsito vehicular.

2.2. Matriz de operacionalización de variables.

Tabla 01

Matriz de operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	indicador
X. Mejora del sistema de semaforización	Son dispositivos de señalización mediante los cuales se regula la circulación de vehículos, bicicletas y peatones en una vía.	Es un sistema de control que está definido como un conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr un equilibrio en el control de tránsito vehicular.	Etapas del proceso	% cumplimiento
Y. Comportamiento del tránsito vehicular.	Es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista.	Es un sistema que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos de tiempo de viaje y atochamientos.	Turno mañana Turno tarde	Tiempo

Tabla N° 1. Detalla la definición tanto conceptual y operacional de las variables.

2.3. Tipo de investigación.

2.3.1. Según su propósito:

- Aplicada. Está centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto. Por consiguiente, el tipo de ámbito al que se aplica es muy específico y bien delimitado (Guía de Ingeniería UPN 2018).

2.3.2. Según su profundidad:

- Descriptiva, tiene como objetivo central describir el comportamiento de una o más variables dependientes en una población definida o en una muestra de una población (Guía de Ingeniería UPN 2018).

2.3.3. Según la naturaleza de los datos:

- Cuantitativa, Se centra en el estudio y análisis de la realidad a través de diversos procedimientos basados en la medición. Permite un mayor nivel de control e inferencia que otros tipos de investigación, siendo posible realizar experimentos y obtener explicaciones contrastadas a partir de hipótesis (Guía de Ingeniería UPN 2018).

2.3.4. Según su manipulación de variable:

- Pre Experimental, diseño de un solo grupo cuyo grado de control es mínimo. Generalmente es útil como un primer acercamiento al problema de investigación en la realidad (Hernández , Fernández , & Baptista, 2014, pág. 141).

2.4. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.4.1. Población.

170 semáforos operativos y ubicados dentro de la ciudad de Cajamarca.

2.4.2. Muestra.

- (Fernández, 1983) define la muestra como una parte o subconjunto de una población normalmente seleccionada de tal modo que ponga de manifiesto las propiedades de la población.
- De acuerdo a la definición hecha por Fernández de la muestra, tenemos una población de 170 semáforos operativos en Cajamarca, de los cuales el 50 % se encuentran en el centro de la ciudad, por lo tanto, de acuerdo al seguimiento echo, casi todas las intersecciones semaforizadas muestran un alto índice de congestamiento vehicular. Siendo así que, de acuerdo al criterio del investigador y viendo la necesidad de una parte de la población por ir a los centros comerciales y afueras de la ciudad la zona más concurrida por parte de la población es el Jr. Manuel Seoane y sus intersecciones, por tanto, para esta investigación la muestra está conformada por las intersecciones semaforizadas que está conformada por la Prol. Tayabamba, Jr. los Sauces, Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane de la ciudad de Cajamarca.

2.4.3. Materiales, instrumentos y métodos.

- La metodología utilizada en la recolección de datos debe estar acorde con el enfoque conceptual que se ha desarrollado en el estudio. (arroyo.2012).
- Es por ello, que en el trabajo de exploración se utilizaron técnicas e instrumento que sirvieron de gran ayuda para saber con exactitud el estado situacional del sistema de semaforización y comportamiento de la circulación vehicular en la Prol. Tayabamba, Jr. los Sauces, Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane se detallan en la tabla N°2.

Tabla 2.

Fuente de información y técnicas para la recolecciones datos.

Fuente de información	Concepto	técnica
PRIMARIA	<p>Contiene información original que ha sido publicado por primer vez y que no ha sido filtrada, interpretada o evaluada por nadie más, son producto de una investigación o de una actividad eminentemente creativa.(Brenes.2011).</p> <p>Especialmente diseñadas, para facilitar y maximizar el acceso a las fuentes primarias o a sus contenidos.</p>	<p>Observación</p> <p>Entrevista</p>
SECUNDARIA	<p>Pueden ser utilizadas en los trabajos para ampliar el contenido del mismo y para confirmar nuestros descubrimientos.(Brenes 2011)</p>	<p>Investigación documental</p>
TERCIARIA	<p>Son guías físicas o virtuales que contienen información sobre las fuentes secundarias. Forman parte de la colección de referencia de las bibliografías. (Valencia,2015)</p>	<p>bibliografía</p>

Fuente: Elaboración propia.

- De tal modo, la técnica y/o el instrumento utilizados para la elaboración de recolección de datos se mostrarán en la siguiente tabla, donde se podrá observar con mayor exactitud todo lo aplicado en la investigación.

Tabla 3.

Técnicas e instrumento utilizados para la recolección de datos.

TECNICA	DEFINICION	ARGUMENTO	INSTRUMENTO
Observación	Es el registro visual de lo que ocurre en una situación real, clasificado y consignando los datos de acuerdo con algún esquema previsto y de acuerdo al problema que se estudia. (Arroyo, 2012).	Permitió identificar el problema y las deficiencias en la circulación de los vehículos por las intersecciones antes citadas.	lograra el mayor y las en la Lista de cotejo. de los por las antes
entrevista	Comunicación interpersonal entre el investigador y el sujeto de estudio a fin de obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre el problema propuesto. (Arroyo, 2012)	Se realizó la entrevista con el gerente y encargado del área de transporte para tener una idea de cómo está funcionando actualmente el sistema de semaforización	Cuestionario.
Análisis de documentos	Es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios.	Se analizó toda la información obtenida por los métodos de recolección de datos para poder empezar la investigación.	Índice de documentos.

Tabla N° 3. Detalla las técnicas e instrumentos que utilizaremos en nuestro trabajo de investigación.

a. Objetivo:

Observar, analizar e identificar los problemas que se suscitan en la semaforización en la Prol. Tayabamba, Jr. los Sauces, Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane. Área de estudio.

b. Procedimiento:

Preparación

Se ostentó una carta al gerente de transporte y encargado del área de semaforización para poder visitas su taller y poder tener acceso al monitoreo que realizan los técnicos encargados de la semaforización en área antes citada de la municipalidad provincial de Cajamarca.

Desarrollo:

Se realizó la visita al taller de semaforización para poder conocer los controladores electrónicos de tráfico con los que cuenta actualmente la municipalidad.

Se hizo un recorrido por las calles sanforizadas que son materia de estudio y que se encuentra ubicadas en la Prol. Tayabamba, Jr. los Sauces, Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane.

Se tomaron fotos donde se evidencian los problemas de congestionamiento vehicular del Jr. Antes citado.

Resultado

- Observación de la inadecuada distribución de tiempos de la programación de los semáforos por falta de equipos adecuados.
- incumplimiento de las normas de tránsito vehicular por los mismos conductores,
- infraestructura inadecuada para el servicio de transporte.
- Registró de todas las fotografías realizadas para evidenciar lo mencionado.
- Análisis de todos los registros fotográficos.

Instrumentos:

- Cuaderno de notas.
- Lapiceros.
- Cámara fotográfica.
- Formatos para recojo de información.
- Cronometro.

2.4.5. Entrevista.

a. Objetivo:

- Lograr determinar las principales causas del inadecuado funcionamiento de la semaforización en la Prol. Tayabamba, Jr. los Sauces, Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane.

b. Procedimiento:

Preparación

- Se visitó las oficinas de la municipalidad provincial de Cajamarca para conversar con el Gerente y encargado del área y citarlo para realizar una entrevista.
- Se explicó al Gerente la finalidad de la entrevista hacia su persona.

- Se realizó la entrevista al Gerente en las oficinas de transporte de la municipalidad provincial de Cajamarca.
- Se realizó la entrevista al encargado del área de semaforización.
- Se procedió a realizar una serie de preguntas acerca de los principales problemas que se suscitan en las intersecciones semaforizadas que se encuentran en el Jr. Manuel Seoane y sus intersecciones, Prolongación Tayabamba, Prolongación Revilla Pérez y la Avenida Hoyos Rubio.
- Se visitó nuevamente el taller de semaforización.

Resultado:

- Obtención de información para plasmar y desarrollar un método para mejorar la condición de la semaforización el Jr. Manuel Seoane y sus intersecciones, Prolongación Tayabamba, Prolongación Revilla Pérez y la Avenida Hoyos Rubio.

Instrumentos:

- Listado de preguntas.
- Cuaderno.
- Lapiceros.
- Cámara fotográfica.

2.4.6. De procesamiento de información.

- Toda la información obtenida en la recolección de información fue procesada mediante:

a. Instrumento:

- Teoría de colas.
- Diagrama de causa efecto (Ishikawa).

b. Programas:

- Microsoft Word
- Microsoft Excel.
- Promodel.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Resultado 01. Identificar la situación actual del tráfico vehicular en la Prol. Tayabamba, Jr. los Sauces, Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane de la ciudad de Cajamarca.

3.1.1. Diagnóstico administrativo.

3.1.1.1. Marco estratégico.

➤ **Razón social.**

- Municipalidad Provincial de Cajamarca.
- RUC: 20143623042.

➤ **Misión.**

"Somos una institución que: Promueve el desarrollo local y el bienestar social, garantiza la participación en la gestión municipal y la seguridad ciudadana, brinda servicios públicos esenciales, gestiona el crecimiento ordenado de la ciudad y el equipamiento con infraestructura, del territorio urbano y rural de la provincia de Cajamarca."(Municipalidad Provincial de Cajamarca).

➤ **Visión.**

"Municipalidad Provincial de Cajamarca moderna y competitiva, líder institucional del desarrollo sostenible de la provincia, implementa estrategias de concertación y articulación para cerrar brechas sociales y de infraestructura, brinda servicios públicos de calidad y hace buen uso de los recursos públicos que gestiona." (Municipalidad Provincial de Cajamarca).

3.1.1.2. Organigrama del área de estudio (vialidad y transporte).

El organigrama general de vialidad y transporte urbano, está conformado por la: Gerencia General, quien se encarga de la jefaturas y demás áreas, bajo su cargo se encuentran la Sub Gerencia de operaciones de transporte, Sub Gerencia de circulación vial y la Sub Gerencia de licencias y seguridad vial. Las cuales se muestran en la siguiente figura:

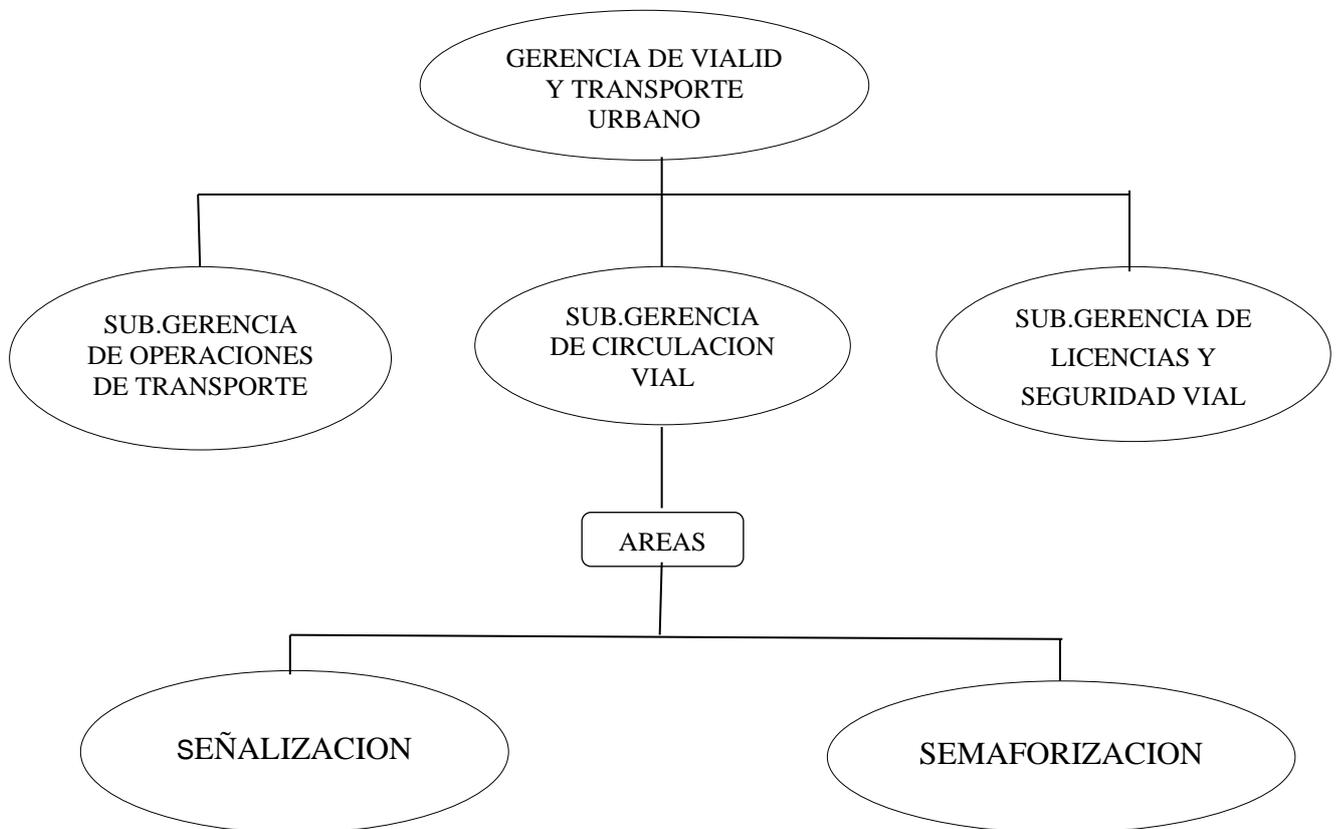


Figura 1: organigrama de transporte urbano de acuerdo a su grado de Jerarquía.

3.1.1.3 Personal de jefatura que labora en el área de transporte.

➤ **Gerente de vialidad y transportes.**

Erlyn Giodany Salazar Huamán.

➤ **Sub gerente de circulación vial.**

Roger Paul Villanueva Silva.

3.1.1.4. Análisis del equipo técnico.

Equipo técnico de semaforización.

El equipo técnico de semaforización está conformado por dos colaboradores profesionales técnicos.

- Técnico electricista.
- Técnico electrónico.

Ambos técnicos tienen características técnicas profesionales diferentes, pero ambos se encargan de la misma función en su área, que es el monitoreo, programación y reparación de los semáforos de la ciudad de Cajamarca.

Ambos técnicos salen en su movilidad todos los días hacer su monitoreo por los diferentes puntos de la ciudad para de esta manera poder corregir cualquier eventualidad que se pueda suscitar en los semáforos en el día.

Algunas fallas que muestran los semáforos las solucionan en campo y otras con mayor dificultad las llevan a su taller para poder solucionarlo.

Las fallas más graves hacen que en algunas oportunidades los semáforos en reparación se encuentren apagados y en algunas oportunidades por falta de accesorios o repuestos estos se encuentran inoperativos por varios días.

ocasionando un conflicto dentro de la ciudad, a ello también contribuyendo al congestionamiento vehicular para lo cual en estas circunstancias ellos acuden a la

policía de tránsito para que les puedan apoyar en el control del mismo, lo cual no es suficiente ya que los efectivos de tránsito trabajan por turnos.



Figura 02: la figura 02 muestra al técnico realizando la inspección preventiva del controlador electrónico vehicular.



Figura 03: en la figura 03 muestra al técnico realizando el mantenimiento a una pantalla óptica de semáforo.

3.1.2. Estado Situacional actual de los controladores de tránsito y herramientas.

3.1.2.1. Controlador de tránsito y herramientas.

Dispositivo que es el cerebro de un sistema de semaforización, es el que tiene toda la información de cómo debe funcionar los semáforos, también tiene la capacidad de interconectarse con un servidor de tráfico (enviar y recibir información) para un desempeño mejor.

Actualmente la municipalidad provincial de Cajamarca a través de la sub gerencia de circulación vial cuenta con cuatro controladores de tránsito de los cuales tres están en desuso por ser equipos que ya no se encuentran en el mercado y por lo tanto ya no hay accesorios para poder repararlos.

El único controlador que podría estar operativo, se encuentra inoperativo por falta de componentes y también porque la parte administrativa encargada de la logística no gestiona la compra de los componentes lo cual hace que la reparación del equipo se alargue y en muchas oportunidades quede sin ser atendida.

Además de la falta de herramientas que también escasean en el taller de semaforización lo cual hace que su trabajo se dificulte ocasionando retrasos también en la reparación.

Muchas veces las herramientas con las que trabajan son propias de los técnicos y en muchos casos son alquiladas.

Para justificar lo antes expuesto mostramos las evidencias con imágenes las cuales muestran el estado en el cual se encuentran sus equipos, los cuales describimos anterior mente.



Figura 04: la figura 04 nos muestra la cantidad de controladores de tráfico con los que cuenta el área de semaforización tres de ellos en desuso el ultimo que se encuentra en su caja que esta para reparación.



Figura 05: la figura 05 nos muestra el controlador de tráfico que estaba en funcionamiento, pero por ahora se encuentra en reparación, pero por falta de componentes no se pone en funcionamiento.

3.1.3. estado situacional actual del flujo vehicular de la zona de estudio.

3.1.3.1. flujo vehicular

El sistema de transporte en la ciudad de Cajamarca, se ha incrementado de manera exponencial, siendo tanto así que el congestionamiento vehicular ya se hace notar en diferentes partes de la ciudad creando esto un malestar en la ciudadanía y una preocupación por parte de las autoridades

Un estudio del congestionamiento vehicular en la zona monumental de la ciudad de Cajamarca, describe y caracteriza la congestión vehicular en la ciudad de Cajamarca a partir de un análisis en la infraestructura vial en la zona monumental, utilizando la metodología del inventario vial y método del cordón para el registro de vehículos en las intersecciones críticas (Huamán S. 2007).

En la ciudad de Cajamarca Desde muy temprano comienza el tráfico y mucho más en avenidas altamente transitadas, como por ejemplo en nuestra zona de estudio en una encuesta a los conductores mencionan que alrededor de 20 a 30 minutos se pierde en la espera, esto ocasiona que en horas pico se pierda más de media hora detrás del volante.

la población cajamarquina tiene la necesidad de movilizarse a sus respectivos centros de trabajos y de igual manera también los estudiantes y universitarios a sus centros de estudio, esta necesidad tiene que ser cubierta con el uso de transporte público o privado.

Todo lo expuesto anteriormente hace que sea un factor para contribuir con el congestionamiento vehicular y generar cuellos de botellas en horas pico lo cual genera un malestar para los ciudadanos.

Para determinar lo antes expuesto se tomó muestras cada 15 minutos en diferentes turnos para verificar el flujo vehicular tanto en la mañana como en la tarde, los cuales detallamos en la tabla N° 04.

Tabla 4:

Horarios con los que se contó para tomar la muestra de conteo de vehículos

TURNO MAÑANA		TURNO TARDE	
6:30-6:45	a.m	13:00-13:15	p.m
6:45-7:00	a.m	13:00-13:15	p.m
7:00-7:15	a.m	13:15-13:30	p.m
7:15-7:30	a.m	13:30-13:45	p.m
7:30-7:45	a.m	13:45-14:00	p.m
7:45-8:00	a.m	17:00-17:15	p.m
8:00-8:15	a.m	17:15-17:30	p.m
8:15-8:30	a.m	17:30-17:45	p.m
8:30-8:45	a.m	17:45-18:00	p.m
12:00-12:15	p.m	18:00-18:15	p.m
12:15-12:30	p.m	18:15-18:30	p.m
12:30-12:45	p.m	18:30-18:45	p.m
12:45-13:00	p.m	18:45-19:00	p.m

Tabla N° 4. Detalla el horario que se tomó en consideración para poder sacar la muestra para nuestro trabajo.

También logramos identificar el congestionamiento vehicular en la zona de estudio lo cual justificamos con las figuras número 6,7



Figura 06: la figura 06 muestra en horas de la mañana el congestionamiento vehicular aun contando con semáforos.



Figura 07: la figura 07 nos muestra el congestionamiento en horas de la tarde lo cual dificulta para atender emergencias que se pueden dar en momentos inoportunos.

3.1.4. Análisis situacional del flujo vehicular y los tiempos en los controladores de tráfico por estación semaforizada.

A continuación, detallamos en tablas el conteo de flujo vehicular tomado en diferentes horarios y por estación semaforizada, también los tiempos programados en cada controlador de tráfico también por cada intersección semaforizada.

3.1.4.1. Intersección 01. Prol. Tayabamba, Jr. Los sauces.

Tabla 5.

Toma de muestra, Hora sentido y flujo vehicular de la intersección semaforizada en la Prol Tayabamba y Jr. los Sauces.

Hora	Flujo vehicular			
	N-S	S-N	E-O	O-E
6:30 – 6:45	10	08	0	4
6:45 – 7:00	25	16	06	16
7:00 – 7:15	191	140	10	34
7:15 – 7:30	216	171	15	36
7:30 – 7:45	218	196	24	46
7:45 – 8:00	210	165	19	69
8:00 – 8:15	190	163	12	32
8:15 – 8:30	182	177	08	35
8:30 – 8:45	187	149	16	36
8:45 – 9:00	175	176	11	36
12:00 – 12:15	165	167	07	45
12:15 – 12:30	187	194	09	67
12:30 – 12:45	235	167	13	39

La tabla N° 5. Detalla el horario y el flujo vehicular cada 15 minutos, el cual nos sirve para poder identificar la hora exacta del momento que se genera la congestión vehicular.

3.1.4.2. Intersección 01. Prol. Tayabamba, Jr. Los sauces.

Tabla 6.

Toma de muestra, Hora sentido y flujo vehicular de la intersección semaforizada en la Prol. Tayabamba y Jr. los Sauces.

Hora	Flujo vehicular			
	N-S	S-N	E-O	O-E
12:45 – 13:00	207	194	15	54
13:00 – 13:15	194	186	12	52
13:15 – 13:30	200	164	10	48
13:30 – 13:45	171	138	07	37
13:45 – 14:00	165	140	09	38
17:00 – 17:15	149	117	11	44
17:15 – 17:30	186	103	08	31
17:30 – 17:45	203	96	12	48
17:45 – 18:00	195	109	15	39
18:00 – 18:15	210	127	16	58
18:15 – 18:30	220	133	19	47
18:30 – 18:45	244	146	14	52
18:45 – 19:00	205	138	11	35

La tabla N° 6 es la continuación de la tabla N° 5. Que detalla el horario y el flujo vehicular cada 15 minutos, el cual nos sirve para poder identificar la hora exacta del momento que se genera la congestión vehicular.

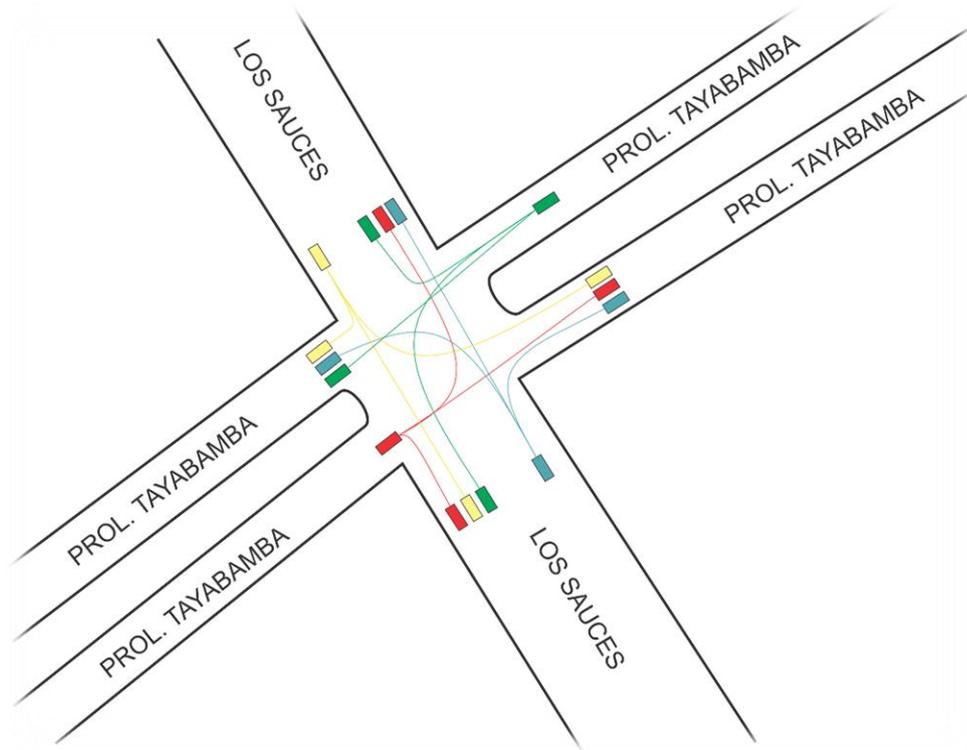


Figura 08: la figura 08 no muestra el lugar de estudio donde se tomaron los datos del flujo vehicular como también los tiempos programados en el controlador de tránsito.

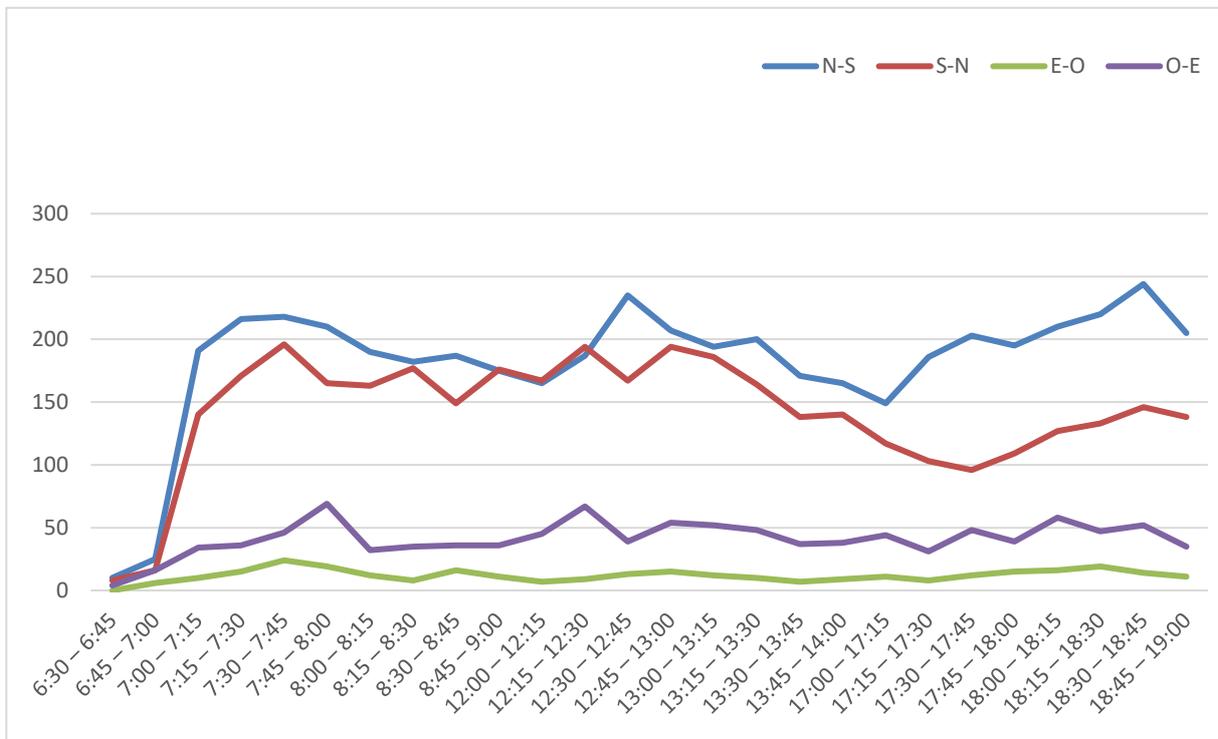


Imagen 09: en esta figura vemos el comportamiento del flujo vehicular, también el sentido por el cual transitan más vehículos como son En el sentido norte - sur (Jr. Los sauces) es el que posee mayor flujo vehicular seguido del sentido Oeste – Este (Tayabamba) que superan el promedio de 100 vehículos por cada 15 minutos.

➤ **PLAN HORARIO 01.** Detallamos la programación del controlador de tráfico en la tabla N°06.

Tabla 7:

Horario y programación del controlador de la estación N°1.

Días	Plan	Tipo	Hora inicio	Hora fin	Ciclo	Fase 1(Seg)	Fase 2(Seg)	Fase 3(Seg)
L – M – M – J – V	1	Valle 0	00:00 p.m	6:30 a.m	Estado	Intermitente	Intermitente	Intermitente
L – M – M – J – V	2	Valle 1	6:30 a.m	7:00 a.m	46	16	16	14
L – M – M – J – V	3	Punta 1	7:00 a.m	9:00 a.m	145	90	30	25
L – M – M – J – V	4	Punta 2	9:00 a.m	12:00 p.m	110	60	30	20
L – M – M – J – V	5	Valle 2	12:00 a.m	14:00 a.m	145	90	30	25
L – M – M – J – V	6	Valle 3	14:00 p.m	19:00 p.m	110	60	30	20
L – M – M – J – V	7	Punta 3	19:00 p.m	22:00 p.m	145	90	30	25
L – M – M – J – V	8	Valle 4	22:00 p.m	00:00 a.m	80	40	20	20
S – D	1	Valle 0	00:00 p.m	06:30 a.m	90	45	25	20
S – D	2	Valle 1	06:30 a.m	21:00 p.m	80	40	20	20
S – D	3	Valle 2	21:00 p.m	00:00 a.m	50	20	15	15

La tabla N°7 detallas la programación de tiempos programados para el control de tráfico de acuerdo al horario establecido por los técnicos encargados.

3.1.4.3. Intersección 02: Jr. Dos de mayo, Jr. Revilla Pérez - Jr. Manuel Seoane.

Tabla 8.

Toma de muestra, Hora sentido y flujo vehicular de la intersección semaforizada en el Jr. Dos de Mayo, Revilla Pérez y Jr. Manuel Seoane.

Hora	Flujo vehicular			
	N-S	S-N	E-O	O-E
6:30 – 6:45	10	08	04	16
6:45 – 7:00	40	26	19	30
7:00 – 7:15	180	90	27	57
7:15 – 7:30	210	121	42	53
7:30 – 7:45	208	132	93	64
7:45 – 8:00	205	101	116	62
8:00 – 8:15	185	128	99	49
8:15 – 8:30	182	170	98	66
8:30 – 8:45	177	150	115	51
8:45 – 9:00	150	140	121	39
12:00 – 12:15	150	130	136	52
12:15 – 12:30	180	122	174	108
12:30 – 12:45	218	135	140	129

La tabla N°8 nos detalla el flujo vehicular por sentido de circulación en un tiempo específico de 15 minutos, en un horario específico para poder determinar en qué hora contamos con mayor flujo vehicular.

3.1.4.4. Intersección 02: Jr. Dos de mayo, Jr. Revilla Pérez - Jr. Manuel Seoane.

Tabla 9.

Toma de muestra, Hora sentido y flujo vehicular de la intersección semaforizada en el Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez y Jr. Manuel Seoane.

Hora	Flujo vehicular			
	N-S	S-N	E-O	O-E
12:45 – 13:00	207	150	140	101
13:00 – 13:15	185	143	136	91
13:15 – 13:30	200	138	132	94
13:30 – 13:45	160	116	147	82
13:45 – 14:00	155	121	99	77
17:00 – 17:15	140	90	152	94
17:15 – 17:30	180	110	141	93
17:30 – 17:45	195	140	117	83
17:45 – 18:00	190	115	162	116
18:00 – 18:15	203	105	134	77
18:15 – 18:30	212	130	124	98
18:30 – 18:45	235	138	104	105
18:45 – 19:00	195	90	91	109

La tabla N° 9. Es la continuación de la tabla N° 8 la cual también detalla el flujo vehicular por sentido de circulación en un tiempo específico de 15 minutos, en un horario específico para poder determinar en qué hora contamos con mayor flujo vehicular.

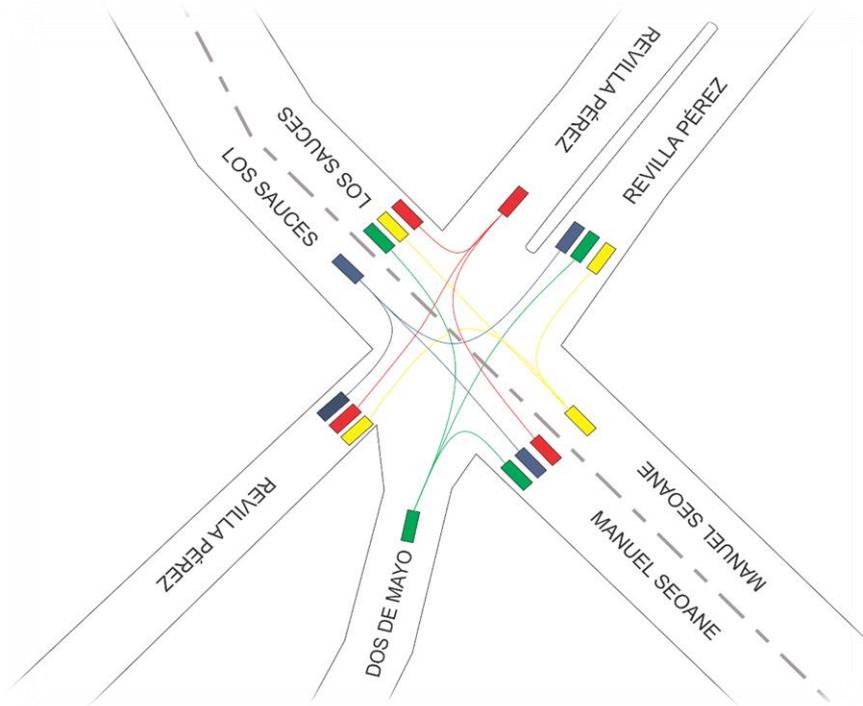


Figura 10: la figura 10 no muestra el lugar de estudio donde se tomaron los datos del flujo vehicular como también los tiempos programados en el controlador de tránsito.

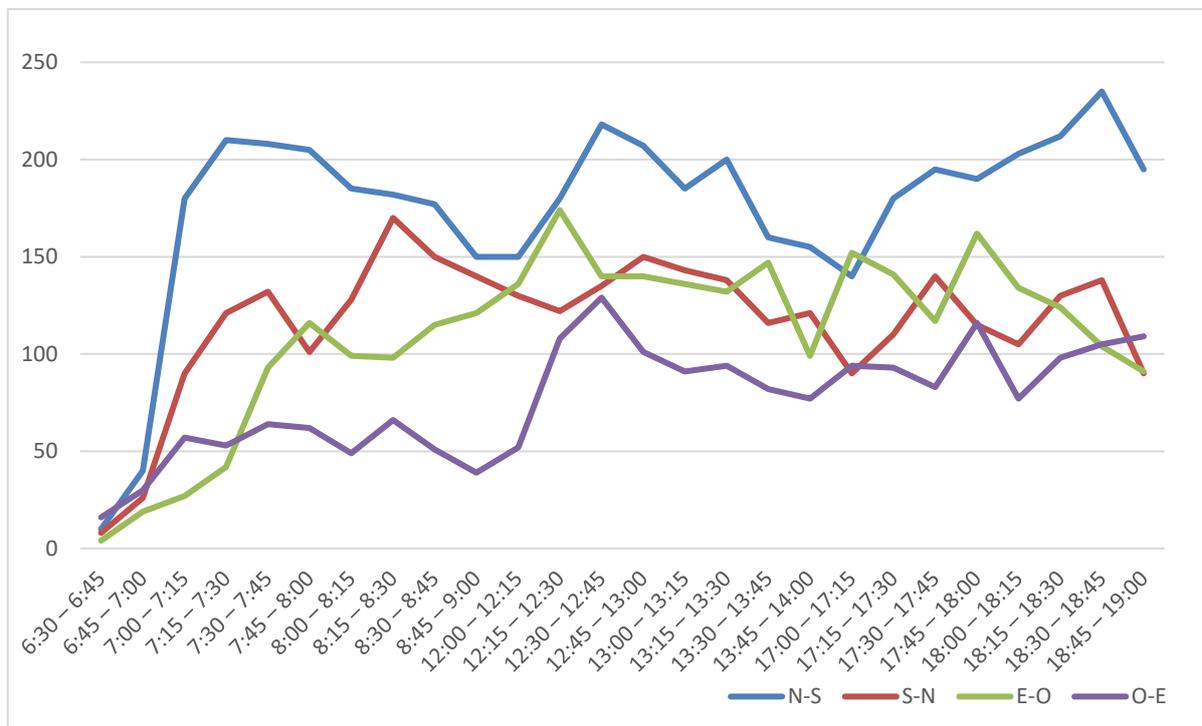


Figura 11: en esta figura vemos el comportamiento del flujo vehicular, también el sentido por el cual transitan más vehículos como en el sentido de norte - sur (Jr. Manuel Seoane), a comparación con el sentido de Oeste – Este (Jr. Dos de Mayo), por tal motivo la circulación normalizada de los vehículos que transitan en sentido Este – Oeste se vería afectada por el fluido vehicular del sentido Sur – Norte teniendo en cuenta que el promedio de vehículos que circulan por este sentido superan los 110 vehículos cada 15 minutos, por tal razón es justificable modificar la programación del semáforo existente.

➤ **PLAN HORARIO 02.** Detallamos la programación del controlador de tráfico en la siguiente tabla.

Tabla 10.

plan horario del controlador de tráfico de la segunda intersección.

Días	Plan	Tipo	Hora inicio	Hora fin	Ciclo(Seg.)	Fase 1(Seg.)	Fase 2(Seg.)	Fase3(Seg.)
L – M – M – J – V	1	Valle 0	00:00 a.m	6:30 a.m	Estado	Intermitente	Intermitente	Intermitente
L – M – M – J – V	2	Valle 1	7:00 a.m	7:00 a.m	46	16	16	14
L – M – M – J – V	3	Punta 1	9:00 a.m	9:00 a.m	145	90	30	25
L – M – M – J – V	4	Punta 2	12:00 a.m	12:00 a.m	110	60	30	20
L – M – M – J – V	5	Valle 2	14:00 p.m	14:00 p.m	145	90	30	25
L – M – M – J – V	6	Valle 3	17:00 p.m	19:00 p.m	110	60	30	20
L – M – M – J – V	7	Punta 3	19:00 p.m	22:00 p.m	145	90	30	25
L – M – M – J – V	8	Valle 4	22:00 p.m	0:00a.m	80	40	20	20
S – D	1	Valle 0	00:00 a.m	06:30 a.m	90	45	25	20
S – D	2	Valle 1	07:00 p.m	21:00 p.m	80	40	20	20
S – D	3	Valle 2	21:00 p.m	00:00 a.m	50	20	15	15

La tabla N°10 detallas la programación de tiempos programados para el control de tráfico de acuerdo al horario establecido por los técnicos encargados.

3.1.4.5. Intersección 03: Av. Hoyos rubio - Jr. Manuel Seoane.

Tabla 11.

Toma de muestra, Hora sentido y flujo vehicular de la intersección semaforizada en los jirones de. Hoyos rubio y Manuel Seoane.

hora	Flujo vehicular		
	N-S	E-O	O-E
6:30 – 6:45	16	12	15
6:45 – 7:00	40	36	25
7:00 – 7:15	195	96	54
7:15 – 7:30	220	111	70
7:30 – 7:45	232	113	61
7:45 – 8:00	225	124	72
8:00 – 8:15	200	118	79
8:15 – 8:30	187	84	37
8:30 – 8:45	197	86	62
8:45 – 9:00	183	95	53
12:00 – 12:15	175	108	76
12:15 – 12:30	191	120	63
12:30 – 12:45	250	124	78

La tabla N° 11. Detalla el horario y el flujo vehicular cada 15 minutos, el cual nos sirve para poder identificar la hora exacta del momento que se genera la congestión vehicular.

Intersección 03: Av. Hoyos rubio - Jr. Manuel Seoane.

Tabla 12.

Toma de muestra, Hora sentido y flujo vehicular de la intersección semaforizada en los jirones de. Hoyos rubio y Manuel Seoane.

hora	Flujo vehicular		
	N-S	E-O	O-E
6:30 – 6:45	16	12	15
6:45 – 7:00	40	36	25
7:00 – 7:15	195	96	54
7:15 – 7:30	220	111	70
7:30 – 7:45	232	113	61
7:45 – 8:00	225	124	72
8:00 – 8:15	200	118	79
8:15 – 8:30	187	84	37
8:30 – 8:45	197	86	62
8:45 – 9:00	183	95	53
12:00 – 12:15	175	108	76
12:15 – 12:30	191	120	63
12:30 – 12:45	250	124	78

La tabla N° 12 detalla el horario y el flujo vehicular cada 15 minutos, el cual nos sirve para poder identificar la hora exacta del momento que se genera la congestión vehicular.

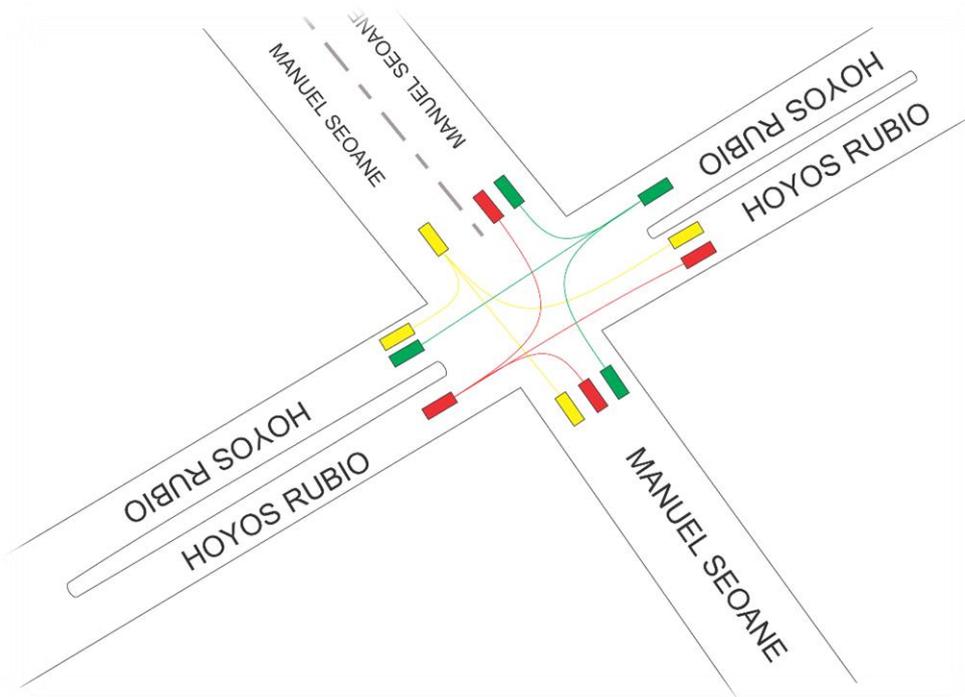


Figura 12: la figura 12 nos muestra el lugar de estudio donde se tomaron los datos del flujo vehicular como también los tiempos programados en el controlador de tránsito.

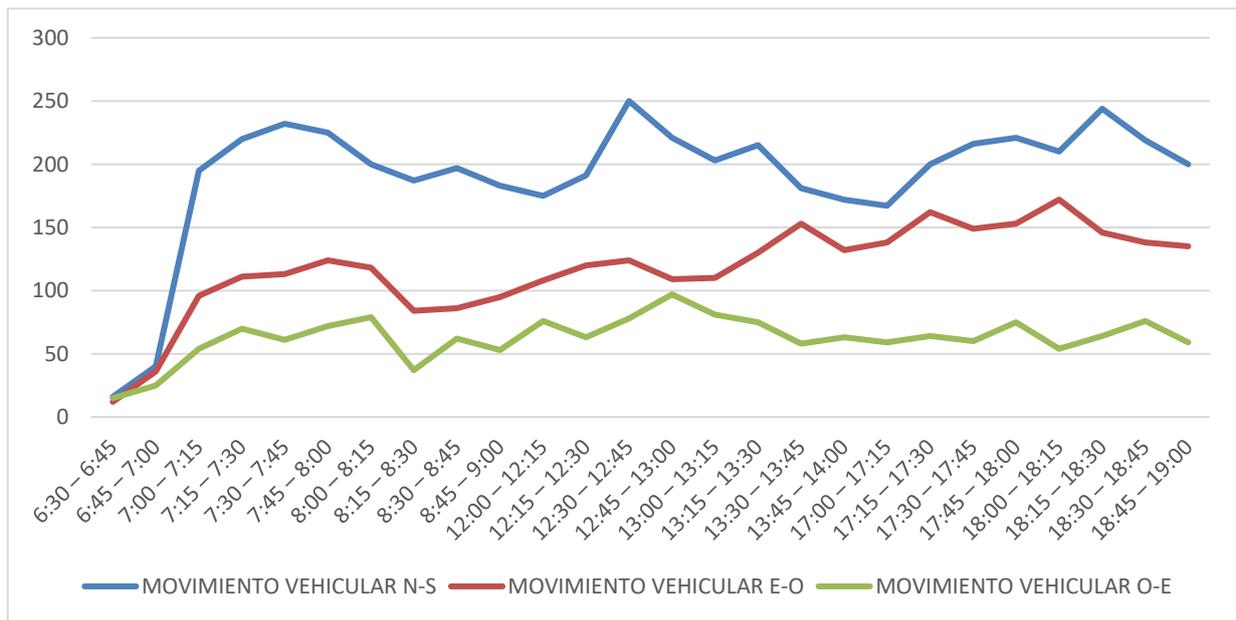


Figura 13: en esta figura vemos el comportamiento del flujo vehicular, también el sentido por el cual transitan más vehículos como en el sentido norte - sur (Jr. Manuel Seoane) supera los 200 vehículos cada 15 minutos y se registra un incremento de flujo vehicular después de mediodía el cual genera un desorden en la intersección (Jr. Dos de Mayo y Jr. Manuel Seoane), restando ritmo de circulación a la vía principal de Sur – Norte (Jr. Manuel Seoane).

➤ **PLAN HORARIO 03.** Detallamos la programación del controlador de tráfico en la siguiente tabla.

Tabla 13.

plan horario del controlador de tráfico de la tercera intersección.

DÍA	PLAN	TIPO	HORA INICIO	HORA FIN	CICLO(Seg.)	FASE1(Seg.)	FASE2(Seg.)	FASE3(Seg.)
L – M – M – J – V	1	Valle 0	00:00 a.m	6:30 a.m	Estado	Intermitente	Intermitente	Intermitente
L – M – M – J – V	2	Valle 1	7:00 a.m	9:00 a.m	46	16	16	14
L – M – M – J – V	3	Punta 1	9:00 a.m	12:00 p.m	145	90	30	25
L – M – M – J – V	4	Punta 2	12:00 p.m	14:00 p.m	110	60	30	20
L – M – M – J – V	5	Valle 2	14:00 p.m	17:00 p.m	145	90	30	25
L – M – M – J – V	6	Valle 3	17:00 p.m	19:00 p.m	110	60	30	20
L – M – M – J – V	7	Punta 3	19:00 p.m	22:00 p.m	145	90	30	25
L – M – M – J – V	8	Valle 4	22:00 p.m	0:00 a.m	80	40	20	20
S – D	1	Valle 0	00:00 a.m	07:00 a.m	90	45	25	20
S – D	2	Valle 1	07:00 p.m	21:13:00 p.m	80	40	20	20
S – D	3	Valle 2	13:00 p.m	00:00 a.m	50	20	15	15

La tabla N°13 detalla la programación de tiempos programados para el control de tráfico de acuerdo al horario establecido por los técnicos encargados.

3.1.5. Resultado 02. Analisis e identificar criterios para el diseño de la mejora del Proceso de Funcionamiento del Sistema de SemafORIZACIÓN en la Prol. Tayabamba, Jr. los Sauces, Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane de la ciudad de Cajamarca.

3.1.5.1. Diagnóstico del flujo vehicular y tiempos programados en los controladores de tráfico por estación semaforizada.

3.1.5.2. Flujo vehicular en la zona de estudio.

Con el estudio que se hizo y la información que se obtuvo en esta investigación. Logramos identificar de acuerdo a los resultados que es una zona de alto tránsito vehicular, siendo el Jr. Manuel Seoane la arteria principal de tránsito vehicular. Como se puede evidenciar en la figura N° 13 y 14.



Figura 14. Panorama del flujo vehicular en la arteria principal de tránsito Manuel Seoane.



Figura 15. Panorama del flujo vehicular en la arteria principal de tránsito Jr. Manuel Seoane.

3.1.5.3. Programación de tiempos en los controladores de tráfico vehicular.

Controlador de tráfico vehicular. Dispositivo que es el cerebro de un sistema de semaforización, es el que tiene toda la información de cómo debe funcionar los semáforos, también tiene la capacidad de interconectarse con un servidor de tráfico (enviar y recibir información) para un desempeño mejor.

este modelo de controlador de tráfico que podemos observar en la figura N°15 y 16. Estos equipos se ubican en la actualidad en las tres intersecciones de estudio, y también en mucho de los semáforos que se encuentran distribuidos en toda la ciudad de Cajamarca controladores que por la demanda que tiene en cuanto a tránsito vehicular ya deja de ser útil para el control del mismo. Siendo, este equipo el factor problema de acuerdo al análisis realizado en el estudio que ocasiona las colas de espera, que se vuelven infinitas y de nunca acabar.



Figura 16. Controlador de tráfico vehicular en zona de estudio.

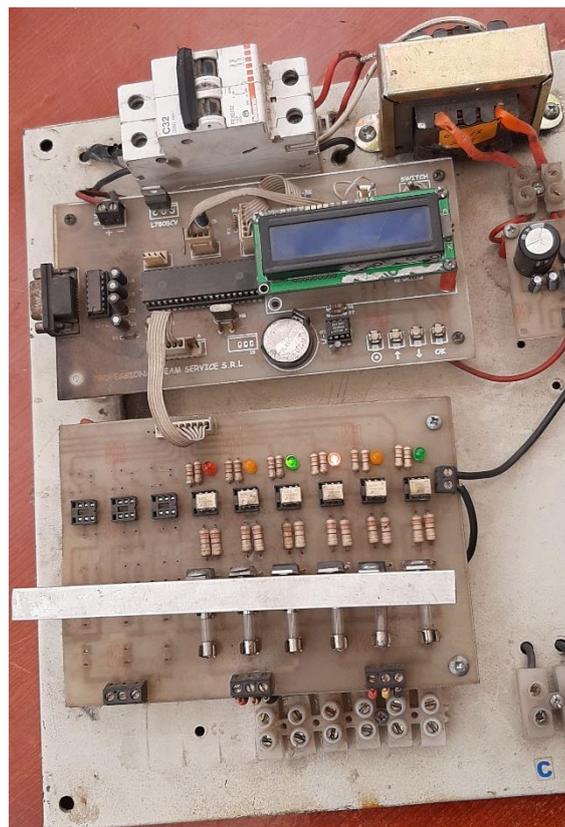


Figura 17. Controlador de tráfico vehicular en zona de estudio.

- Siguiendo con el diagnóstico y el análisis utilizaremos el diagrama **causa-efecto**, también conocido como Ishikawa.

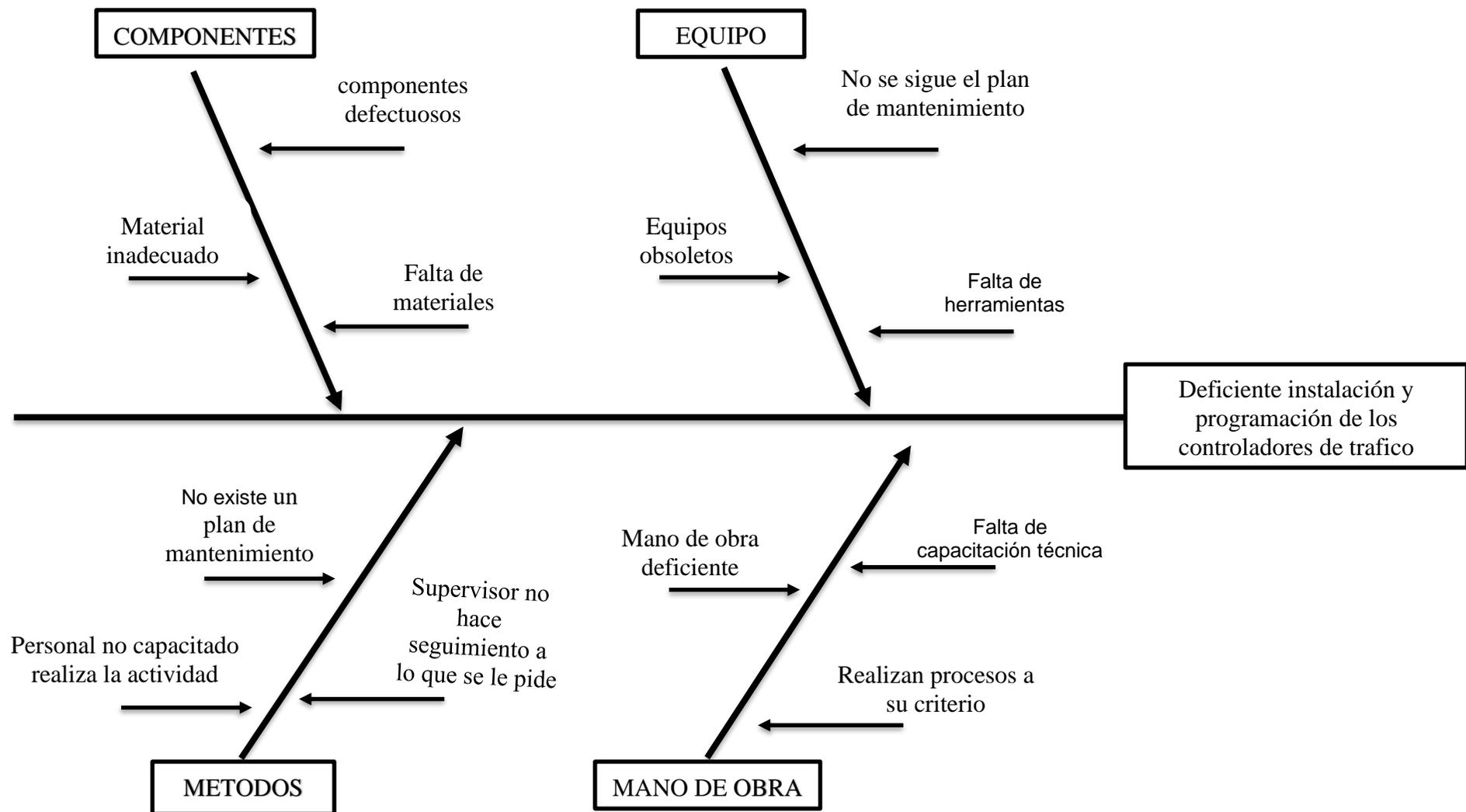


Figura 18: Diagrama causa-efecto (Ishikawa).

El correcto y buen manejo de los equipos que se encargan de controlar el tráfico en la ciudad permite regular el transporte de manera correcta y acertada, permitiendo esto que la municipalidad o entidades encargadas de regular el transporte no tengan problemas en el tiempo, garantizando el correcto funcionamiento de los equipos de acuerdo a la necesidad para poder cumplir con el requerimiento de la demanda por el comportamiento del tráfico que hoy por hoy es un problema que aqueja a muchas ciudades. En la figura 17 se muestra las causas y efectos principales que ocasionan la inadecuada gestión en lo que respecta a la deficiente instalación y programación de los controladores de tráfico.

3.1.5.4.Efecto principal: deficiencia en la instalación y programación de los controladores de tráfico.

- Las principales causas se generan en:
 1. **Causas relacionadas a los componentes.** Debido a los componentes defectuosos y acompañando a ello el material inadecuado que les facilitan para realizar los trabajos y peor aún la falta de materiales, hacen que se retrase el mantenimiento y por ende la reparación de los equipos que se necesitan para el funcionamiento de los controladores de tráfico.
 2. **Causas relacionadas a los equipos.** No existen herramientas adecuadas, las herramientas con las que se cuenta son herramientas que se utilizan para realizar otras actividades, los equipos con los que cuentan son equipos obsoletos que están fuera de servicio y lo más grave que no cuentan con un

cronograma de mantenimiento del equipo no se sabe cuándo se tiene que realizar un mantenimiento.

3. **Causas relacionadas a los métodos.** No existe un plan de mantenimiento, el personal encargado de la supervisión no hace seguimiento a lo que se le pide para realizar los trabajos, a cualquier trabajador lo envían a realizar el trabajo de un técnico, trabajan a su criterio.
4. **Causas relacionadas a la mano de obra.** No cuentan con capacitación, lo cual es importante para poder actualizar su información respecto a los controladores de tráfico que su actualización es constante, por lo tanto, tenemos mano de obra deficiente, lo cual hace que realicen su trabajo a su criterio y de manera empírica.

3.1.5.5. Diagnostico situacional de los tiempos programados en los controladores de tráfico.

3.1.5.6. Teoría de colas.

La teoría de colas aparece a principios del siglo XX para estudiar los problemas de congestión de tráfico. (Velasques,2016).

Posteriormente esta teoría se ha aplicado a multitud de problemas de la vida real, como el tráfico de automóviles, la regulación de semáforos en una ciudad, la determinación de cajeros en los supermercados. (Velasques,2016).

El objetivo es el estudio matemático de colas y líneas de espera. De manera más general, la intención es estudiar las causas y la solución de la congestión.

Las colas (líneas de espera) son parte de la vida diaria. Todos esperamos en colas para comprar en un supermercado, hacer un depósito en el banco, enviar

un paquete por correo, obtener comida en la cafetería, comprar billetes para el teatro, etc. Nos hemos acostumbrado a una considerable cantidad de esperas, pero todavía nos molesta cuando éstas son demasiado largas.

Sin embargo, tener que esperar no solo es una molestia personal. El tiempo que la población de un país pierde al esperar en las colas es un factor importante tanto de la calidad de vida como de la eficiencia de su economía.

La teoría de colas utiliza los modelos de colas para representar los tipos de sistemas de líneas de espera. Por lo tanto, estos modelos de líneas de espera son muy útiles para determinar cómo operar un sistema de colas de la manera más eficaz.

Proporcionar demasiada capacidad de servicio para operar el sistema implica costos excesivos; pero si no se cuenta con suficiente capacidad de servicio surgen esperas excesivas con todas sus desafortunadas consecuencias. Los modelos permiten encontrar un balance adecuado entre el costo de servicio y la cantidad de espera.

3.1.5.7. Modelo de tiempo de servicio constante (M/M/1):

En este modelo de colas el tiempo de servicio es exponencial o sea el tiempo de servicio se ajusta a un proceso de Poisson para cada cliente, existe una sola línea o cola y su tamaño es infinito, la disciplina de dicha cola es FIFO (First In, First Out) y su llegada es de distribución de Poisson. Ejemplos de este modelo son, el lavado automático de autos o juegos en los parques de diversiones. En general este servicio lo proporciona una máquina.

λ = tasa de llegada: número esperado o promedio de unidades que llegan a la cola por unidad de tiempo

μ = tasa de servicio: número esperado o promedio de unidades que son atendidos en el servicio por unidad de tiempo.

3.1.5.8. Fórmulas de colas modelo de servicio exponencial:

- Eficiencia o utilización

$$E = \frac{\lambda}{\mu}$$

- Longitud media de la cola:

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

- Tiempo medio de espera en la cola:

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$$

- Número medio de clientes en el sistema:

$$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

- Tiempo medio de espera en el sistema:

$$W = W_q + \frac{1}{\mu}$$

3.1.5.9. Modelo de tiempo de servicio constante (M/D/1):

este modelo de colas a diferencia de los anteriores el tiempo de servicio es constante y no exponencial o sea casi no varía el tiempo de servicio para cada cliente, existe una sola línea o cola y su tamaño es infinito, la disciplina de dicha cola es FIFO (First In, First Out) y su llegada es de distribución de Poisson. Ejemplos de este modelo son, el lavado automático de autos o juegos en los parques de diversiones. En general este servicio lo proporciona una máquina.

3.1.5.10. Fórmulas de colas modelo de servicio constante:

- Longitud media de la cola:

$$L_q = \frac{\lambda^2}{2\mu(\mu - \lambda)}$$

- Tiempo medio de espera en la cola:

$$W_q = \frac{\lambda}{2\mu(\mu - \lambda)}$$

- Número medio de clientes en el sistema:

$$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

- Tiempo medio de espera en el sistema:

$$W = W_q + \frac{1}{\mu}$$

3.1.5.11. Ejemplo de modelos de servicios constantes:

Supóngase un lavado automático de autos con una línea de remolque, de manera que los autos se mueven a través de la instalación de lavado como en una línea de ensamble. Una instalación de este tipo tiene dos tiempos de servicio diferentes: el tiempo entre autos y el tiempo para completar un auto. Desde el punto de vista de teorías de colas, el tiempo entre autos establece el tiempo de servicio del sistema. Un auto cada cinco minutos da una tasa de 12 autos por hora. Sin embargo, el tiempo para procesar un auto es el tiempo que se debe esperar para entregar un auto limpio. La teoría de colas no considera este tiempo.

➤ **Análisis de colas para Vehículos.**

Para los vehículos se ha considerado el modelo M/D/1

Modelo exponencial entre el tiempo de llegada del vehículo, tiempo determinístico en el servicio y un servidor.

La frecuencia relativa porcentual del tipo de vehículo, su longitud y velocidad para cada tipo de vehículo

Tabla 14.

Tipos de vehículos tamaño y velocidad con las que circulan por una estación semaforizada.

Tipo de vehículo	Longitud en m.	Porcentaje %	Velocidad Km/h
Moto taxi	2	24%	25,00
Carro	3	60%	30,00
Camioneta	4	14%	30,00
Camión	7	2%	20,00

La tabla N° 14 detalla el tipo de vehículo que circula, longitud, frecuencia y la velocidad con la que transita.

La longitud promedio la consideramos 3.75 m por espacio entre vehículos, desfase más lento de camiones y otros no previstos. Tenemos 500m/Seg. Entre 3.75 y entre 3 espacios que da una tasa de servicio de 44.45 unidades por minuto.

Las tasas de llegada se obtendrán sumando los máximos vehículos por cada 15 minutos y luego entre 15 para una tasa de llegada por minuto.

- Ahora veremos el análisis del comportamiento vehicular en las tablas siguientes, de las diferentes zonas semaforizadas.

Tabla 15.

Análisis del flujo vehicular por tasa de llegada por minuto, de la zona semaforizada en la Prol. Tayabamba y Jr. los Sauces.

Hora	Flujo vehicular por minuto				Flujo vehicular por minuto				Tasa de llegada por minuto
	N-S	S-N	E-O	O-E	N-S	S-N	E-O	O-E	
6:30 – 6:45	10	8	0	4	0,7	0,5	0,0	0,3	4.2
6:45 – 7:00	25	16	6	16	1,7	1,1	0,4	1,1	4.2
7:00 – 7:15	191	140	10	34	12,7	9,3	0,7	2,3	33.8
7:15 – 7:30	216	171	15	36	14,4	11,4	1,0	2,4	33.8
7:30 – 7:45	218	196	24	46	14,5	13,1	1,6	3,1	33.8
7:45 – 8:00	210	165	19	69	14,0	11,0	1,3	4,6	33.8
8:00 – 8:15	190	163	12	32	12,7	10,9	0,8	2,1	33.8
8:15 – 8:30	182	177	8	35	12,1	11,8	0,5	2,3	33.8
8:30 – 8:45	187	149	16	36	12,5	9,9	1,1	2,4	33.8
8:45 – 9:00	175	176	11	36	11,7	11,7	0,7	2,4	33.8
12:00 – 12:15	165	167	7	45	11,0	11,1	0,5	3,0	34.1
12:15 – 12:30	187	194	9	67	12,5	12,9	0,6	4,5	34.1
12:30 – 12:45	235	167	13	39	15,7	11,1	0,9	2,6	34.1

La tabla N°15 detalla la tasa de llegada de vehículos por minuto. Donde podemos evidenciar que la hora más concurrida es el turno de 7:00 a.m a 9:00 a.m con una frecuencia de 33.8 vehículos por minuto.

Tabla 16.

Análisis del flujo vehicular por tasa de llegada por minuto, de la zona semaforizada en la Prol. Tayabamba y Jr. los Sauces.

Hora	Flujo vehicular por minuto				Flujo vehicular por minuto				Tasa de llegada por minuto
	N-S	S-N	E-O	O-E	N-S	S-N	E-O	O-E	
12:45 – 13:00	207	194	15	54	13,8	12,9	1,0	3,6	34.1
13:00 – 13:15	194	186	12	52	12,9	12,4	0,8	3,5	34.1
13:15 – 13:30	200	164	10	48	13,3	10,9	0,7	3,2	34.1
13:30 – 13:45	171	138	7	37	11,4	9,2	0,5	2,5	34.1
13:45 – 14:00	165	140	9	38	11,0	9,3	0,6	2,5	34.1
17:00 – 17:15	149	117	11	44	9,9	7,8	0,7	2,9	31.1
17:15 – 17:30	186	103	8	31	12,4	6,9	0,5	2,1	31.1
17:30 – 17:45	203	96	12	48	13,5	6,4	0,8	3,2	31.1
17:45 – 18:00	195	109	15	39	13,0	7,3	1,0	2,6	31.1
18:00 – 18:15	210	127	16	58	14,0	8,5	1,1	3,9	31.1
18:15 – 18:30	220	133	19	47	14,7	8,9	1,3	3,1	31.1
18:30 – 18:45	244	146	14	52	16,3	9,7	0,9	3,5	31.1
18:45 – 19:00	205	138	11	35	13,7	9,2	0,7	2,3	31.1

La tabla N°16 es la continuación de la tabla N° 15 la cual detalla la tasa de llegada de vehículos por minuto. Donde podemos evidenciar que la hora más concurrida es el turno de 12:45 a.m a 14 :00 p.m con una frecuencia de 34.1 vehículos por minuto.

Tabla 17.

Análisis del flujo vehicular, factor por minuto, tasa de servicio, tasa de llegada, en la zona semaforizada de la Prol. Tayabamba y Jr. los sauces.

Día	Plan	Tipo	Hora inicio	Hora fin	CICLO (Seg.)	FASE 1 (Seg.)	FASE 2 (Seg.)	FASE 3 (Seg.)	Factor por minuto Fase 1 entre 60	Tasa de servicio 44,45 Por minuto* factor minuto	Tasa de llegada Por minuto	Tasa de llegada Por factor minuto
L – M – M – J – V	1	Valle 0	00:00 a.m	6:30 a.m	Estado	Intermitente	Intermitente	Intermitente	Intermitente	Intermitente	Intermitente	Intermitente
L – M – M – J – V	2	Valle 1	6:30 a.m	7:00 a.m	46	16	16	14	0,267	11,85	4,20	1,12
L – M – M – J – V	3	Punta 1	7:00 a.m	9:00 a.m	145	90	30	25	1,500	66,68	33,80	50,70
L – M – M – J – V	2	Punta 2	9:00 a.m	12:00 a.m	110	60	30	20	1,000	44,45	22,54	22,54
L – M – M – J – V	4	Valle 2	12:00 a.m	14:00 p.m	145	90	30	25	1,500	66,68	34,10	51,15
L – M – M – J – V	5	Valle 3	14:00 p.m	19:00 p.m	110	60	30	20	1,000	44,45	22,54	22,54
L – M – M – J – V	6	Punta 3	19:00 p.m	22:00 p.m	145	90	30	25	1,500	66,68	33,80	50,70
L – M – M – J – V	1	Valle 4	22:00 p.m	00:00 a.m	80	40	20	20	0,667	29,63	15,02	10,01
S – D	1	Valle 0	00:00 a.m	6:30 a.m	90	45	25	20	0,750	33,34	16,90	12,68
S – D	6	Valle 1	6:30 a.m	21:00 p.m	80	40	20	20	0,667	29,63	15,02	10,01
S – D	1	Valle 2	21:00 p.m	00:00 a.m	50	20	15	15	0,333	14,82	7,51	2,50

La tabla N°17 detalla la tasa de llegada de vehículos por minuto. Donde podemos evidenciar también que la hora más concurrida se encuentra en el horario del turno de 7:00 a.m a 9 :00 a.m con una frecuencia de 33.80 vehículos por minuto.

Tabla 18.

Análisis del flujo vehicular, tasa de llegada por factor, tasa de servicio por factor y eficiencia en la zona semaforizada de la Prol. Tayabamba y Jr. Los Sauces.

Día	Plan	Tipo	Hora inicio	Hora fin	Tasa de llegada Por factor	Tasa de servicio por factor	Eficiencia
L – M – M – J – V	1	Valle 0	00:00 a.m	6:30 a.m	Intermitente	Intermitente	Intermitente
L – M – M – J – V	2	Valle 1	6:30 a.m	7:00 a.m	1,12	11,85	9%
L – M – M – J – V	3	Punta 1	7:00 a.m	9:00 a.m	50,70	66,68	76%
L – M – M – J – V	4	Punta 2	9:00 a.m	12:00 a.m	22,54	44,45	51%
L – M – M – J – V	5	Valle 2	12:00 a.m	14:00 p.m	51,15	66,68	77%
L – M – M – J – V	6	Valle 3	14:00 p.m	19:00 p.m	22,54	44,45	51%
L – M – M – J – V	7	Punta 3	19:00 p.m	22:00 p.m	50,70	66,68	76%
L – M – M – J – V	8	Valle 4	22:00 p.m	0:00 a.m	10,01	29,63	34%
S – D	1	Valle 0	00:00 a.m	6:30 a.m	12,68	33,34	38%
S – D	2	Valle 1	6:30 a.m	21:00 p.m	10,01	29,63	34%
S – D	3	Valle 2	21:00 p.m	00:00 a.m	2,50	14,82	14%

La tabla N° 18. Detalla la eficiencia del sistema en el cual encontramos que los horarios con mayor carga vehicular los encontramos en los horarios de 7:00 a.m a 9:00 a.m, 12:00 a.m a 14:00 p.m, 19:00 p.m a 22:00 p.m.

Tabla 19.

Análisis del flujo vehicular, Indicadores del sistema de cola, eficiencia en %, tiempo de cola y tiempo en el sistema. En la zona semaforizada de la Prol. Tayabamba y Jr. los sauces.

Día	Plan	Tipo	Hora inicio	Hora fin	Eficiencia	Tiempo cola+F2 y F3	Tiempo sistema+ F2 +F3
L – M – M – J – V	1	Valle 0	00:00 a.m	6:30 a.m	Intermitente	Intermitente	Intermitente
L – M – M – J – V	2	Valle 1	6:30 a.m	7:00 a.m	9%	30,00	42,44
L – M – M – J – V	3	Punta 1	7:00 a.m	9:00 a.m	76%	56,80	58,60
L – M – M – J – V	4	Punta 2	9:00 a.m	12:00 a.m	51%	50,60	51,80
L – M – M – J – V	5	Valle 2	12:00 a.m	14:00 p.m	77%	56,80	58,60
L – M – M – J – V	6	Valle 3	14:00 p.m	19:00 p.m	51%	50,60	51,80
L – M – M – J – V	7	Punta 3	19:00 p.m	22:00 p.m	76%	56,80	58,60
L – M – M – J – V	8	Valle 4	22:00 p.m	0:00 a.m	34%	40,00	41,60
S – D	1	Valle 0	00:00 a.m	6:30 a.m	38%	45,00	46,80
S – D	2	Valle 1	6:30 a.m	21:00 p.m	34%	40,00	41,60
S – D	3	Valle 2	21:00 p.m	00:00 a.m	14%	30,00	31,40

Tabla N° 19. El tiempo en el sistema se encuentra entre 30.00 y 58.60 segundos, en cuanto a la utilización y eficiencia, al ser tiempo se necesita valores menores a 67%, se observa tres valores que superan este número.

Tabla 20.

Análisis del flujo vehicular por tasa de llegada por minuto, de la zona semaforizada en el Jr. Dos de mayo, Jr. Revilla Pérez y Jr. Manuel Seoane.

Hora	Flujo vehicular por minuto				Flujo vehicular por minuto				Tasa de llegada por minuto
	N-S	S-N	E-O	O-E	N-S	S-N	E-O	O-E	
6:30 – 6:45	10	8	4	16	0,67	0,53	0,27	1,07	7.67
6:45 – 7:00	40	26	19	30	2,67	1,73	1,27	2,00	7.67
7:00 – 7:15	180	90	27	57	12,00	6,00	1,80	3,80	37.8
7:15 – 7:30	210	121	42	53	14,00	8,07	2,80	3,53	37.8
7:30 – 7:45	208	132	93	64	13,87	8,80	6,20	4,27	37.8
7:45 – 8:00	205	101	116	62	13,67	6,73	7,73	4,13	37.8
8:00 – 8:15	185	128	99	49	12,33	8,53	6,60	3,27	37.8
8:15 – 8:30	182	170	98	66	12,13	11,33	6,53	4,40	37.8
8:30 – 8:45	177	150	115	51	11,80	10,00	7,67	3,40	37.8
8:45 – 9:00	150	140	121	39	10,00	9,33	8,07	2,60	37.8
12:00 – 12:15	150	130	136	52	10,00	8,67	9,07	3,47	44.0
12:15 – 12:30	180	122	174	108	12,00	8,13	11,60	7,20	44.0
12:30 – 12:45	218	135	140	129	14,53	9,00	9,33	8,60	44.0

La tabla N°20 detalla la tasa de llegada de vehículos por minuto. Donde podemos evidenciar que la hora más concurrida es el turno de 7:00 a.m a 9:00 a.m con una frecuencia de 37.8 vehículos por minuto.

Tabla 21.

Análisis del flujo vehicular por tasa de llegada por minuto, de la zona semaforizada en el Jr. Dos de mayo, Jr. Revilla Pérez y Jr. Manuel Seoane.

Hora	Flujo vehicular por minuto				Flujo vehicular por minuto				Tasa de llegada por minuto
	N-S	S-N	E-O	O-E	N-S	S-N	E-O	O-E	
12:45 – 13:00	207	150	140	101	13,80	10,00	9,33	6,73	44.0
13:00 – 13:15	185	143	136	91	12,33	9,53	9,07	6,07	44.0
13:15 – 13:30	200	138	132	94	13,33	9,20	8,80	6,27	44.0
13:30 – 13:45	160	116	147	82	10,67	7,73	9,80	5,47	44.0
13:45 – 14:00	155	121	99	77	10,33	8,07	6,60	5,13	44.0
17:00 – 17:15	140	90	152	94	9,33	6,00	10,13	6,27	43.5
17:15 – 17:30	180	110	141	93	12,00	7,33	9,40	6,20	43.5
17:30 – 17:45	195	140	117	83	13,00	9,33	7,80	5,53	43.5
17:45 – 18:00	190	115	162	116	12,67	7,67	10,80	7,73	43.5
18:00 – 18:15	203	105	134	77	13,53	7,00	8,93	5,13	43.5
18:30 – 18:45	235	138	104	105	15,67	9,20	6,93	7,00	43.5
18:45 – 19:00	195	90	91	109	13,00	6,00	6,07	7,27	43.5

La tabla N°21 es la continuación de la tabla N° 20 la cual detalla la tasa de llegada de vehículos por minuto. Donde podemos evidenciar que la hora más concurrida es el turno de 12:45 a.m a 14 :00 p.m con una frecuencia de 44 vehículos por minuto.

Tabla 22.

Análisis del flujo vehicular, factor por minuto, tasa de servicio, tasa de llegada, en la zona semaforizada del Jr. Dos de mayo, Jr. Revilla Pérez y Jr. Manuel Seoane.

Días	Plan	Tipo	Hora inicio	Hora fin	CICLO (Seg.)	FASE 1 (Seg.)	FASE 2 (Seg.)	FASE 3 (Seg.)	Factor por minuto Fase 1 entre 60	Tasa de servicio 44,45 Por minuto* factor minuto	Tasa de llegada Por minuto	Tasa de llegada Por factor minuto
L – M – M – J – V	1	Valle 0	00:00 a.m	06:30 a.m	Estado	Intermitente	Intermitente	Intermitente	Intermitente	Intermitente	Intermitente	Intermitente
L – M – M – J – V	2	Valle 1	06:30 a.m	07:00 a.m	46	16	16	14	0,27	11,85	7,67	2,05
L – M – M – J – V	3	Punta 1	07:00 a.m	09:00 a.m	145	90	30	25	1,50	66,68	37,80	56,70
L – M – M – J – V	4	Punta 2	09:00 a.m	12:00 a.m	110	60	30	20	1,00	44,45	25,20	25,20
L – M – M – J – V	5	Valle 2	12:00 a.m	14:00 p.m	145	90	30	25	1,50	66,68	44,00	66,00
L – M – M – J – V	6	Valle 3	14:00 p.m	19:00 p.m	110	60	30	20	1,00	44,45	25,20	25,20
L – M – M – J – V	7	Punta 3	19:00 p.m	22:00 p.m	145	90	30	25	1,50	66,68	37,80	56,70
L – M – M – J – V	8	Valle 4	22:00 p.m	0:00 a.m	80	40	20	20	0,67	29,63	16,80	11,20
S – D	1	Valle 0	00:00 a.m	06:30 a.m	90	45	25	20	0,75	33,34	18,90	14,18
S – D	2	Valle 1	6:30 a.m	21:00 p.m	80	40	20	20	0,67	29,63	16,80	11,20
S – D	3	Valle 2	21:00 p.m	00:00 a.m	50	20	15	15	0,33	14,82	8,40	2,80

La tabla N°22 detalla la tasa de llegada de vehículos por minuto. Donde podemos evidenciar también que la hora más concurrida se encuentra en el horario del turno de 7:00 a.m a 9 :00 a.m con una frecuencia de 37.8 vehículos por minuto.

Tabla 23.

Análisis del flujo vehicular, tasa de llegada por factor, tasa de servicio por factor y eficiencia en la zona semaforizada de los Jr. Dos de mayo, Jr. Revilla Pérez y Jr. Manuel Seoane.

Día	Plan	Tipo	Hora inicio	Hora fin	Tasa de llegada Por factor	Tasa de servicio por factor	Eficiencia
L – M – M – J – V	1	Valle 0	00:00 a.m	6:30 a.m	Intermitente	Intermitente	Intermitente
L – M – M – J – V	2	Valle 1	6:30 a.m	7:00 a.m	2,05	11,85	17%
L – M – M – J – V	3	Punta 1	7:00 a.m	9:00 a.m	56,70	66,68	85%
L – M – M – J – V	4	Punta 2	9:00 a.m	12:00 a.m	25,20	44,45	57%
L – M – M – J – V	5	Valle 2	12:00 a.m	14:00 p.m	66,00	66,68	99%
L – M – M – J – V	6	Valle 3	14:00 p.m	19:00 p.m	25,20	44,45	57%
L – M – M – J – V	7	Punta 3	19:00 p.m	22:00 p.m	56,70	66,68	85%
L – M – M – J – V	8	Valle 4	22:00 p.m	0:00 a.m	11,20	29,63	38%
S – D	1	Valle 0	00:00 a.m	6:30 a.m	14,18	33,34	43%
S – D	2	Valle 1	6:30 a.m	21:00 p.m	11,20	29,63	38%
S – D	3	Valle 2	21:00 p.m	00:00 a.m	2,80	14,82	19%

La tabla N° 23 detalla la eficiencia del sistema en el cual encontramos que los horarios con mayor carga vehicular los encontramos en los horarios de 7:00 a.m a 9:00 a.m 12:00 a.m a 14:00 p.m 19:00 p.m a 22:00 p.m.

Tabla 24.

Análisis del flujo vehicular, Indicadores del sistema de cola, eficiencia en %, tiempo de cola y tiempo en el sistema. En la zona semaforizada del Jr. Dos de mayo, Jr. Revilla Pérez y Jr. Manuel Seoane.

Día	Plan	Tipo	Hora inicio	Hora fin	Eficiencia	Tiempo cola+F2 y F3	Tiempo sistema+ F2 +F3
L – M – M – J – V	1	Valle 0	00:00 a.m	6:30 a.m	Intermitente	Intermitente	Intermitente
L – M – M – J – V	2	Valle 1	6:30 a.m	7:00 a.m	17%	30,00	31,44
L – M – M – J – V	3	Punta 1	7:00 a.m	9:00 a.m	85%	58,60	60,40
L – M – M – J – V	4	Punta 2	9:00 a.m	12:00 a.m	57%	50,60	52,40
L – M – M – J – V	5	Valle 2	12:00 a.m	14:00 p.m	99%	120,70	121,60
L – M – M – J – V	6	Valle 3	14:00 p.m	19:00 p.m	57%	50,60	52,40
L – M – M – J – V	7	Punta 3	19:00 p.m	22:00 pm	85%	58,60	60,40
L – M – M – J – V	8	Valle 4	22:00 p.m	0:00 a.m	38%	40,40	41,60
S – D	1	Valle 0	00:00 a.m	6:30 a.m	43%	45,45	46,80
S – D	2	Valle 1	6:30 a.m	21:00 p.m	38%	40,40	41,60
S – D	3	Valle 2	21:00 p.m	00:00 a.m	19%	30,00	31,60

Tabla N° 24. tiempo en el sistema se encuentra entre 30.00 y 121.60 segundos, es un tiempo que hay que optimizar, en cuanto a la utilización y eficiencia, al ser tiempo se necesita valores menores a 67%, se observa tres valores que superan este número con un valor muy crítico del 99% de utilización.

Tabla 25.

Análisis del flujo vehicular por tasa de llegada por minuto, de la zona semaforizada en la Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane.

Hora	Flujo vehicular			Flujo vehicular			Tasa de llegada por minuto
	N-S	E-O	O-E	N-S	E-O	O-E	
6:30 – 6:45	16	12	15	1,07	0,80	1,00	6.73
6:45 – 7:00	40	36	25	2,67	2,40	1,67	6.73
7:00 – 7:15	195	96	54	13,00	6,40	3,60	29.0
7:15 – 7:30	220	111	70	14,67	7,40	4,67	29.0
7:30 – 7:45	232	113	61	15,47	7,53	4,07	29.0
7:45 – 8:00	225	124	72	15,00	8,27	4,80	29.0
8:00 – 8:15	200	118	79	13,33	7,87	5,27	29.0
8:15 – 8:30	187	84	37	12,47	5,60	2,47	29.0
8:30 – 8:45	197	86	62	13,13	5,73	4,13	29.0
8:45 – 9:00	183	95	53	12,20	6,33	3,53	29.0
12:00 – 12:15	175	108	76	11,67	7,20	5,07	33.33
12:15 – 12:30	191	120	63	12,73	8,00	4,20	33.33
12:30 – 12:45	250	124	78	16,67	8,27	5,20	33.33

La tabla N°25 detalla la tasa de llegada de vehículos por minuto. Donde podemos evidenciar que la hora más concurrida es el turno de 7:00 a.m a 9:00 a.m con una frecuencia de 29 vehículos por minuto.

Tabla 26.

Análisis del flujo vehicular por tasa de llegada por minuto, de la zona semaforizada en la Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane.

Hora	Flujo vehicular			Flujo vehicular			Tasa de llegada por minuto
	N-S	E-O	O-E	N-S	E-O	O-E	
12:45 – 13:00	221	109	97	14,73	7,27	6,47	33.33
13:00 – 13:15	203	110	81	13,53	7,33	5,40	33.33
13:15 – 13:30	215	130	75	14,33	8,67	5,00	33.33
13:30 – 13:45	181	153	58	12,07	10,20	3,87	33.33
13:45 – 14:00	172	132	63	11,47	8,80	4,20	33.33
17:00 – 17:15	167	138	59	11,13	9,20	3,93	32.80
17:15 – 17:30	200	162	64	13,33	10,80	4,27	32.80
17:30 – 17:45	216	149	60	14,40	9,93	4,00	32.80
17:45 – 18:00	221	153	75	14,73	10,20	5,00	32.80
18:00 – 18:15	210	172	54	14,00	11,47	3,60	32.80
18:15 – 18:30	244	146	64	16,27	9,73	4,27	32.80
18:30 – 18:45	219	138	76	14,60	9,20	5,07	32.80
18:45 – 19:00	200	135	59	13,33	9,00	3,93	32.80

La tabla N° 26 es la continuación de la tabla N° 25 la cual detalla la tasa de llegada de vehículos por minuto. Donde podemos evidenciar que la hora más concurrida es el turno de 12:45 a.m a 14 :00 p.m con una frecuencia de 33 vehículos por minuto.

Tabla 27.

Análisis del flujo vehicular, factor por minuto, tasa de servicio, tasa de llegada, en la zona semaforizada de la Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane.

Día	Plan	Tipo	Hora inicio	Hora fin	CICLO (Seg.)	FASE 1 (Seg.)	FASE 2 (Seg.)	FASE 3 (Seg.)	Factor por minuto Fase 1 entre 60	Tasa de servicio 44,45 Por minuto* factor minuto	Tasa de llegada Por minuto	Tasa de llegada Por factor minuto
L – M – M – J – V	1	Valle 0	00:00 a.m	06:30 a.m	Estado	Intermitente	Intermitente	Intermitente	Intermitente	Intermitente	Intermitente	Intermitente
L – M – M – J – V	2	Valle 1	06:30 a.m	07:00 a.m	46	16	16	14	0,27	11,85	6,73	1,79
L – M – M – J – V	3	Punta 1	07:00 a.m	09:00 a.m	145	90	30	25	1,50	66,68	29,00	43,50
L – M – M – J – V	4	Punta 2	9:00 a.m	12:00 a.m	110	60	30	20	1,00	44,45	19,33	19,33
L – M – M – J – V	5	Valle 2	12:00 p.m	14:00 p.m	145	90	30	25	1,50	66,68	33,33	50,00
L – M – M – J – V	6	Valle 3	14:00 p.m	19:00 p.m	110	60	30	20	1,00	44,45	19,33	19,33
L – M – M – J – V	7	Punta 3	19:00 p.m	22:00 p.m	145	90	30	25	1,50	66,68	29,00	43,50
L – M – M – J – V	8	Valle 4	22:00 p.m	0:00 a.m	80	40	20	20	0,67	29,63	12,88	8,59
S – D	1	Valle 0	00:00 a.m	06:30 a.m	90	45	25	20	0,75	33,34	14,50	10,88
S – D	2	Valle 1	06:30 a.m	21:00 p.m	80	40	20	20	0,67	29,63	12,88	8,59
S – D	3	Valle 2	21:00 p.m	00:00 a.m	50	20	15	15	0,33	14,82	6,44	2,15

La tabla N°27 detalla la tasa de llegada de vehículos por minuto. Donde podemos evidenciar también que la hora más concurrida se encuentra en el horario del turno de 7:00 a.m a 9:00 a.m con una frecuencia de 30 vehículos por minuto.

Tabla 28.

Análisis del flujo vehicular, tasa de llegada por factor, tasa de servicio por factor y eficiencia en la zona semaforizada de la Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane.

Días	Plan	Tipo	Hora inicio	Hora fin	Tasa de llegada Por factor	Tasa de servicio por factor	Eficiencia
L – M – M – J – V	1	Valle 0	00:00 a.m	6:30 a.m	Intermitente	Intermitente	Intermitente
L – M – M – J – V	2	Valle 1	6:30 a.m	7:00 a.m	1,79	11,85	15%
L – M – M – J – V	3	Punta 1	7:00 a.m	9:00 a.m	43,50	66,68	65%
L – M – M – J – V	4	Punta 2	9:00 a.m	12:00 a.m	19,33	44,45	43%
L – M – M – J – V	5	Valle 2	12:00 a.m	14:00 p.m	50,00	66,68	75%
L – M – M – J – V	6	Valle 3	14:00 p.m	19:00 p.m	19,33	44,45	43%
L – M – M – J – V	7	Punta 3	19:00 p.m	22:00 p.m	43,50	66,68	65%
L – M – M – J – V	8	Valle 4	22:00 p.m	0:00 a.m	8,59	29,63	29%
S – D	1	Valle 0	00:00 a.m	6:30 a.m	10,88	33,34	33%
S – D	2	Valle 1	6:30 a.m	21:00 p.m	8,59	29,63	29%
S – D	3	Valle 2	21:00 p.m	00:00 a.m	2,15	14,82	15%

La tabla N° 28. Detalla la eficiencia del sistema en el cual encontramos que los horarios con mayor carga vehicular los encontramos en los horarios de 7:00 a.m a 9:00 a.m, 12:00 a.m a 14:00 p.m, 19:00 p.m a 22:00 p.m.

Tabla 29.

Análisis del flujo vehicular, Indicadores del sistema de cola, eficiencia en %, tiempo de cola y tiempo en el sistema. En la zona semaforizada de la Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane.

Día	Plan	Tipo	Hora inicio	Hora fin	Eficiencia	Tiempo cola+F2 y F3	Tiempo sistema+ F2 +F3
L – M – M – J – V	1	Valle 0	00:00 a.m	6:30 a.m	Intermitente	Intermitente	Intermitente
L – M – M – J – V	2	Valle 1	6:30 a.m	7:00 a.m	15%	30,00	31,44
L – M – M – J – V	3	Punta 1	7:00 a.m	9:00 a.m	65%	55,90	57,70
L – M – M – J – V	4	Punta 2	9:00 a.m	12:00 a.m	43%	50,00	51,80
L – M – M – J – V	5	Valle 2	12:00 a.m	14:00 p.m	75%	56,80	58,60
L – M – M – J – V	6	Valle 3	14:00 p.m	19:00 p.m	43%	50,00	51,80
L – M – M – J – V	7	Punta 3	19:00 p.m	22:00 p.m	65%	55,90	57,70
L – M – M – J – V	8	Valle 4	22:00 p.m	0:00 a.m	29%	40,00	41,60
S – D	1	Valle 0	00:00 a.m	6:30 a.m	33%	45,00	46,80
S – D	2	Valle 1	6:30 a.m	21:00 p.m	29%	40,00	41,60
S – D	3	Valle 2	21:00 p.m	00:00 a.m	15%	30,00	31,40

Tabla N° 29. detalla el tiempo en el sistema se encuentra entre 30.00 y 58.60 segundos, en cuanto a la utilización y eficiencia, al ser tiempo se necesita valores menores a 67%, se observa solo un valor que supera este número.

- 3.2. Resultado 03. Diseñar la propuesta del funcionamiento del sistema de semaforización en la Prol. Tayabamba, Jr. los Sauces, Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane de la ciudad de Cajamarca.**
- 3.3. Desarrollo de la propuesta mejora del sistema de semaforización.**

3.3.1. Marco teórico para el Desarrollo de la propuesta.

Con el propósito de lograr el cumplimiento del diseño de la investigación, se muestra el desarrollo de la propuesta de mejora del sistema de semaforización de la ciudad de Cajamarca.

En esta sección se busca precisar la información que requerirá para el desarrollo del trabajo de investigación teniendo en cuenta el análisis del sistema actual de las zonas semaforizada, también tendremos en cuenta los principios y definiciones de acuerdo a la resolución directoral 16-2016-MTC/14.

Esta resolución directoral aprueba el Manual de Dispositivos del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras. (Ministerio de Transportes, 2010).

Ahora la implementación de semáforos inteligentes en los últimos tiempos se ha desarrollado de una manera paralela a la tecnología, uno de los objetivos del estudio es hacer uso de los últimos avances tecnológicos de instrumentos de control eléctrico y electrónico, para que el objeto de estudio implementado interactúe de manera automática, para lo cual se debe implementar una programación e instalación adecuada para satisfacer los requerimientos de la demanda.

Para ello utilizaremos la tecnología led en las pantallas luminosas que generaran las luces de control de tráfico como rojo, ámbar, verde.

El equipo deberá ser electrónico, basado en un microprocesador, con el uso de componentes en estado sólido solamente, incluso para los elementos de comunicación de las luces de los semáforos.

El controlador electrónico de tráfico debe ser flexible y modular, permitiendo expansiones.

3.3.2. semáforo.

3.3.2.1. generalidades.

Los semáforos son dispositivos de señalización mediante los cuales se regula la circulación de vehículos y peatones en las vías, asignando el derecho de paso de los vehículos y peatones secuencialmente, por la indicaciones de luces de color rojo, amarillo y verde.

- color rojo prohíbe el tránsito en una corriente vehicular o peatonal por un tiempo determinado.
- color amarillo o ámbar dispone al Conductor ceder el paso y detener el vehículo, y no ingresar al cruce o intersección vial.
- color verde permite el tránsito en una corriente vehicular o peatonal por un tiempo determinado.

La regulación y control de la operación de los semáforos se realizan a través de unidades de control de diferentes tipos.

Para el caso de un sistema coordinado de semáforos, deberán contar con unidades de control adyacentes o sucesivas interconectadas, que

controlan sus funciones básicas a través de una Estación Central o Control Maestro. (Ministerio de Transportes, 2016).

3.3.3. Elementos que componen un semáforo.

Un semáforo consta de dos partes (soporte y cabeza), cuyo desarrollo es el siguiente:

3.3.3.1. Soporte.

Es la estructura que sujeta la cabeza del semáforo de forma que le permita algunos ajustes angulares, verticales y horizontales. Por su ubicación en la intersección, al lado o dentro de la vía el soporte está compuesto por postes, ménsulas cortas, ménsulas largas sujetas a postes laterales, pórticos, cables de suspensión y postes y pedestales en islas. (Ministerio de Transportes, 2016).

En las Figuras 12 y 13, se muestran ejemplos de soportes de semáforo tipos poste y ménsula.

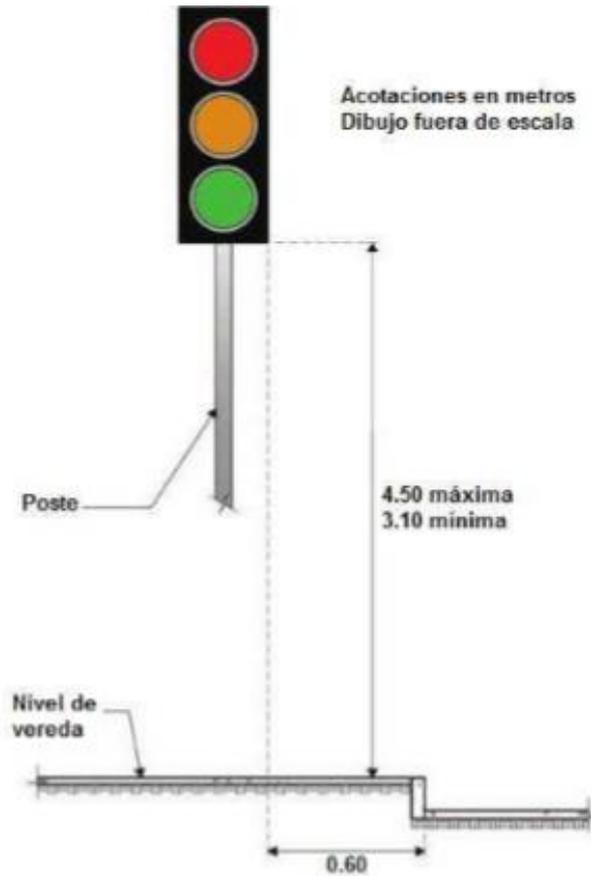


Figura 19. Ejemplo de soporte de semáforo tipo poste.

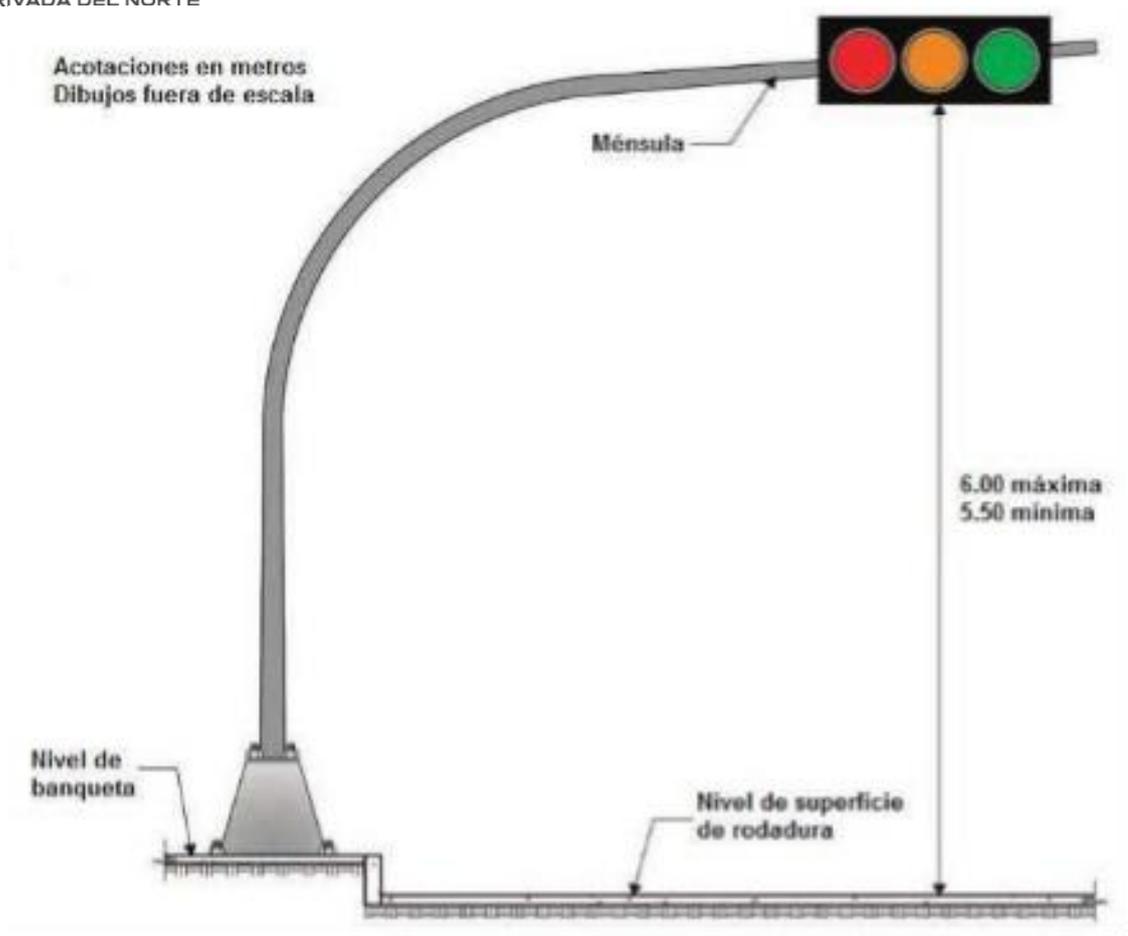


Figura 20. Ejemplo de soporte tipo ménsula o pórtico.

3.3.3.2. Cabeza.

Es la armadura que contiene las partes visibles del semáforo. Cada cabeza contiene un número determinado de caras orientadas en diferentes direcciones. (Ministerio de Transportes, 2016).

En la Figuras 14, se muestra ejemplos de configuración de cabeza de semáforos.

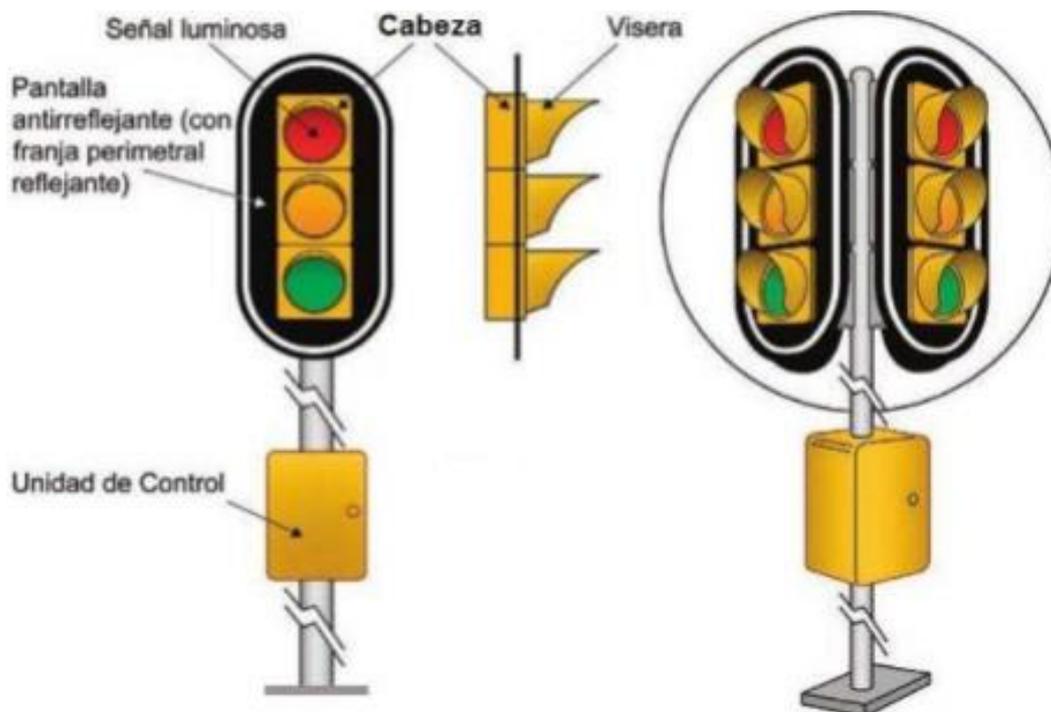


Figura 21. Ejemplo de configuración de cabeza de semáforo.

A continuación, se describen los elementos principales de la cabeza de semáforo.

3.3.3.3. Cara.

La cara es el conjunto de módulos luminosos, viseras y placas de contraste (opcional) que están orientados en la misma dirección. Para el control vehicular, las caras tienen de uno hasta un máximo cinco módulos luminosos, para regular los movimientos de circulación. Para el control peatonal, pueden tener dos módulos luminosos. (Ministerio de Transportes, 2016).

En la Figuras 22, se muestra un ejemplo de la cara de un semáforo.

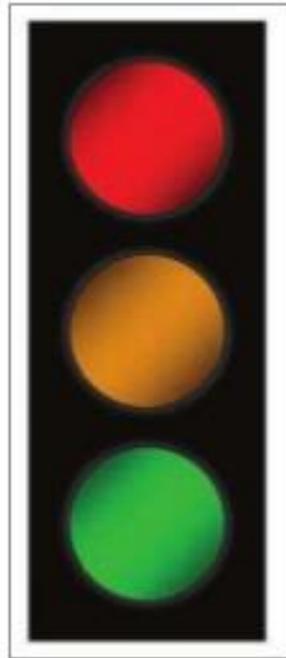


Figura 22. Ejemplo de la cara de un semáforo.

En la Figuras 23, se muestra ejemplos de configuración de caras de semáforos.

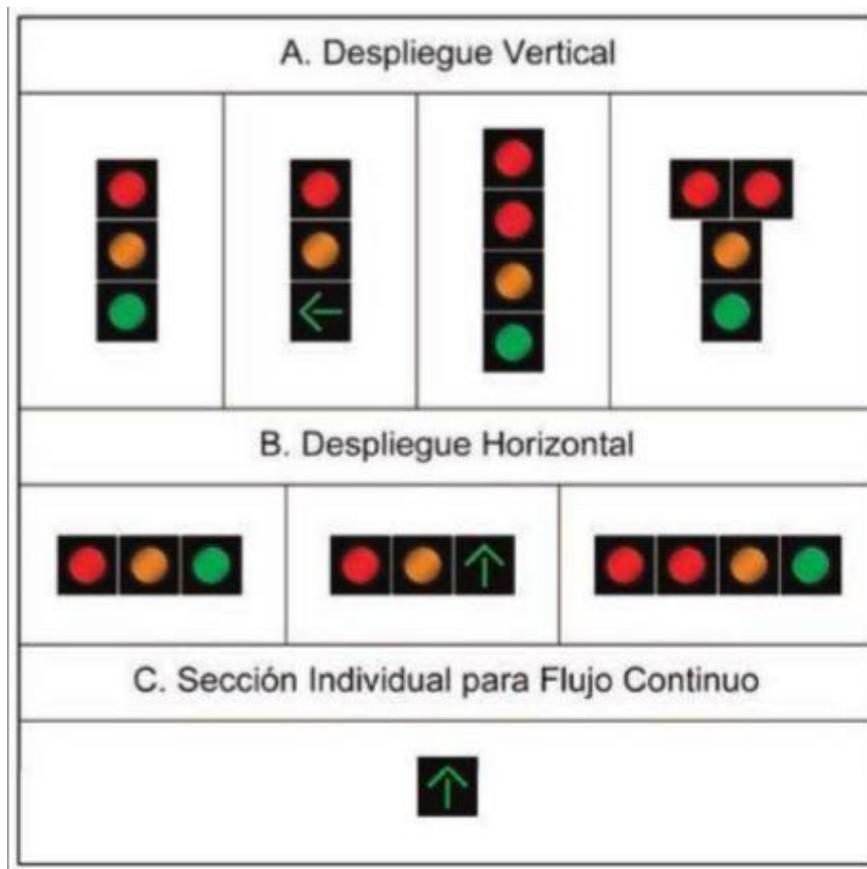


Figura 23. Ejemplo de configuración de caras de semáforos.

3.3.3.4. Altura de la cara

La parte inferior de la cara del semáforo tendrá las siguientes alturas libres:

a) Para semáforos con soporte tipo poste.

- Altura mínima 3.10 m.
- Altura máxima 4.50 m.

b) Para semáforos con soporte tipo ménsula o pórtico.

- Altura mínima 5.50 m.
- Altura máxima 6.00 m.

3.3.3.5. Ubicación longitudinal.

Las caras de los semáforos se ubicarán de tal manera que sean visibles a los conductores que se aproximan a la intersección.

En la Figura 24, se muestra un ejemplo de cómo se ubican el o los semáforos cuando se instalan en el lado más lejano del acceso a la intersección. (Ministerio de Transportes, 2016).

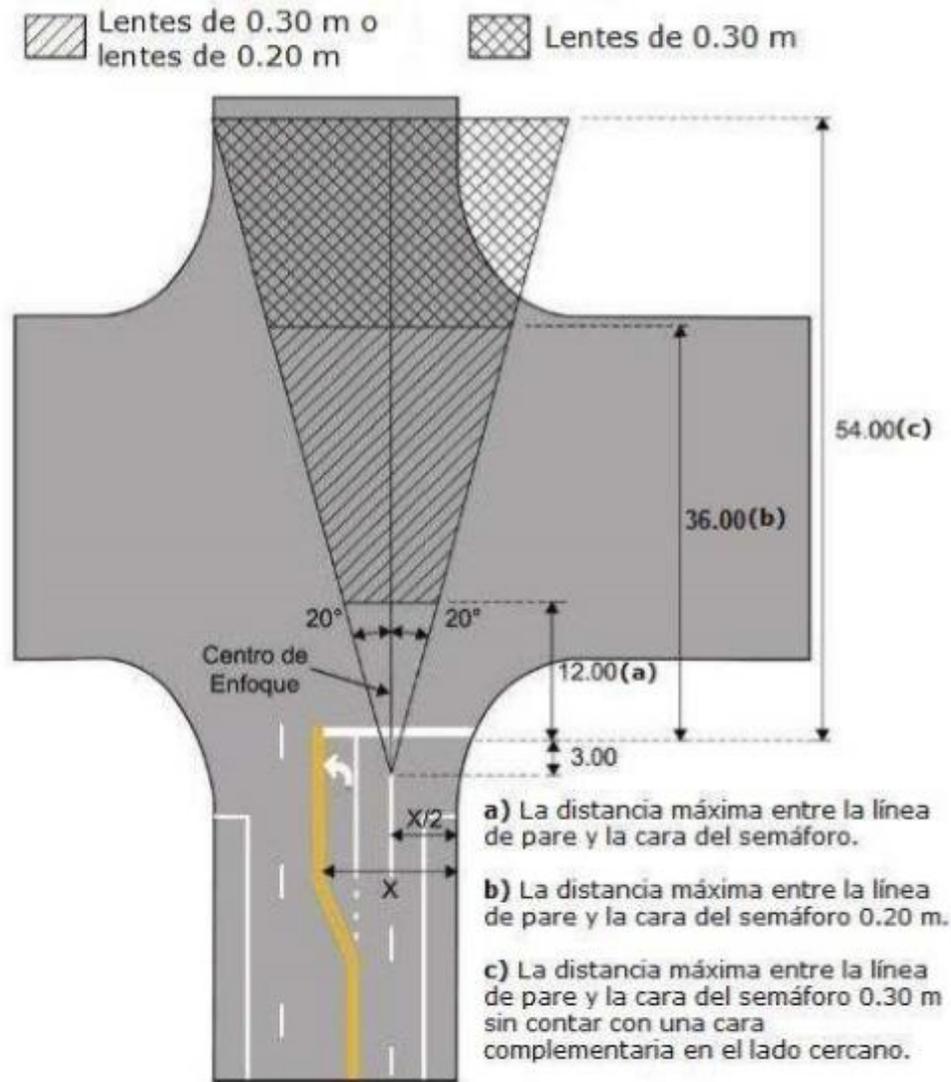


Figura 24. Ejemplo de ubicación de las caras de un semáforo en el lado más lejano del acceso a la intersección.

Para la ubicación de semáforos en cada acceso de una intersección se tendrá en consideración lo siguiente.

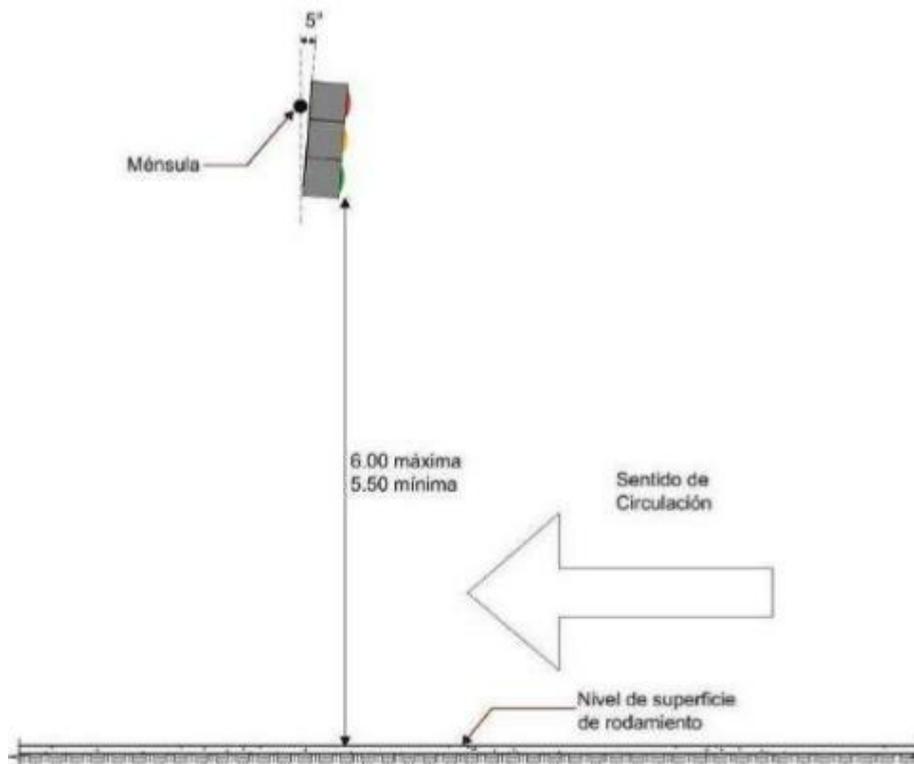
- a) Cuando se instalen semáforos con soportes tipo poste, habrá como mínimo dos caras en el lado más lejano del acceso a la intersección.
- b) Los semáforos con soporte tipo ménsula, se colocarán como mínimo dos por acceso, uno en el lado más lejano de la intersección y el otro en la prolongación de la Raya de alto M-6 de la Figura 25 y diagonal a la posición del primero, debiendo contemplar las siguientes situaciones:

- Donde exista limitaciones de visibilidad.
- En intersecciones rurales aisladas.
- En las transiciones de una vía principal con otra secundaria.

c) Cuando se instale un solo semáforo con soporte tipo ménsula o pórtico, éste deberá complementarse con una cabeza, la cual irá adosada en la parte vertical de la ménsula. La ubicación de las caras de los semáforos, se analizará en forma particular en cada caso, para definir la configuración, debiendo tenerse en consideración para tal fin criterios de ubicación, orientación y número de caras recomendables. (Ministerio de Transportes, 2016).

3.3.3.6. Angulo de colocación.

La cara del semáforo se colocará en posición vertical y a 90° con respecto al eje del acceso, como se muestra en la Figura 25.



En los soportes tipo ménsula o pórtico, debe colocarse con una inclinación de 5° hacia abajo. Los accesorios de fijación permitirán ajustes verticales y horizontales hasta cualquier ángulo razonable.

Cada cara del semáforo se orientará en un ángulo tal que su señal luminosa o lente sea de máxima efectividad para el tránsito que se aproxime en la dirección para la cual está prevista.

En las intersecciones que no son en ángulo recto o son de accesos múltiples, deben instalarse semáforos en las posiciones y orientaciones necesarias que demande el tránsito vehicular.

Dichos semáforos deben tener un funcionamiento coordinado y deben estar provistos de placas de contraste. (Ministerio de Transportes, 2016).

3.3.3.7. Módulo luminoso o carcasa.

Es la parte de la cara que emite luces de diferente color, debiendo cada módulo luminoso ser iluminado independientemente, condición esencial para obtener uniformidad en la posición de estas, para darle satisfactoria brillantez y para proporcionar la flexibilidad necesaria en las indicaciones requeridas. (Ministerio de Transportes, 2016).

Los módulos luminosos son de los dos tipos siguientes que no deben ser mezclados en una llegada:

- Módulo luminoso con bombilla incandescente o una luz halógena, que está conformado por un Reflector, que es un elemento cóncavo de forma

paraboloide y superficie tratada para reflejar la luz de la bombilla en dirección al lente, y por un Portalámparas, que viene a ser la parte metálica destinada a recibir el casquillo y asegurar la conexión de la bombilla con el circuito eléctrico.

- Módulo luminoso con LED (Light-Emitting-Diodes), que es un diodo emisor de luz de los tres colores usados para los sistemas de semáforos, también se pueden usar LED blancos, con el uso de los mismos lentes de color utilizados delante de los módulos de bombilla.

En la Figuras 26, se muestra ejemplo de modulo luminoso de un semáforo.

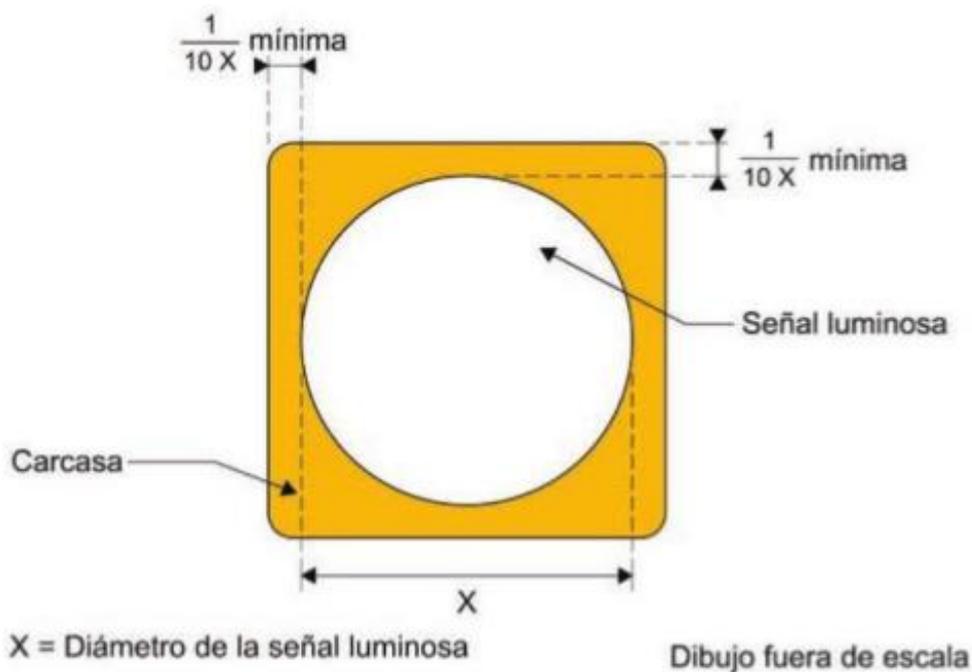


Figura 26. Ejemplo de modulo luminoso de un semáforo.

3.3.3.8. Señal luminosa o lente.

Es el componente translucido del módulo luminoso, que por refracción dirige la luz proveniente de la bombilla y de su reflector en la dirección deseada.

Todos los lentes o señales luminosas con LED de los semáforos para control vehicular, deben ser de forma circular.

El diámetro de los lentes es de 0.20 m. o 0.30 m., para instalaciones nuevas deben usarse lentes de 0.30 m para asegurar su mejor visibilidad. Sus indicaciones deben distinguirse claramente desde una distancia mínima de 300 metros en condiciones atmosféricas normales; tratándose de flechas direccionales, estas deben distinguirse desde una distancia mínima de 60 metros.

En la Figura 27 y 28 se muestran ejemplos de lentes de 0.20 y 0.30 m.

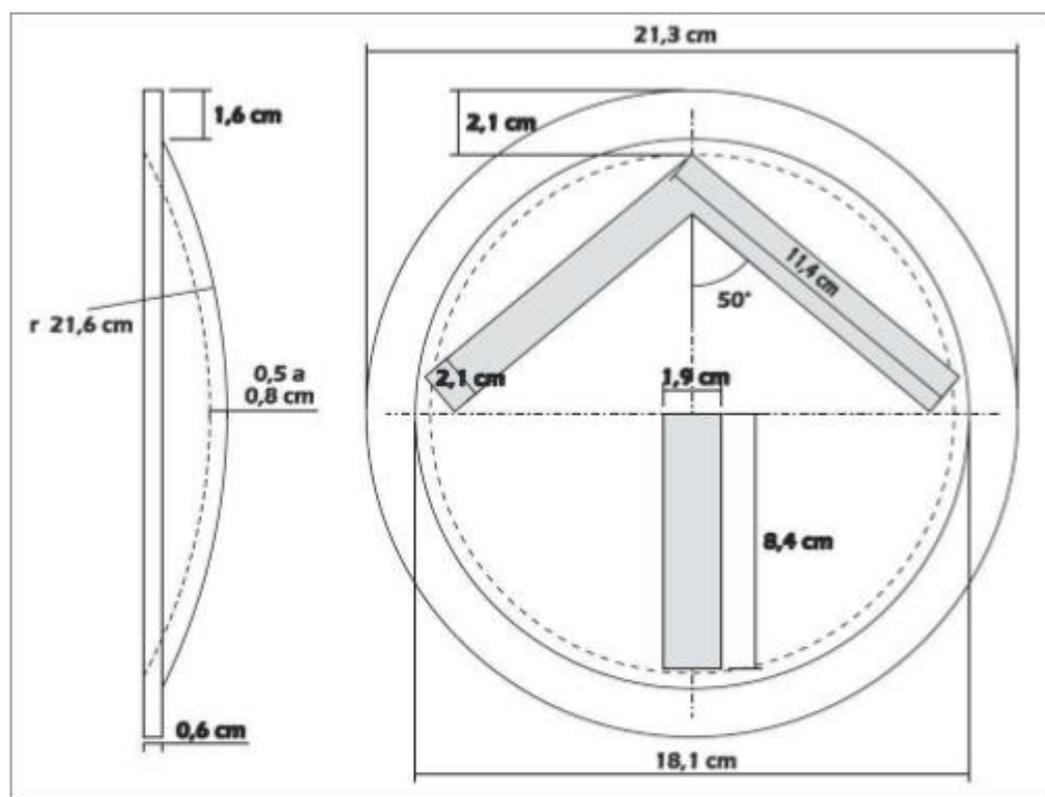


Figura 27. Ejemplo de lentes de 0.20.

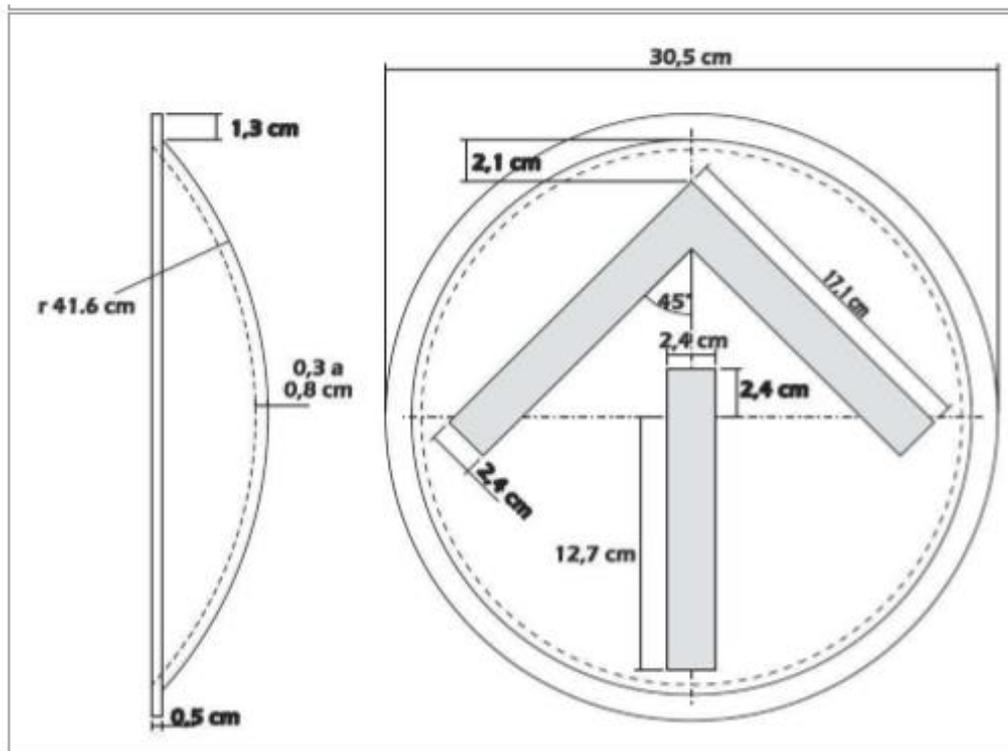


Figura 28. Ejemplo de lentes de 0.30.

Las inscripciones que pueden tener las señales luminosas son únicamente flechas y pictogramas del peatón o de una bicicleta. En ningún caso deben tener inscripciones de palabras o letreros. (Ministerio de Transportes, 2016).

En la Figura 29 se muestra un ejemplo de indicación de colores e inscripciones de flechas y pictogramas en señales luminosas o lentes.

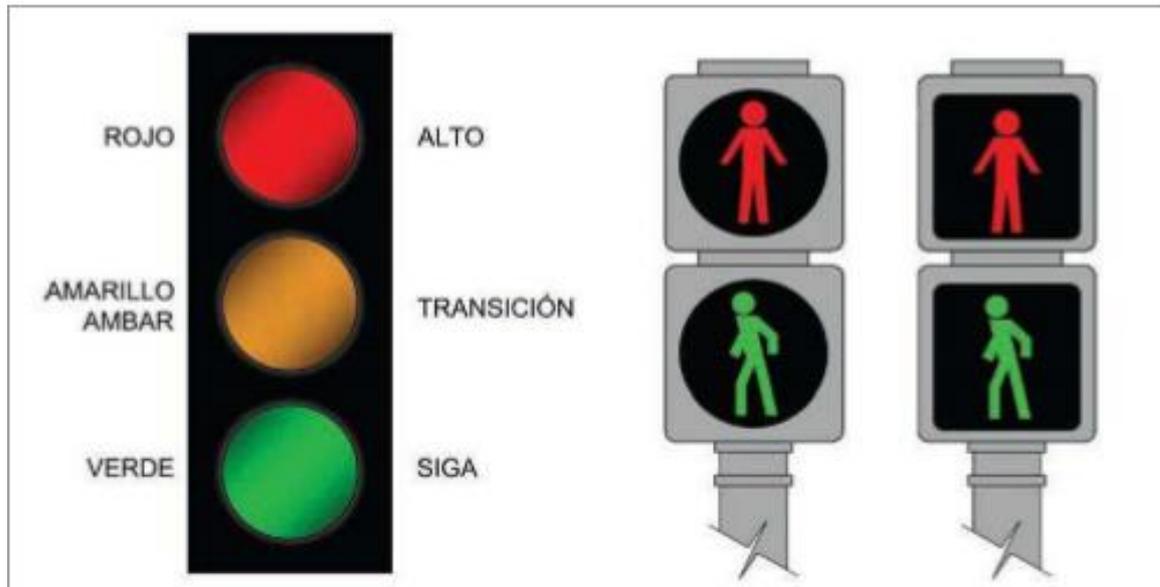


Figura 29. Ejemplo de indicación de colores e inscripciones de flechas y pictogramas en señales luminosas o lentes.

3.3.3.9. Visera

Es el componente que va encima o alrededor de cada uno de los módulos luminosos, y tiene por finalidad evitar que los rayos del sol incidan sobre estos y den la impresión de estar iluminados, y además evitar que la señal emitida sea vista desde lugares distintos a los que está enfocada. (Ministerio de Transportes, 2016).

En la Figura 30 se muestra un ejemplo de visera de semáforo.

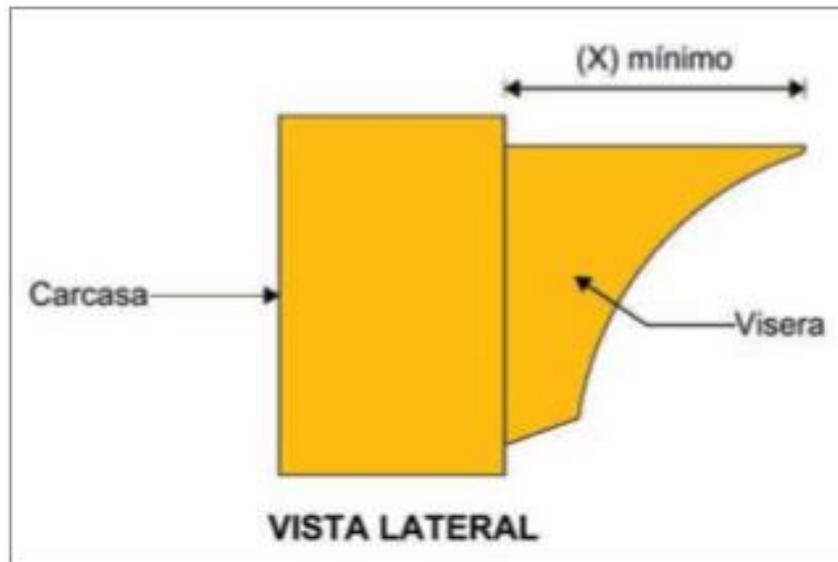


Figura 30. Ejemplo de visera de semáforo.

3.3.3.10. Unidad de control.

Es un mecanismo electrónico o electromecánico, que tiene por finalidad controlar los cambios de emisión de señales luminosas, a partir de una programación preestablecida, que se clasifica de la siguiente manera:

- Tiempo fijo: Controlador por el cual ninguna fase del ciclo es activa por el tránsito.
- Semi-accionado: Controlador por el cual algunas de las fases de la intersección se activan por el tránsito.
- Totalmente accionado: Controlador por el cual todas las fases de la intersección se activan por el tránsito.

Adicionalmente, puede realizar las siguientes funciones:

- Procesar la información generada por los detectores para ajustar los tiempos a las necesidades de la intersección.

- Recibir y enviar información a una base de control o control maestro con el fin de optimizar el control del tráfico y su operación.
- Conjugar la implementación de programas o planes predefinidos.
- Proveer los elementos que garanticen la seguridad de los usuarios evitando señalizaciones conflictivas y reportar a la base de control el tipo de falla que puede presentar.

En la Figura 31 se muestra un ejemplo de un tipo de unidad de control de semáforo.

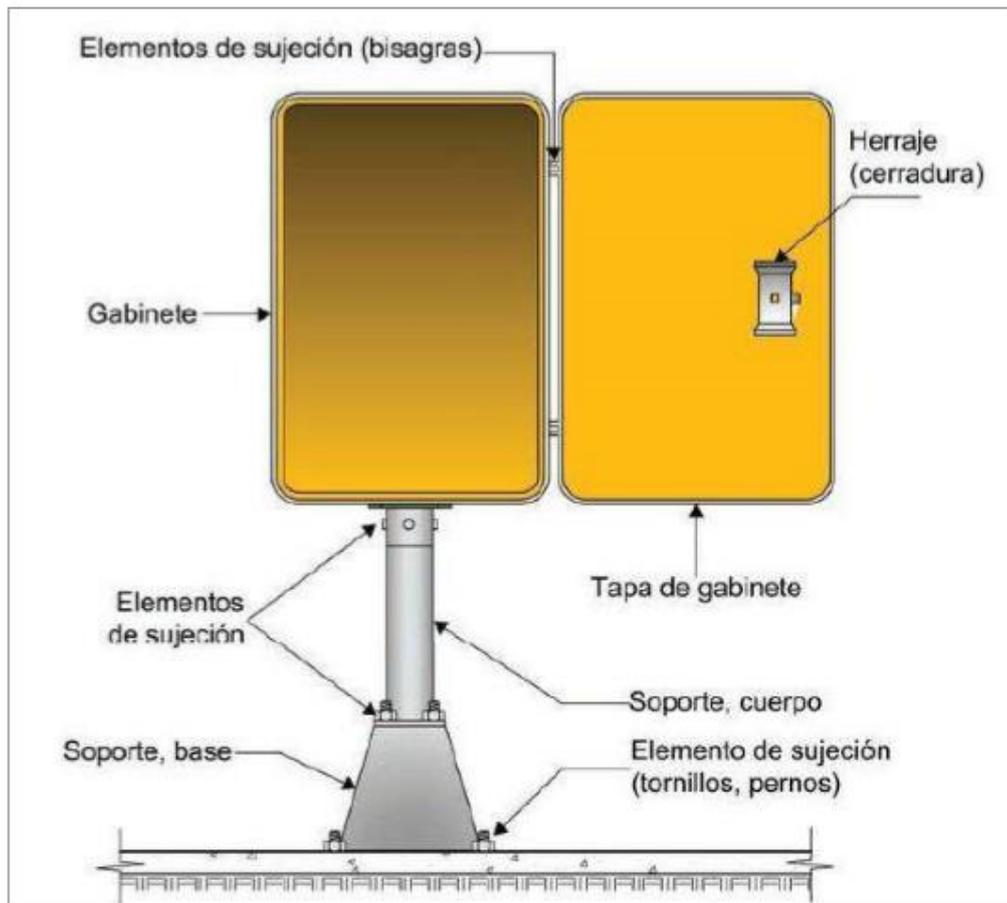


Figura 31. Ejemplo de un tipo de unidad de control de semáforo.

3.3.4. Estación central o control maestro.

Es el centro de maniobras que distribuye automáticamente las señales de control generadas sobre los circuitos de las unidades de control adyacentes o sucesivas interconectadas de un sistema coordinado de semáforos, y tiene por finalidad optimizar los movimientos del tránsito vehicular y contribuir a la solución de los problemas de congestamiento. (Ministerio de Transportes, 2016).

En las grandes áreas urbanas es común que la distancia entre intersecciones sea corta, y cuando dichas intersecciones son controladas por semáforos, la influencia entre ellas es tan importante que la regulación del tránsito depende mucho más de la coordinación entre semáforos, que de las fases y tiempos de cada intersección en particular.

Los sistemas más utilizados en las Estaciones Centrales y Control Maestro son:

- Sistema coordinado simultáneo: En el cual todos los semáforos al mismo tiempo, muestran la misma indicación a lo largo de una vía. En todas las intersecciones los tiempos son esencialmente los mismos y las indicaciones cambian simultáneamente, de manera que todos los semáforos indican luz verde en la vía principal y luz roja en las vías secundarias, cambiando alternadamente. (Ministerio de Transportes, 2016).
- Sistema coordinado alternado: En el cual los semáforos adyacentes o grupos de semáforos adyacentes muestran indicaciones alternas a lo largo de una vía. Existe un sistema alterno simple y un sistema alterno doble y triple, en el primero

el desfase es de medio ciclo, mientras que para el segundo el desfase es cero para los semáforos simultáneos, y medio ciclo para los demás. (Ministerio de Transportes, 2016).

- Sistema coordinado progresivo: Puede ser limitado o flexible, en el primer caso se fija una duración común a los ciclos y a las indicaciones de la luz verde, que son independientes de acuerdo a las exigencias de cada intersección y de conformidad con un programa de tiempos para permitir la circulación continua o casi continua de grupos de vehículos. El segundo caso abarca todas las características del primero y algunas adicionales que dependen del tipo de Control Maestro y otros dispositivos. (Ministerio de Transportes, 2016).

3.4. Requisitos generales para la instalación de semáforos.

3.4.1. Generalidades.

La implementación de semáforos debe realizarse previo un estudio de ingeniería vial, en el que se efectuará una investigación de las condiciones del tránsito y de las características físicas de la intersección, a fin de determinar los estudios y condicionantes mínimas requeridas para justificar su instalación.

3.4.2. Alcances generales de los estudios requeridos.

La información básica requerida para determinar la necesidad de implementación semafórica es la siguiente:

- a) Volumen del tránsito que ingresa a una intersección por cuartos de hora y por cada vía de acceso en un período de 16 horas consecutivas durante tres (3) días representativos.

Las 16 horas seleccionadas deben contener el mayor porcentaje del tránsito de las 24 horas.

b) El volumen del tránsito para cada movimiento vehicular desde cada vía de acceso clasificado por tipo de vehículos (camiones, buses, autos, motos y bicicletas) durante cada período de 15 minutos de las dos horas de máxima demanda.

c) Diagrama conteniendo estadísticas sobre accidentes, por lo menos de un año anterior, clasificados por tipo, ubicación, sentido de circulación, consecuencias, hora, fecha y día de la semana.

d) Plano conteniendo las características geométricas de la intersección, canalización, pendientes y/o restricciones de distancia y visibilidad; así como de la superficie de rodadura, entradas, salidas, paso ferroviario, postes, hidrantes y otros. Asimismo, información sobre Dispositivos de Control del Tránsito tales como señalización vertical, demarcaciones en el pavimento, iluminación, sentido de circulación, condiciones de estacionamiento, paraderos y rutas de transporte público.

e) Información adicional referida entre otras a demoras de los vehículos para cada acceso, número y distribución de intervalos o espaciamientos entre grupos de vehículos en los accesos de la intersección en condiciones de seguridad

3.4.3. Alcances generales de las condiciones de tránsito requeridas.

Teniendo como base los estudios antes indicados, se evaluará las siguientes condiciones del tránsito para verificar la necesidad de implementación semafórica:

- Condición 1: Volumen vehicular por periodo de tiempo.
- Condición 3: Volumen vehicular para horas punta.

- Condición 4: Volumen peatonal.
- Condición 5: Movimiento o circulación progresiva.
- Condición 6: Accidentes frecuentes.
- Condición 9: Combinación de las condiciones anteriores.

3.5. Tipo de semáforos.

3.5.1. Clasificación.

La siguiente clasificación se basa en los mecanismos de su operación y forma de control:

a) Semáforos para vehículos

- semáforos fijos o pre sincronizados.
- Semáforos sincronizados por el tránsito.
- Semáforos adaptados al tránsito.

b) Semáforos para peatones

c) Semáforos especiales

- Semáforos de destellos o intermitente.
- Semáforos para regular el uso de carriles.
- Semáforos para paso de vehículos de emergencia.
- Semáforos para indicar la aproximación de trenes.
- Semáforos para regular el uso de carriles de peaje.

Las entidades u órganos responsables del tránsito vehicular, deben efectuar los estudios de ingeniería vial correspondientes, para determinar el tipo de semaforización a implementarse en determinada vía, en función a su importancia y volumen del tránsito vehicular. En lo que respecta a la operación de los semáforos en zonas urbanas, las indicadas entidades u órganos responsables, deben coordinar entre sí para que el funcionamiento de los

semáforos sea sincronizado cualquiera sea la distancia a la que se encuentren uno del otro, a fin de contribuir al orden y el adecuado flujo vehicular, y evitar congestiones u otros problemas que se ocasionan como consecuencia de la desincronización o falta de coordinación en el funcionamiento de los semáforos. (Resolución directoral 16-2016-MTC/14).

3.5.2. Semáforos para vehículos.

Tienen por finalidad controlar el tránsito vehicular, operan como fijos o pre-sincronizado; parcialmente sincronizados por el tránsito vehicular; o totalmente sincronizados por el tránsito vehicular.

Las indicadas formas de operación se adoptan en función al volumen del tránsito vehicular y la importancia de las vías materia de control mediante este sistema. (Resolución directoral 16-2016-MTC/14).

3.5.3. Semáforos fijos o pre sincronizados.

Son aquellos que cuentan con una programación de intervalos y secuencia de fases preestablecidos no accionados por el tránsito vehicular.

El programa que rige sus características de operación tales como duración del ciclo, desfase, y otros, pueden ser modificados. (Resolución directoral 16-2016-MTC/14).

3.5.4. Semáforos sincronizados por el tránsito.

Son aquellos cuyo funcionamiento es sincronizado en todos los accesos a una intersección, en función a las demandas del flujo vehicular y disponen de medios (detectores de vehículos y/o peatones) para ser accionados por éste. (Resolución directoral 16-2016-MTC/14).

3.5.5. Semáforos adaptados al tránsito.

Denominados también Semáforos Inteligentes, son aquellos cuyo funcionamiento es ajustado continua y automáticamente en todos los accesos a una intersección, de acuerdo a la información sobre el flujo vehicular que colectan los detectores de tráfico y envían la información sobre la secuencia de fases, intervalos de fases, ciclos y/o desfases, a una Estación Central o Control Maestro. (Resolución directoral 16-2016-MTC/14).

3.5.6. Semáforos para peatones.

Tienen por finalidad controlar los pasos peatonales, de tal forma que el peatón tenga tiempo suficiente para pasar una vía a través de un cruce peatonal.

Con tal finalidad los lugares donde se instalen semáforos peatonales, deben complementarse con la respectiva demarcación en el pavimento.

Los semáforos para paso peatonales incluyen los correspondientes a los usuarios con movilidad reducida, en cuyo caso debe complementarse con las respectivas rampas de acceso.

La implementación de semáforos con dispositivos sonoros, facilita el uso de la infraestructura existente a personas con limitación visual.

Los dispositivos sonoros contemplan el uso de formas de comunicación no visual, tales como ondas sonoras, superficies para el reconocimiento al tacto, o dispositivos vibrantes. (Resolución directoral 16-2016-MTC/14).

3.5.7. Semáforos especiales.

Su instalación tiene por finalidad normar y controlar las siguientes situaciones singulares o especiales. (Resolución directoral 16-2016-MTC/14).

3.5.8. Semáforos de destellos o intermitentes.

Son aquellos que tienen una o más lentes de color amarillo o rojo que se iluminan intermitentemente, y tiene por finalidad advertir sobre situaciones especiales, tales como la presencia de peligro, regular velocidades, controlar intersecciones o dar indicación de "PARE". (Resolución directoral 16-2016-MTC/14).

Para la utilización de los indicados semáforos, se tendrá en consideración entre otros lo siguiente:

- Para indicar obstrucciones que existan en la superficie de rodamiento o inmediatamente adyacente a ella.
- Como complemento anticipado junto con señales preventivas.
- Para advertir el cruce de peatones a mitad de cuadra.
- En intersecciones donde se requiere cruzar con precaución.
- Como complemento a la señal reglamentaria de "PARE" (luz roja intermitente) o "CEDA PASO" (luz amarilla intermitente).

3.5.9. Semáforos para regular el uso de carriles.

Son aquellos que tienen por finalidad regular el uso de carriles de una vía, cuando debido a las variaciones del flujo del tránsito de doble circulación, se pueden utilizar ciertos carriles para el movimiento en un sentido durante unas horas y para el sentido opuesto durante otras horas.

Estos dispositivos se distinguen por tener semáforos sobre cada uno de los carriles y por su forma y símbolo diferente (flecha apuntando hacia abajo y un aspa en forma de equis `X') y generalmente se usan señales complementarias para explicar su finalidad y funcionamiento.

El sentido de circulación de vehículos de un carril, solo deberá invertirse o hacerse reversible después de que un estudio de ingeniería vial, demuestre la necesidad de dicho tipo de circulación y que puede funcionar en forma eficaz y segura. (Resolución directoral 16-2016-MTC/14).

3.6. Principales características y configuración de los indicadores de los semáforos.

3.6.1. Forma y color de los indicadores del semáforo.

Los indicadores de los semáforos son circulares o en flecha, además se usan contadores en semáforos fijos.

En semáforos para peatones o semáforos especiales puede haber excepciones.

Las luces que emiten los indicadores de los semáforos son los siguientes:

- **Luz circular verde fijo:** vehículos que reciben una luz circular verde fijo pueden continuar de frente, girar a la derecha o girar a la izquierda, excepto cuando cualquiera de estos movimientos esté restringido
- **Luz flecha verde fija:** vehículos que reciben una FLECHA VERDE pueden continuar con precaución únicamente en la dirección de la flecha y desde el carril que esta flecha controla.
- **Luz circular amarilla fija:** vehículos que reciben una luz circular amarilla fija deben parar.
- **Luz circular roja fija:** vehículos que reciben una luz circular roja fija están prohibidos de pasar.
- **Luz flecha roja fija:** vehículos que reciben una flecha roja fija están prohibidos de pasar.

- **Luz circular roja o flecha roja intermitente:** vehículos que reciben una luz circular roja o flecha roja intermitente, deben parar por completo y luego continuar de frente, girar a la derecha o a la izquierda con precaución, para evitar colisiones con otro vehículo que puede aproximarse en la intersección.

3.6.2. Posición de los indicadores dentro del semáforo.

La posición de los indicadores en los semáforos debe ser estándar, en tal sentido las caras de un semáforo estarán dispuestas en línea recta vertical u horizontal.

En la cara de los semáforos, la luz roja va en la posición superior, la luz amarilla o ámbar en la posición central y la luz verde en la posición inferior cuando el semáforo este en posición vertical, y cuando está en posición horizontal, la luz roja va colocado al lado izquierdo seguido de la luz amarilla o ámbar y del color verde.

En la Figura 32 se muestra un ejemplo de disposición estándar de los indicadores de semáforos.

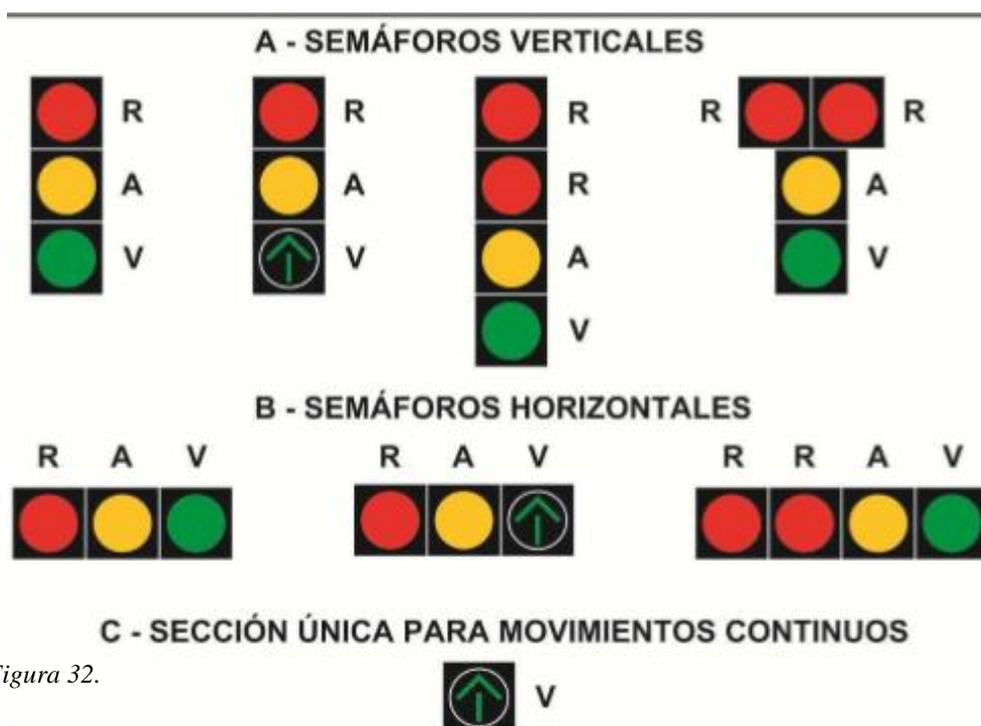


Figura 32.

3.7. Controlador de tránsito inteligente SBC 247/8.

3.7.1. características técnicas SBC 247/8.

El controlador de tránsito SBC 247/8, cuenta con ocho (08) grupos de señal independientes, cada grupo de señal está formado por 3 salidas independientes y programables a su vez, totalizando 18 señales de salida independientes, de acuerdo a la siguiente configuración:

- De 2 a 8 grupos
- De 2 a 7 grupos, distribuidos en: 5 grupos vehiculares + 1 grupo peatonal + 1 grupo para giro.
- De 2 a 8 grupos, distribuidos en: 4 grupos vehiculares + 2 grupos peatonales + 2 grupos para giro.
- De 2 a 9 grupos, distribuidos en: 4 grupos vehiculares + 1 grupo peatonal + 4 grupos para giro.
- De 2 a 10 grupos, distribuidos en: 3 grupos vehiculares + 2 grupos peatonales + 5 grupos para giro.
- De 2 a 11 grupos, distribuidos en: 3 grupos vehiculares + 1 grupo peatonal + 7 grupos para giro.
- De 2 a 12 grupos, distribuidos en: 2 grupos vehiculares + 2 grupos peatonales + 8 grupos para giro.

En la Figura 33 se muestra un ejemplo de la configuración de grupos del controlador de semáforo SBC 247/8.

GRUPOS /FASES	VEHICULARES	PEATONALES	GIROS	
			DERECHA	IZQUIERDA
8 grupos				
8 grupos				
8 grupos				
6 grupos				
5 grupos				
5 grupos				
3 grupos				

Figura 33. ejemplo de la configuración de grupos del controlador de semáforo SBC 247/8.

3.7.2. Modos de funcionamiento del controlador SBC 247/8.

➤ **Aislado.**

permite trabajar el controlador en forma local, aislado, es decir en forma independiente y autónoma.

➤ **Sincronizado.**

permite, mediante la conexión en topología bus, el sincronismo de los controladores (puerto de comunicación rs-485) funcionar con dos o más controles para generar olas verdes.

➤ **Actuado.**

permite conectar detectores vehiculares, cámaras de video, o pulsadores manuales, los cuales permitirán evaluar el flujo vehicular o peatonal, a fin de: “extender el tiempo de fase”, ó “activar una fase adicional al ciclo” (fase de giro)

➤ **Computarizado.**

permite establecer la comunicación bi direccional entre el controlador y un centro de control computarizado, recibiendo planes y programas, dependiendo de la demanda vehicular y/o peatonal; paralelamente el controlador envía información al centro de control del flujo vehicular, peatonal y/o datos del control, para que el sistema actúe, es decir se adapte al tránsito “sistema inteligente de tránsito”

3.7.3. Fases o movimientos del controlador SBC 247/8.

Cada fase o movimiento vehicular, peatonal o de giro, estará en función al tipo de intersección, sea simple, intermedia o compleja, independientemente del modo de operación, es decir: local aislado, sincronizado, centralizado o computarizado. Todos los controladores SBC 247/8 por seguridad inician su programación con la limpieza de la intersección, denominado "Todo Rojo", con un tiempo pre-programado de 2 segundos (el cual es modificable), posteriormente continua la secuencia del programa con el cambio a luz verde para la avenida principal, seguido de ámbar (pre-programado a 3 segundos), para luego terminar con la luz roja y así iniciar la siguiente fase.

El ciclo se completará, cuando todas las fases o movimientos hayan sido ejecutadas (el encendido de luz verde de todos los grupos de semáforos en el circuito), comenzando nuevamente un nuevo ciclo de semáforos.

3.7.4. Características principales del controlador SBC 247/8.

Este sistema es el esfuerzo y la dedicación para mejorar la versión anterior, esta versión ya viene con toda la funcionalidad deseada, en cuanto a controladores modernos y seguros se necesita. El trabajo de este controlador está basado en una función de seis fases independientes.

Con este controlador puedes realizar todos los trabajos que necesitas dentro de una intersección, su funcionamiento permite trabajar en tres modelos diferentes, estos modelos son:

- Modo Aislado- sincronizado.
- Modo Actuado por detectores.
- Modo computarizado.

3.7.4.1. Modo aislado - sincronizado.

Es el modelo de funcionamiento en que el controlador trabaja en forma aislada o sola, pero si está conectado a una red de controladores, tiene la posibilidad de sincronizarse, ya sea por una orden del controlador maestro que en este caso es el controlador 1 (en una red de controladores cada controlador tiene un ID que es único para cada controlador y dependiendo del protocolo con el que trabaja puede ser un único número protocolo MODBUS, o un grupo de números protocolo TCP/IP) el controlador 1 o maestro se sincroniza con los demás controladores esclavos a las 8:00 am. O en su defecto cuando alguien presiona la tecla del controlador 8, también podemos generar una sincronización desde el centro de control utilizando el servidor SBC-SERVER. En este tipo de funcionamiento podemos desarrollar hasta 12 planes diarios.

3.7.4.2. Modo actuado por detectores.

Este modelo de funcionamiento depende del servidor SBC-SERVER, el servidor es el que procesa la información que recolecta el controlador cada cierto tiempo, a cada fin de ciclo exactamente el controlador envía al servidor la cantidad de vehículos que pasó por los carriles censados, entonces el servidor, tiene todo el ciclo siguiente para hacerle llegar la información al controlador, con los planes que debe funcionar, en esta información va la cantidad de tiempo necesario que estará la fase activa en verde (duración del tiempo verde).

Con este tipo modelo de funcionamiento no se necesita planes ni horarios, los planes y horarios se van creando en el acto, con la información que le envía el controlador al servidor SBC-SERVER, este tipo de funcionamiento es excelente para intersecciones de mucha fluidez, y que varían su carga vehicular de forma brusca.

3.7.4.3. Modo computarizado.

El modo computarizado también depende del servidor SBC-SERVER, ya que este modelo trabaja con planes y horarios establecidos y distribuidos en el servidor, (el servidor tiene todos los planes y las lógicas de funcionamiento) el cliente solo interpreta las ordenes que le da el servidor y de esta manera genera sus planes dependiendo en todo momento del servidor.

Qué pasa cuando se pierde contacto con el servidor, los dos modelos de funcionamiento, el modo actuado y el modo computarizado, funcionan con los datos que tienen en memoria, por lo tanto, si pierden contacto con el servidor SBC-SERVER seguirán funcionando normalmente, hasta que el servidor les tome el control, nuevamente.

3.7.5. Programación de horarios de acuerdo a las necesidades

El usuario puede configurar los horarios de acuerdo a sus necesidades, a qué hora inicia un programa determinado, y a qué hora termina, puede configurar por teclado 8 programas diarios, por software puede programar hasta 12 programas diarios, esto hace a la semana un promedio de 144 en una semana, suficiente cantidad de programas para cumplir con la necesidad de semaforización de una intersección con densa carga vehicular.

3.7.6. Creación de olas verdes.

La creación de olas verdes es una necesidad, hoy por hoy importante, el controlador SBC 247/8 cuenta con el software necesario para realizar esta acción en forma independiente y práctica. Ya sea manteniendo el control desde un centro de control, o asignando a un controlador como maestro y los demás como esclavos.

3.7.7. Programación de fases.

Los tipos de programación que se puede hacer con este controlador, dependen en todo momento de las necesidades que tienes que salvar, podemos especificar la cantidad de fases que queremos activar, ya sean peatonales y vehiculares, como también pueden ser las fases de giro.

Para mayor detalle veamos los siguientes modelos de programación, de una configuración estándar

En la Figura 34,35, se muestra un ejemplo de la configuración de grupos del controlador de semáforo SBC 247/8.

Grupos /Fases	Vehiculares	Peatonales	Giros	
			derecha	izquierda
1. Cuatro fases vehiculares 2. Dos fases peatonales 3. Dos fases de giros				
1. Cuatro fases vehiculares 2. Dos fases peatonales 3. Una fase de giro				
1. Cuatro fases vehiculares 2. Dos fases peatonales				
1. Cuatro fases vehiculares 2. Una fase peatonal				
1. Cuatro fases vehiculares				

Figura 34. Ejemplo de programación de fases.

3. Una fase de giro				
1. Tres fases vehiculares 2. Dos fases peatonales				
1. Tres fases vehiculares 2. Una fase peatonal				
1. Tres fases vehiculares				
1. Dos fases vehiculares 2. Dos fases peatonales				
1. Dos fases peatonales 2. Una fase peatonal				
1. Dos fases peatonales				

Figura 35. Ejemplo de programación de fases.

3.7.8. controlador maestro.

este equipo será el cerebro de todo el sistema, este equipo permitirá controlar el sistema de semaforización de acuerdo a la necesidad y horarios acorde al flujo vehicular.

3.7.8.1. Características generales.

Los controladores serán del tipo actuados, donde las placas de los detectores de tráfico deben ser parte del controlador y se alojará en el mismo gabinete del controlador.

Se admite la estrategia de control por intervalos luminosos.

En esta especificación, los requisitos fueron descritos considerando que la estrategia adoptada sería el control por etapas. por tanto, en el caso de una propuesta basada en otra estrategia de control, la misma debe ser capaz de permitir que todos los requisitos funcionales que están siendo determinados para la estrategia de control por etapas.

Desde que los requisitos funcionales sean cumplidos, no habrá predilección por cualquiera de estas estrategias.

El controlador debe ser capaz de trabajar asociado, al menos 04(cuatro) secciones de detección.

Las programaciones deber caracterizarse por un conjunto de tiempos para cada color del semáforo, los modos de operación y tabla de horarios de cambio de planes.

3.7.8.2.Modos de operación

Los controladores deber tener al menos los siguientes modos de operación.

➤ **Intermitente:**

La condición de intermitente, debe ser seleccionable, por grupo de semáforos, entre ámbar o rojo intermitente y entre los peatones entre rojo o verde intermitente o apagado.

➤ **Manual:**

Intercambios de etapas son establecidas por actuación manual en el panel del controlador, siempre manteniendo, para efecto de seguridad, los valores de verlo mínimo.

➤ **Fijo:**

El controlador debe seguir una programación interna, manteniendo tiempos fijos especificados por el plan de tráfico vigente en el momento.

El controlador debe seguir un plan de sincronización establecido en nivel de un grupo de cruces. La sincronización de los controladores debe garantizarse a través de la sincronización de los relojes internos de los CLs(Controladores locales). Los relojes deberán sincronizarse a través de la red de comunicación GPRS/GSM. Cada controlador debe mantener almacenados los datos de los planes, como los horarios de cambio de los planes.

➤ **Actuado:**

El equipo deberá funcionar conectado a los detectores (enlaces de inducción Y/O ojales) y realizar una operación lógica interna, lo que permite distribuir el tiempo de verde de acuerdo con la demanda de tráfico.

El ciclo debe ser variable o fijo. El ciclo fijo debe ser implementado a los casos en que además de la acción, es necesaria sincronización.

➤ **CENTRALIZADO**

Los controladores que serán proporcionados deben permitir la conexión a una central de control operacional con Software de control adaptativo en tiempo real existe, a través de la tarjeta de comunicación de datos vía Ethernet, GPRS/GSM Y/O Fibra Óptica.

Los modos de operación deben tener prioridad decreciente en orden enviada.

- Intermitente
- Manual
- Fijo
- Central
- Actuado

Órdenes en conflicto de cambio de modo deben llevar el controlador al modo de operación de mayor prioridad.

➤ **Secuencia de colores**

El controlador permitirá la siguiente secuencia de colores para los semáforos de vehículos:

➤ **Verde-verde intermitente -ámbar-rojo-verde**

Para los semáforos de peatones la secuencia será:

➤ **Verde-rojo intermitente-rojo-verde.**

La conmutación de las señales debe ser realizada sin que se produzcan intervalos con situaciones visibles de luces apagadas o verde conflictivos, o con “flagging” (dos o más colores del semáforo iluminadas al mismo tiempo)

El periodo entre verdes del controlador deberá tener la siguiente composición:

Para las fases de vehículos:

➤ **Verde-verde intermitente-ámbar-rojo-verde**

El periodo entre verdes coincide con el tiempo de ámbar, más el tiempo de bloqueo total, es decir, rojo para todas las fases conflictivas.

Para las fases peatonales:

➤ **Verde-rojo intermitente-rojo-verde**

3.7.8.3.DESCRIPCIÓN FUNCIONAL

➤ **Modo Manual**

Para la operación manual, el operador debe accionar un sistema (interruptor, botón o introducir un plug) especial en el panel del controlador. Desde este momento, los cambios de etapa estarán condicionados al operador, respetando las condiciones de seguridad, pre-programados en el controlador.

➤ **Modo intermitente**

El equipo debe tener un circuito independiente llamado Módulo intermitente por Hardware. Deberán hacer parte de este módulo las contactoras para el enclavamiento de seguridad de los circuitos de los focos verdes en los módulos de potencia.

Este estado pondrá todos los grupos focales vehiculares de la intersección en ámbar o rojo, intermitente, y los peatonales pueden ser apagados o colocados en rojo intermitente. Este estado puede ser alcanzado como sigue:

- Requisición de interruptor en el panel de facilidades.
- Fallo del control por hardware o software.
- Cuando la situación de verde conflictiva sea detectada. Esta detección, por razones de seguridad, debe hacerse de dos maneras, una de hardware y otra por software.

- Cuando la situación de verde conflictiva sea detectada. Esta detección, por razones de seguridad, debe hacerse de dos maneras, una de hardware y otra por software.

Debe ser posible configurar el Software de programación a través de una "Tabla de verde conflictivos, que tendrán la función de indicar cuales grupos semafóricos pueden tener verdes simultáneos y cuales grupos no pueden tener verdes simultáneos.

Tabla de verdes conflictivos a través del Software debe ser especifica e independiente de tablas de asociación de los grupos semafórico X etapas. No se aceptarán soluciones para deducir la tabla de verdes conflictivos a partir de la tabla de grupos semafórico X etapas.

- Requisición a través de un horario pre programado.
- Requisición externa a través del comando de la central.
- La frecuencia de intermitencia debe ser de 1 HZ, siendo 0,5 Seg de luces prendidas y 0,5 Seg luces apagadas.
- La condición intermitente deberá proseguir mismo sin la presencia de la placa UCP (Unidad Central de Proceso), y de los módulos de potencia.

➤ **Modulo Fijo**

El controlador en modo fijo deberá operar de acuerdo con los valores previamente programados. Cada plan de esta programación se caracteriza por un conjunto fijo de tiempos.

El controlador que opera en este modo debe ofrecer las siguientes posibilidades:

- Almacenamiento independiente de al menos 100(cien) planes de tráfico, siendo uno de estos intermitentes.
- Almacenamiento independiente de 100(cien) eventos de cambios de planes a través de tabla de horarios, cada uno de los cuales puede ser programado para el día(s) de la semana, hora, minuto y segundo de la siguiente manera:
- Hasta (6) etapas, en el caso de controlador opere la estrategia 0 16 intervalos caso en que el controlador opera según estrategia de intervalos.
- Hasta 16 grupos semafóricos.

Debe ser posible imponer un plan, simultáneamente, a todos los controladores en una red (incluso para el mismo controlador maestro) desde un controlador cualquier de la misma red, a través de un comando específico.

Los retrasos de planes deben garantizarse aun cuando el plan sea impuesto.

El controlador debe ser programado con los siguientes parámetros:

- Tiempo verde (por fase y plan) -01 Seg a 254 Seg, en pasos de 1 Seg.
- Tiempo verde intermitente (por fase) -01 Seg a 0,8 Seg.
En pasos de 1 Seg.
- Tiempo ámbar (por fase)-01 Seg a 0,8 Seg, en pasos de 1 Seg

- Tiempo de bloqueo total (por fase)- 01 Seg a 08 Seg, en pasos de 1 Seg
- Fases peatonales
- Etapas dependientes de la demanda

El tiempo de ciclo de cada plan será determinado por la suma de los tiempos de verde más verde intermitente más ámbar más bloqueo general de todas las fases activadas.

La temporización de las fases, para cualquiera de los planes debe ser derivada de un reloj digital controlado por un cristal o sincronizado a la frecuencia de la red y actualizada automáticamente con los demás controladores, a través de la red de comunicación de datos.

En caso de fallo de energía eléctrica, la configuración y tiempos de los planes, como los horarios de cambio de planes, se debe mantener en la memoria no volátil.

➤ **Modo Actuado/ Modo Accionado**

El controlador debe tener el principio de funcionamiento basado en variaciones en el tiempo de verde, asociado con una etapa particular de la señalización entre un valor mínimo y un valor máximo, ambos programables. De la duración mínima de verde, serán adicionales extensiones de verde, accionadas por la detección de vehículos en las vías de circulación con derecho de paso o la demanda de los peatones por el ojal.

Vencido el tiempo de extensión deberán registrarse el pedido de las solicitudes que no fueron cumplidas.

En este modo, el controlador puede tener ciclos fijos o variables. El ciclo fijo puede ser usado en casos donde además de la actuación sea necesaria la sincronización entre múltiples controladores.

Debe ser posible programar las etapas “normales” (indispensables) que ocurrirán siempre en todos los ciclos, mientras que las dispensables deben omitirse en el ciclo en que no exista registro de la demanda (por los detectores de vehículos o detectores de peatones) en la memoria de controlador.

Cada etapa podrá ser configurada, para cada plan, en una de las siguientes opciones (excepto la primera etapa que será en modalidad “normal”)

- Etapa dependiente de la demanda (no necesario) fijo.
- Etapa dependiente de la demanda (dispensable) variable.
- Etapa normal (indispensable) fijo.
- Etapa normal (indispensable) variable.

El controlador debe permitir que lógicas de detección distintas para cada plan, que une los detectores a etapas distintas.

Los controladores electrónicos de tráfico deben tener la opción de implantación de módulos detectores, los cuales deberían ser “Plug-In”. Los controladores Electrónicos de tránsito deben cumplir con las siguientes capacidades de configuraciones mínimas:

➤ Controladores de 04 fases:

- 01 slot del módulo detector “Plug-in”
- 04 entradas de ojales
- 04 entradas de detectores de loops (enlaces inductivos o virtuales)

➤ Controladores de 08 fases:

- 02 slots para módulos detectores “plug in”
- 04 entradas de ojales
- 08 entradas de detectores loops (enlaces inductivos o virtuales)

➤ Controladores de 12 fases:

- 04 slots para módulos detectores tipo “plug in”
- 04 entradas de ojales
- 16 entradas de detectores de loops (enlaces inductivos o virtuales)

➤ Controladores de 16 fases:

- 04 slots para módulos detectores fijos “plug-in”
- 04 entradas de ojales
- 16 entradas de detectores de loops (enlaces inductivos o virtuales)

Las entradas de los ojales deben ser aislados por acoplamiento óptico independiente del número de fases, todos los controladores, después de recibir todos los detectores “plug-in” que se exige, deberán estar aptos a recibir módulos detectores del tipo extensores, siendo cada módulo con capacidad mínima de 4 detectores.

➤ Los controladores deberán poseer capacidad mínima de:

- 100 planes de tráfico
- 100 eventos de cambios de planes por día

➤ **Modo centralizado**

El controlador deberá operar de manera centralizada que permita, a partir de la central, las operaciones de monitoreo y programación y ejecución de comandos.

Los controladores deben entre otras , ofrecer las siguientes posibilidades:

Configurar una sub-área de semáforos con el fin de permitir que un conjunto de controladores de tráfico sea considerado como una sub-area, que posee características similares y,

Por la tanto, se puede tratar con parámetros idénticos, por ejemplo, ciclo, Offset, Horario de entrada de plan, etc.

Programar los controladores locales a la computadora central.

Ver en tiempo real de funcionamiento de los controladores de la red.

Forzar a cualquier tiempo la entrada de un plan que, puede ser almacenado en el controlador, como puede ser realizado desde la central. El comando de la entrada en funcionamiento del plan se logrará a través de comandos simplificado.

Permitir la supervisión constante de los controladores conectados a la red, reportando cualquier defecto o cambiando el estado de ellos de forma automática, a través de señal audible y el mensaje en la pantalla del terminal.

Permitir el procedimiento de los datos de los lectores, informando la tasa de ocupación y el conteo de los vehículos.

ajustar los relojes de todos los controladores en la red a intervalos regulares.

Los planes de tráfico ejecutados por el controlador serán aquellos contenidos en la tabla de horario de entrada planes de la Central de Control, independientemente, de la tabla de cambio de planes del controlador.

Todos los planes residentes en el controlador deben ser copiados a la central de tránsito, operando, así como un backup de los planes.

Con excepción de la inserción del número del controlador, todas las funciones relevantes para el programador, deben ser también realizadas por la central de control de tráfico

➤ **Sincronización entre controladores.**

La coordinación entre los controladores debe garantizarse mediante la sincronización De los relojes internos de los controladores.

La sincronización de la red de comunicaciones debe hacer Hacer que todos los controladores tengan la misma hora, derivada de uno de los controladores.

En caso de fallo de energía ser prevista una batería que alimentan los circuitos de reloj, Y memorias durante al menos 60 horas continuas. La frecuencia de acierto de los relojes, A través de la red de comunicación, Debe ser automática, incluyendo los detalles del día de la semana, hora, minuto y segundos del día. Cada controlador debe, en la secuencia, confirmar los datos recibidos con la unidad que lo enviaron.

➤ **Red de comunicación de datos.**

Cada controlador debe tener incorporado en su construcción la capacidad de conectarse a una red de comunicación de datos inalámbricos apropiados para un entorno de control de tráfico.

La red debe ser de bajo costo y de fácil instalación, para minimizar las obras civiles y estará compuesto por módulos de comunicación Ethernet FO y/o GPRS/GSM. La red debe permitir la conexión de al menos 200 puntos de conexión.

3.8. Resultaos de la propuesta de implementación.

3.8.1. Plan horario 2 en función a la propuesta.

Tabla 30.

Plan horario semanal y programación de tiempos para el controlador de tráfico, diseñado para las 03 intersecciones semaforizadas.

Días	Plan	Tipo	Hora inicio	Hora fin	Ciclo	Fase 1(Seg)	Fase 2(Seg)	Fase 3(Seg)
L – M – M – J – V	1	Valle 0	00:00 p.m	6:00 a.m	Estado	Intermitente	Intermitente	Intermitente
L – M – M – J – V	2	Valle 1	6:00 a.m	7:00 a.m	70	40	15	15
L – M – M – J – V	3	Punta 1	7:00 a.m	9:00 a.m	150	95	30	25
L – M – M – J – V	4	Punta 2	9:00 a.m	12:00 p.m	150	95	30	25
L – M – M – J – V	5	Valle 2	12:00 a.m	14:00 a.m	150	95	30	25
L – M – M – J – V	6	Valle 3	14:00 p.m	19:00 p.m	150	95	30	25
L – M – M – J – V	7	Punta 3	19:00 p.m	22:00 p.m	150	95	30	25
L – M – M – J – V	8	Valle 4	22:00 p.m	00:00 a.m	70	40	15	15
S – D	1	Valle 0	00:00 p.m	06:00 a.m	Estado	Intermitente	Intermitente	Intermitente
S – D	2	Valle 1	06:00 a.m	22:00 p.m	150	95	30	25
S – D	3	Valle 2	21:00 p.m	00:00 a.m	70	40	15	15

La tabla N°30. detallas la programación de tiempos programados para el control de tráfico de acuerdo a un horario establecido teniendo en cuenta la demanda vehicular en hora punta.

Tabla 31.

eficiencia en la programación del controlador de tráfico según el plan horario de mejora para las tres intersecciones.

Día	Plan	Tipo	Hora inicio	Hora fin	Tasa de llegada Por factor	Tasa de servicio por factor	Eficiencia
L – M – M – J – V	1	Valle 0	00:00 p.m	6:00 a.m	Intermitente	Intermitente	Intermitente
L – M – M – J – V	2	Valle 1	6:00 a.m	7:00 a.m	2.80	29.78	9%
L – M – M – J – V	3	Punta 1	7:00 a.m	9:00 a.m	52.3	70.23	74%
L – M – M – J – V	4	Punta 2	9:00 a.m	12:00 p.m	52.3	70.23	74%
L – M – M – J – V	5	Valle 2	12:00 a.m	14:00 a.m	52.3	70.23	74%
L – M – M – J – V	6	Valle 3	14:00 p.m	19:00 p.m	52.3	70.23	74%
L – M – M – J – V	7	Punta 3	19:00 p.m	22:00 p.m	52.3	70.23	74%
L – M – M – J – V	8	Valle 4	22:00 p.m	00:00 a.m	2.80	29,.78	9%
S – D	1	Valle 0	00:00 p.m	06:00 a.m	Intermitente	Intermitente	Intermitente
S – D	2	Valle 1	06:00 a.m	22:00 p.m	52.3	70.23	74%
S – D	3	Valle 2	21:00 p.m	00:00 a.m	2.80	29.78	9%

La tabla N° 31. Detalla la eficiencia del sistema de mejora en la programación en función a los horarios con mayor afluencia vehicular en los horarios de 7:00 a.m a 9:00 a.m, 12:00 a.m a 14:00 p.m, 19:00 p.m a 22:00 p.m.

3.8.2. evidencia de la mejora después de la propuesta con un nuevo plan horario establecido de acuerdo a las necesidades de afluencia vehicular en la Prol. Tayabamba, Jr. los Sauces, Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane de la ciudad de Cajamarca.



Figura 36. Descongestionamiento vehicular Prol. Tayabamba - Jr. Los sauces.



Figura 37. Descongestionamiento vehicular Jr. Manuel Seoane – Av. Hoyos Rubio.

Nota: con los equipos propuestos y de acuerdo al nuevo plan de programación tendremos una eficiencia en el sistema de 74%. esta programación está dada en función al análisis hecho ante la problemática estudiada en la zona, el análisis estuvo dado por la técnica de la teoría de colas una técnica que se alinea a nuestro problema de investigación el resultado de este análisis esta dado en función a la eficiencia de trabajo del equipo de semaforización encargado de controlar el tránsito vehicular.

3.9. Requerimiento de equipos para la implementación de mejora del sistema de semaforización en la Prol. Tayabamba, Jr. los Sauces, Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane de la ciudad de Cajamarca.

La implementación está basada en tres intersecciones.

Las cuales detallamos a continuación:

- Prolongación Tayabamba con el Jr. Los sauces.
- Jr. Revilla Pérez, Jr. Dos de mayo y el Jr., Manuel Seoane.
- Avenida Hoyos Rubio con el Jr. Manuel Seoane.

3.9.1. Requerimiento de equipos para la intersección.

3.9.1.1. Prolongación Tayabamba y el Jr. Los sauces.

➤ Tipo de intersección cruz doble – simple.

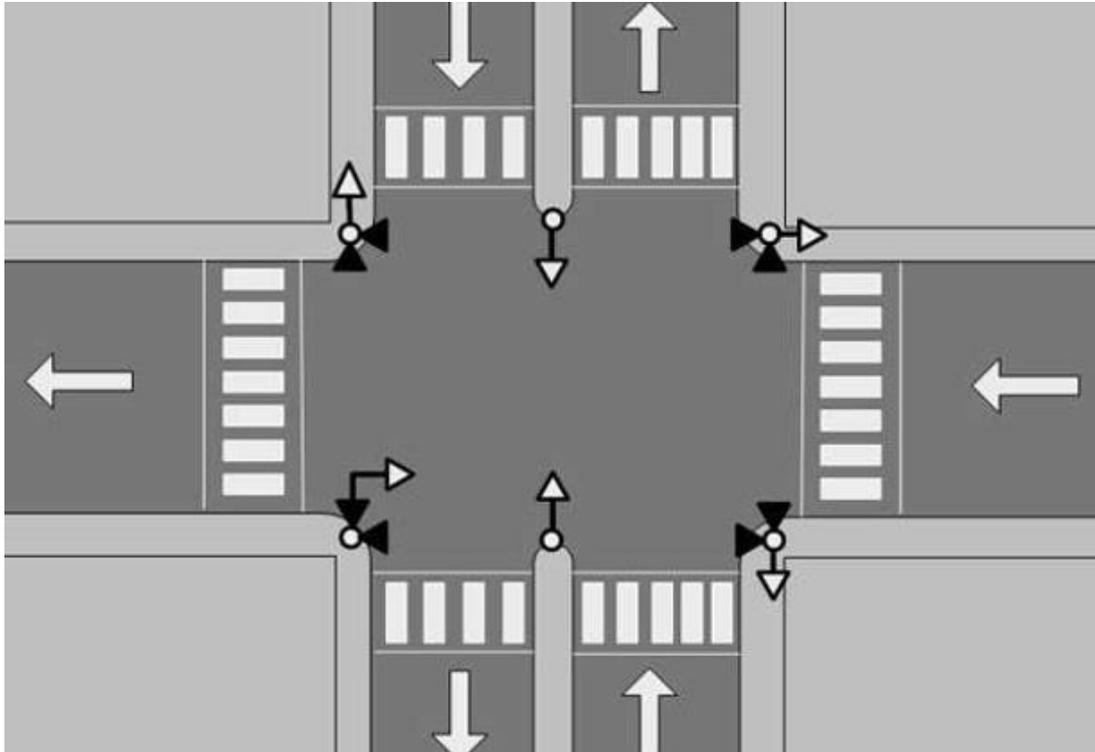


Figura 36. Intersección, Prolongación Tayabamba con el Jr. Los sauces, esta intersección.

- 03 caras de semáforos tipo led.
- 06 semáforos peatonales (+02 opcionales).
- 01 controlador de tráfico SBC 247/8.

NOTA: En este tipo de intersección se puede configurar tres grupos de señal, para los semáforos vehiculares, y tres grupos para los semáforos peatonales.

3.9.1.2. Jr. Revilla Pérez, Jr. Dos de mayo y el Jr. Manuel Seoane.

➤ Tipo de intersección cruz doble – simple.

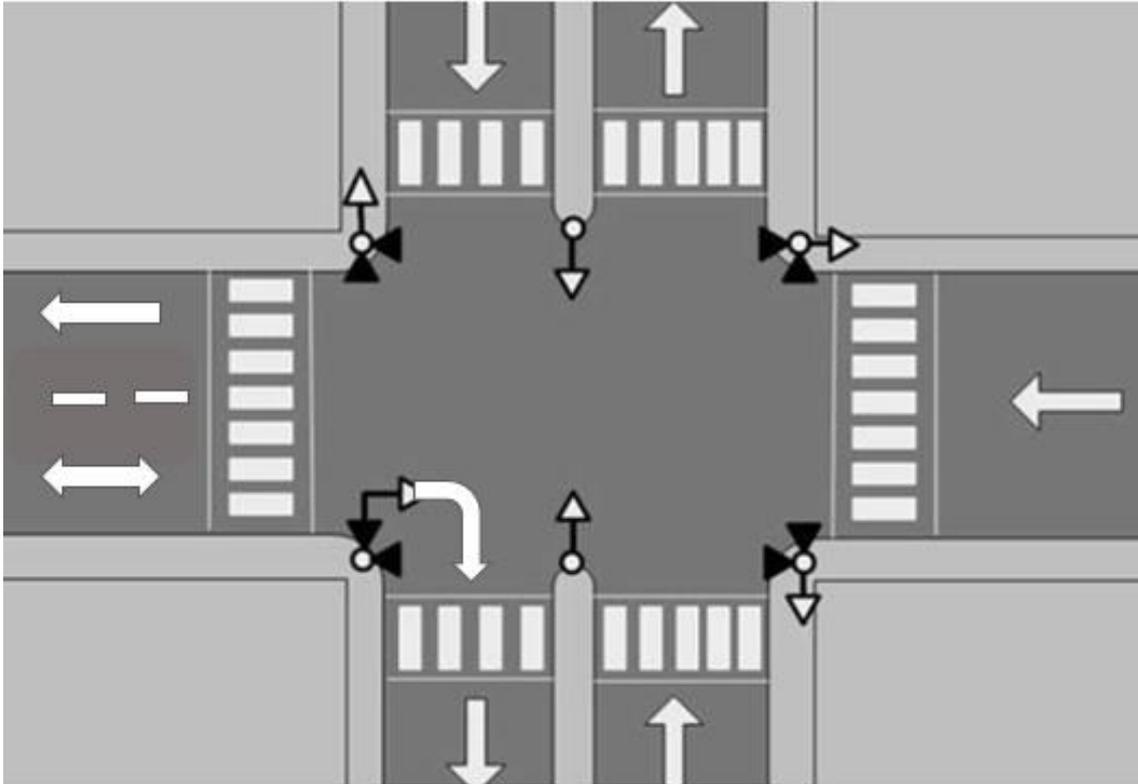


Figura 37. Intersección de Prolongación Tayabamba con el Jr. Los sauces, esta intersección.

- 03 caras de semáforos tipo led.
- 06 semáforos peatonales (+02 opcionales).
- 01 semáforo de giro.
- 01 controlador de tráfico SBC 247/8.
- 01 controlador maestro.

NOTA: En este tipo de intersección se puede configurar tres grupos de señal, para los semáforos vehiculares, y tres grupos para los semáforos peatonales y una señal de giro con sentido a la derecha.

3.9.1.3. Avenida Hoyos Rubio con el Jr. Manuel Seoane.

➤ Tipo de intersección cruz doble – simple

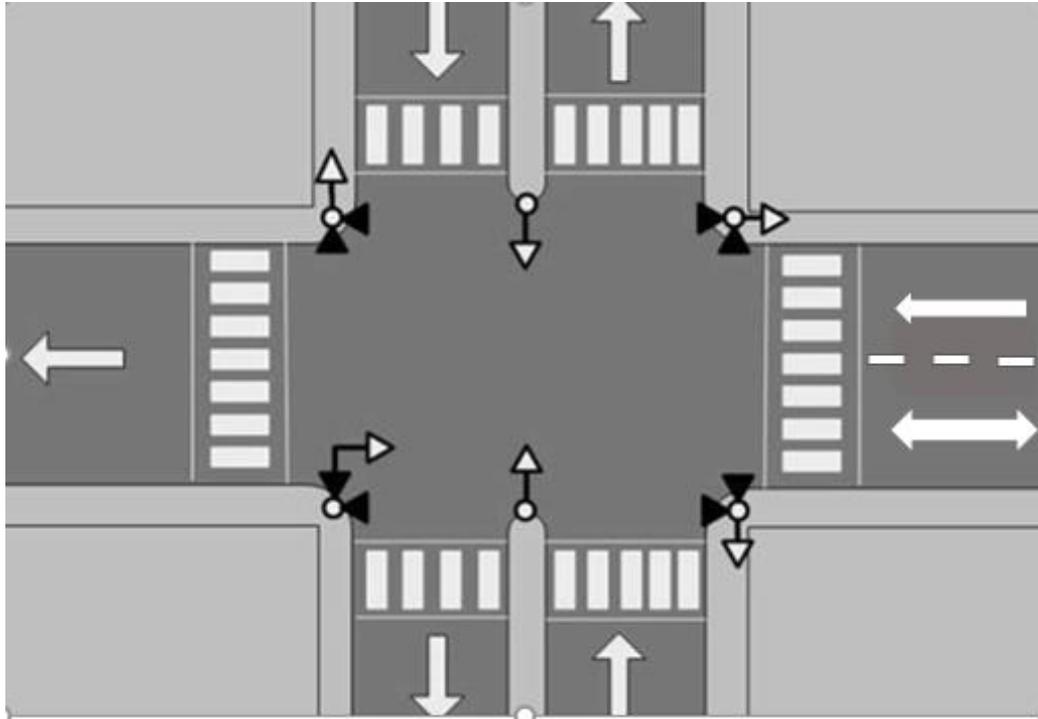


Figura 38. Intersección de Prolongación Tayabamba con el Jr. Los sauces, esta intersección.

- 03 caras de semáforos tipo led.
- 06 semáforos peatonales (+02 opcionales).
- 01 controlador de tráfico SBC 247/8.

NOTA: En este tipo de intersección se puede configurar tres grupos de señal, para los semáforos vehiculares, y tres grupos para los semáforos peatonales y una señal de giro con sentido a la derecha.

3.10. Cambio de sentido de la calle.

El cambio de sentido de calle que proponemos es para mejorar el flujo vehicular en el Jr., Manuel Seoane. El cambio de sentido sería desde el Jr. los pinos hasta la avenida hoyos rubio.

El sentido del tránsito vehicular sería de Norte a Sur.

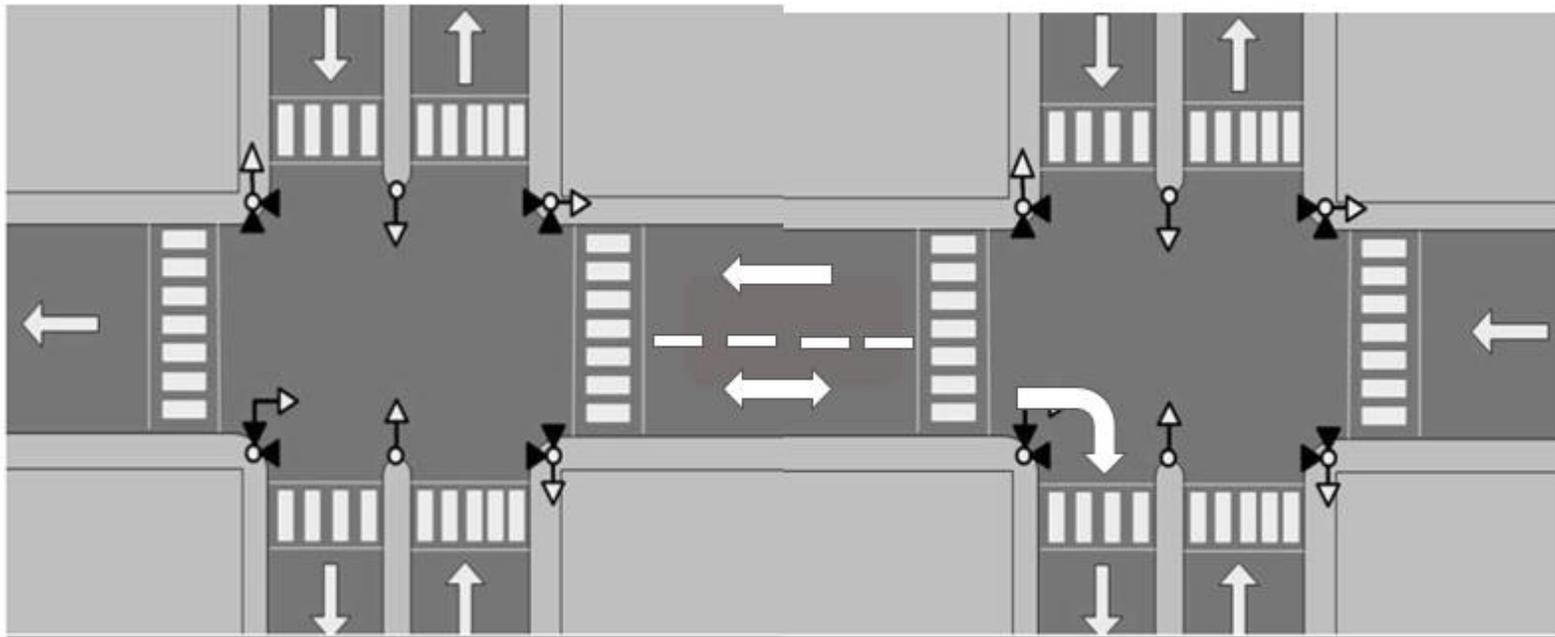


Figura 40. Ejemplo de la manera como trabajaría la calle que está ubicada entre la avenida Hoyos Rubio y el Jr. Revilla Pérez.

Nota: Como funcionaria esta circulación de vehículos, pues este trabajo se encargara de realizarlo el sistema semafórico de todo el Jr. Manuel Seoane ,mediante el control maestro y las luces reguladoras de tráfico, las cuales darán pase y cerraran al mismo cuando el control maestro de acuerdo al plan de control programado para el funcionamiento de semáforos este activo, todo se volverá un sistema automático con ciclo permanente adecuándolo a la necesidad y a las características de la ciudad.

3.11. Resultado 04. Estimar el beneficio de la propuesta en función a costo - benéfico para el funcionamiento de la mejora del proceso de funcionamiento del sistema de semaforización y su influencia en el comportamiento del tránsito vehicular

3.11.1. Evaluación económica.

3.8.1. Inversión.

Para este proyecto se tuvo en cuenta los recursos tangibles, los cuales podemos apreciar en la tabla 30. También detallamos el precio de cada equipo, cada uno de ellos de manera individual y colectivo. esta inversión ara posible plantear el presupuesto necesario para el desarrollo del proyecto de semaforización.

Tabla 32.
inversión para la mejora del sistema de semaforización.

Equipo	Cantidad	Precio unitario S/	Precio total S/
Semáforo vehicular	9	2.089.06	18,801.54
Semáforo peatonal	18	1.086.16	19,550.88
Flecha verde de giro	1	521.55	521.55
Controlador de trafico	3	4.074.22	12,222.66
Controlador maestro	1	4.074.22	4,074.22
Total			55,170.85

Nota: de acuerdo a la tabla 28 de inversión, el costo para la mejora del funcionamiento del sistema de semaforización actual en la zona de estudio en la ciudad de Cajamarca asciende a la suma de S/. 55,170.85 un monto que una entidad pública o privada podría invertir al proyecto antes citado.

3.8.2. Análisis costo beneficio.

Tabla 33.

Análisis costo beneficio.

Costo	Beneficio	Financiamiento
	Descongestionamiento vehicular.	
	Ahorro tiempo de viaje.	
S/. 55,170.85	Ahorro de combustible.	Municipalidad provincial de Cajamarca.
	Descontaminación ambiental.	
	Descontaminación sonora.	

Nota: esta tabla describe en función al benéfico que conllevaría la ejecución del proyecto por parte de la institución que cumpliría parte de lo manifestado en su visión como institución la cual indica que está enfocada en brindar servicios de calidad a la población.

3.9. Antecedentes.

3.9.1. Antecedente 01.

Autor:

- Esly Yoel Carbajal Mingol y Claudia Xiomara salas Montenegro.

Título:

Propuesta de mejora del tránsito vehicular mediante un sistema inteligente de control de tráfico.

Resultado:

Mediante los resultados obtenidos de la aplicación de instrumentos, se puede apreciar que, con la integración del sistema inteligente de control de tráfico vehicular, el nivel de aprovechamiento de la red ascendería aproximadamente un 30%, lo mismo que el nivel de satisfacción de los usuarios, dado que aumentaría alrededor de un 24%, por lo que se confirma la calificación ACEPTABLE.

3.9.2. Antecedente 02.

Autor:

- Chiluisa Puente Santiago Giovanni y Figueroa Pincay Alberto Ricardo.

Título:

diseño e implementación de semáforos en lugares estratégicos y vulnerables del cantón la maná, provincia de cotopax.

Resultado:

La programación del sistema de semáforos es con el módulo de control PLC, funcionó correctamente, logrando como objetivo principal la regulación y control de la vía en la que se llevó a cabo la implementación alcanzando las metas planteadas, Se logró eliminar las pérdidas de vidas y además controlar el flujo vehicular y el tránsito de los peatones que se trasladan a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN

En la presente investigación se identificaron, analizaron y elaboraron propuestas de mejora basándose en la teoría de colas instrumento que utilizamos para estudiar problemas de congestionamiento de tráfico vehicular, y la teoría de calidad estudiada en el curso de procesos propio de la especialidad del ingeniero, las cuales se estima que influirá en el comportamiento vehicular descongestionando el flujo vehicular en las intersecciones de estudio de la ciudad de Cajamarca.

A partir de los resultados encontrados, aceptamos la hipótesis general que establece que existe relación en el diseño de mejora del Proceso de Funcionamiento del Sistema de Semaforización y que influirá de manera positiva en el tránsito vehicular en la Prol. Tayabamba, Jr. los Sauces, Jr. Dos de Mayo, Jr. Revilla Pérez, Av. Hoyos Rubio y el Jr. Manuel Seoane de la ciudad de Cajamarca.

Los resultados obtenidos guardan relación con los que sostiene en mejora del tránsito como se puede apreciar en el trabajo de investigación de (Figuerola,2014) quien logró eliminar las pérdidas de vidas y además controlar el flujo vehicular y el tránsito de los peatones que se trasladan a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

Los resultados obtenidos también guardan relación con los equipos de control de tráfico y la tecnología que en el siglo XXI se vuelve parte fundamental de cualquier proceso y esto se puede apreciar en el trabajo de investigación de (Oviedo, 2017) quien logro mediante el uso de tecnología en un proceso de semaforización un ahorro de 36 mil horas al año en la zona de estudio que comprende dos intersecciones. Asimismo, la disminución del tiempo de los vehículos en el tránsito, y además también generar un ahorro anual de combustible de S/. 119,430.54 en la zona de estudio que comprende dos intersecciones.

Estos resultados también guardan relación con los que sostiene Carpio, Reynoso, Tejada (2017), machaca (2016), Piña, Zúñiga (2016) y Carbajal (2017) en mejora del tránsito vehicular, quienes señalan que el crecimiento del parque automotor y el avance de la tecnología hacen que disminuya la efectividad en los sistemas de semaforización actual en las ciudades donde la demanda de transporte es creciente, estos autores expresan que los más afectados por el tránsito son las personas que tienen que movilizarse a sus centros de trabajo, llevar a sus hijos al colegio y peatones que tienen la necesidad de transitar por la ciudad a realizar sus actividades.

Mediante este estudio se busca encontrar nuevas herramientas de mejoramiento en la gestión de calidad centrándose en la mejora del Proceso de Funcionamiento del Sistema de Semaforización y su influencia en el tránsito vehicular. Los resultados de esta investigación buscan ayudar y mejorar la transitabilidad vehicular, además servirá como antecedente para los investigadores interesados en el tema.

En la presente tesis se diseñaron propuestas de mejoras, las cuales una vez implementadas generarán descongestionando en un 60% en el flujo vehicular en la ciudad de Cajamarca. Generando esto un ahorro de combustible y disminución de tiempo en el traslado de vehículos y peatones como se estima en el trabajo de investigación de (Oviedo, 2017) que lleva de título “semaforización inteligente como alternativa de solución al problema del tránsito en la ciudad de Arequipa” utilizando las herramientas y métodos semejantes al del presente trabajo con lo que han logrado una propuesta rentable, lo que demuestra que nuestra propuesta es viable al obtener porcentajes semejantes comparados con los trabajos de investigación mencionados.

Conclusiones

De acuerdo a nuestro primer objetivo se puede concluir que la situación actual del sistema de control de tráfico en la zona de estudio, no cumplen los requisitos y características que se requiere para poder cumplir la tarea de control de tránsito. Llegando a la conclusión que el aumento del parque automotor y el avance tecnológico hace que estos equipos quedan obsoletos.

De acuerdo al segundo objetivo se puede concluir, que en función al análisis y criterios tomados se puede plantear una mejora para el sistema de control de tráfico en la zona de estudio teniendo en cuenta la necesidad de mejorar el sistema de semaforización debido al aumento del parque automotor teniendo en cuenta el avance tecnológico a favor de la semaforización.

De acuerdo a nuestro tercer objetivo se concluye que, la propuesta influye positivamente en el comportamiento del tránsito vehicular, dando como resultado; de acuerdo a un nuevo plan horario 2 una eficiencia en el sistema de 74% el cual lo podemos evidenciar en la TABLA N° 31 en donde se logra homogenizar el trabajo del controlador de tráfico en cuanto a la eficiencia quien influyente directamente en el comportamiento del flujo vehicular en el Jr. Manuel y sus intersecciones logrando que el comportamiento del tránsito vehicular sea constante.

Finalmente se concluye que el sistema propuesto no soluciona la congestión de tráfico vehicular en la ciudad, solo contribuye a disminuirlo ya que el problema de congestión se deriva también de otros factores.

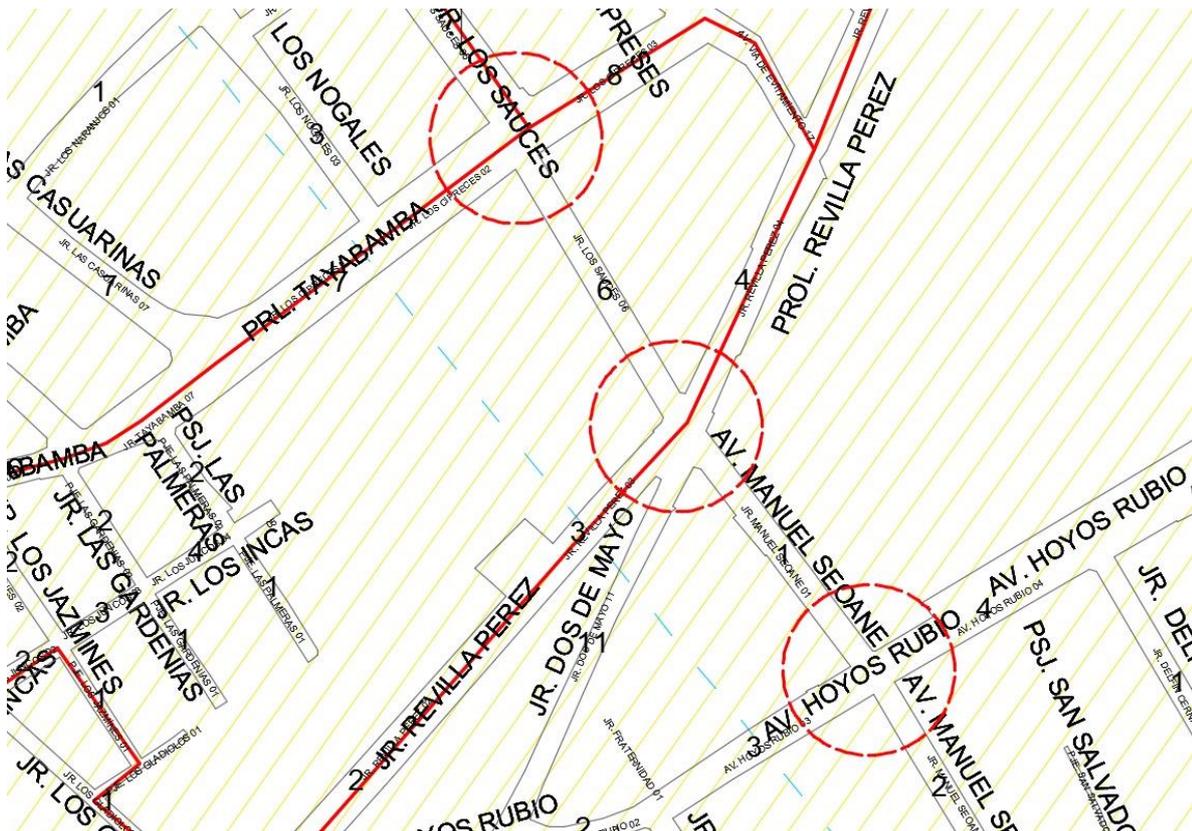
REFERENCIAS

- Anuario Estadístico. (2016). *Anuario Estadístico*.
- Asociación Nacional de Periodistas del Perú - Filial Cajamarca. (4 de Febrero de 2020). *ANP Cajamarca se pronuncia sobre transporte público*. Obtenido de http://www.anp.org.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=2029:anp-cajamarca-se-pronuncia-sobre-transporte-publico&catid=65:pronunciamientos&Itemid=95
- Banco Interamericano de desarrollo . (2016). *La ruta hacia las Smart Cities: Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente*. BID.
- Carpio Ali, L., Oviedo Meneses, A., Reynoso Torres, S., & Tejada Espinoza, A. (2017). *Semaforización inteligente como alternativa de solución al problema del tránsito en la ciudad de Arequipa*. Arequipa: Universidad Esan.
- Cruz, F. M. (2019). *Sistema de Semáforos Inteligentes para el Control de Tráfico Vehicular*. Mexico.
- Diario Gestión. (7 de Junio de 2019). Ranking de congestión vehicular a nivel del mundo. *Lima entre las ciudades con el peor congestionamiento vehicular: ¿Qué lugar ocupa en el ranking?* Obtenido de Lima entre las ciudades con el peor congestionamiento vehicular: ¿Qué lugar ocupa en el ranking?
- Hernández , R., Fernández , C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). México D.F: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- Informador. (6 de Octubre de 2019). Tapatíos pierden hasta cuatro días al año en tráfico de la ciudad. *Tapatíos pierden hasta cuatro días al año en tráfico de la ciudad*. Obtenido de <https://www.informador.mx/jalisco/Tapatios-pierden-hasta-cuatro-dias-al-ano-en-trafico-de-la-ciudad-20191006-0065.html>
- Jarrin, G. A. (2015). *Tecnología LED y Energías Renovables, Utilizando Señales de Sensores Digitales y Algoritmos Computacionales para la Gestión de Tráfico*. Ecuador.
- Machaca Ninacansaya, A. (2016). *Análisis y diseño de un sistema de control de tráfico vehicular utilizando semaforos inteligentes con tecnología arduino*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Martínez Filho, A. (2014). *Gestión De Tránsito*. Buenos Aires: CAF.
- Ninacansaya., A. R. (2016). *análisis y diseño de un sistema de control de tráfico vehicular utilizando semaforos inteligentes con tecnologia arduino*. Perú.
- Nolazco, J. D. (2015). *implementacion de un algoritmo genetico para la optimización del flujo vehiular*. lima.
- Osores Torres , V. (2016). *Evaluación del nivel de servicio por análisis de tráfico en la intersección semaforizadas Mariscal Castilla - Julio Sumar El tambo*. Lima.
- Piña Pacheco , J., & Zúñiga López , G. (2017). *Análisis comparativo del sistema tradicional de semaforización vs una propuesta de semaforización inteligente, para la reducción del congestionamiento vehicular, en la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Ricardo, C. P. (2014). *Diseño e implementación de semaforos en lugares estrategicos y vulnerables del canton de Mana*. Ecuador.
- Transportation Infrastructure Programs. (2016). *Australian Government Department of Infrastructure*,. Australia: Australian Government Department of Infrastructure, Regional Development and Cities. Obtenido de <https://infrastructure.gov.au/transport/programs/index.aspx>

ANEXOS

ANEXO N° 1.

Mapa intersecciones estudiadas.



Fuente. PDU – Cajamarca.

ANEXO N.º 2.

Ficha de observación.

HORA	MOVIMIENTO VEHICULAR			
	N-S	S-N	E-O	O-E
6:30 – 6:45				
6:45 – 7:00				
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				
12:00 – 12:15				
12:15 – 12:30				
12:30 – 12:45				
12:45 – 13:00				
13:00 – 13:15				
13:15 – 13:30				
13:30 – 13:45				
13:45 – 14:00				
17:00 – 17:15				
17:15 – 17:30				
17:30 – 17:45				
17:45 – 18:00				
18:00 – 18:15				
18:15 – 18:30				
18:30 – 18:45				
18:45 – 19:00				

ANEXO N.º 3.

Formato de campo para el estudio de volúmenes vehiculares por turnos.

FORMATO DE CAMPO PARA EL ESTUDIO DE VOLUMENES VEHICULARES EN INTERSECCIONES.

Realizado por Aforador: _____

Fecha: _____ Día de la Semana: _____ Hora de Inicio: _____ Hora de Terminó: _____

Condición Climática: _____ Intersección: _____ Punto de aforo: _____

PERIODO Horario.	VEHICULO	MOVIMIENTOS		
				
Mañana 7:45 – 9:45 am.	Auto Taxi			
	Auto Particular			
	Moto Taxi			
	Micro			
	C. Rural			
	Camioneta			
	Ómnibus			
	Camión Ligero y 2E.			
Otros				

ANEXO N.º 4.

Formato de campo para el estudio de volúmenes vehiculares por turnos.

FORMATO DE CAMPO PARA EL ESTUDIO DE VOLUMENES VEHICULARES EN INTERSECCIONES

Realizado por Aforador: _____

Fecha: _____ Día de la Semana: _____ Hora de Inicio: _____ Hora de Terminó: _____

Condición Climática: _____ Intersección: _____ Punto de aforo: _____

PERIODO Horario.	VEHICULO	MOVIMIENTOS		
				
Tarde 12:15 – 3:15 am.	Auto Taxi			
	Auto Particular			
	Moto Taxi			
	Micro			
	C. Rural			
	Camioneta			
	Ómnibus			
	Camión Ligero y 2E.			
	Otros			

ANEXO N.º 5.

Formato de campo para el estudio de volúmenes vehiculares por turnos.

FORMATO DE CAMPO PARA EL ESTUDIO DE VOLUMENES VEHICULARES EN INTERSECCIONES

Realizado por Aforador: _____

Fecha: _____ Día de la Semana: _____ Hora de Inicio: _____ Hora de Termino: _____

Condición Climática: _____ Intersección: _____ Punto de aforo: _____

PERIODO Horario.	VEHICULO	MOVIMIENTOS		
		←	↑	→
Tarde 5:30 – 7:30 am.	Auto Taxi			
	Auto Particular			
	Moto Taxi			
	Micro			
	C. Rural			
	Camioneta			
	Ómnibus			
	Camión Ligero y 2E.			
	Otros			

ANEXO N.º 6.



ANEXO N.º 7.

imagen del Jr. Manuel Seoane turno tarde.



ANEXO N.º8.

Imagen del Jr. Manuel Seoane turno tarde.



ANEXO N.º9.

Imagen del Jr. Dos de Mayo turno Mañana.



ANEXO N.º10.

Imagen de la Av. Hoyos Rubio turno mañana.



ANEXO N.º 11.

Imagen del Jr. Los cipreses calle de propuesta para circular el transporte público.



ANEXO N.º 11.

Imagen del Jr. Los cipreses calle de propuesta para circular el transporte público.



Evidencias de campo



ANEXO N.º 12.

Evidencias de campo

