

## **DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRADO DEL CONTROL DE LA SEMAFORIZACIÓN DEL TRÁNSITO VEHICULAR EN EL CASCO URBANO DEL CERCADO DE HUÁNUCO – 2017**

Freddy Ronald Huapaya Condori

Escuela de Posgrado / Universidad Nacional Hermilio Valdizán

### **RESUMEN**

El objetivo del estudio fue plantear un diseño para un plan integrado de semaforización de la ciudad de Huánuco con el fin de reducir el tiempo que se requiere para el transporte y los embotellamientos de vehículos que se generan. Para ello se realizó un diagnóstico de la problemática, identificando los puntos más críticos del embotellamiento de la ciudad. También se identificaron los problemas por la mala distribución de las señales de tránsito y la falta del respeto de los reglamentos y ordenanzas municipales; a esto se suma también la falta de un estudio técnico para las instalaciones de los semáforos de tránsito, los que están instalados por la municipalidad, sin tener prioridades ni sincronizaciones entre ellos; por lo que los ciudadanos tienen que destinar mayor tiempo en el transporte. Por eso se está planteando el Diseño de un Sistema Integrado del Control de la semaforización del tránsito vehicular. Esta investigación pretende demostrar todos los recursos con los que cuenta nuestra ciudad en cuestiones del tránsito vehicular, es decir su infraestructura, reglamentos de tránsito, dispositivos, leyes y ordenanzas; con la finalidad de solucionar los problemas que aquejan a los ciudadanos de Huánuco.

**Palabras clave:** Sistema integrado, control de la semaforización, Caos en el tránsito vehicular.

## **DESIGN OF AN INTEGRATED SYSTEM FOR THE VEHICULAR TRAFFIC LIGHT CONTROL IN HUÁNUCO URBAN AREA**

### **ABSTRACT**

The main aim of this research was to make a design for an Integrated Traffic Light Control plan in Huanuco urban area in order to reduce the time for transportation and traffic jams. In this way, we realized a diagnostic in order to identify the most critical points about the traffic jam into our city. We also have identified many problems because of the disorder in the traffic signals and the lack of respect to the regulations and municipal ordinances. We also add the lack of a technical study in order to make a proper installation of those traffic lights, which the municipality installs without having priorities of synchronization among them, so that the citizens spend more time in transport. That is the why we are considering the design of an Integrated traffic light control system. This research has an intention to find all the resources that our city has about this problem, such as its infrastructure, traffic ordinances and laws in order to improve all these problems.

**Key words:** Integrated system, Traffic Light Control, chaos in traffic jam.

## INTRODUCCIÓN

Los Antecedentes de trabajos similares fueron: Luego de analizar los resultados obtenidos en el estudio realizado en la tesis titulada **“Simulación y control de tráfico vehicular de semaforización”** del autor Daniel Jaramillo Ramírez (2005)<sup>1</sup>, de la facultad de ingeniería eléctrica en la universidad pontificia Bolivariana de Medellín, Colombia. De acuerdo a su planteamiento y comparándolo con nuestro estudio, podemos concluir que el funcionamiento y la configuración de los semáforos en ambas ciudades está fundamentado en herramientas precarias y en actualizaciones poco frecuentes de los datos. En dicha investigación proponen alternativas para el manejo del sistema de semáforos con recursos accesibles, en teorías de flujo vehicular, simulación computacional y control difuso; lo que no representa una solución definitiva. En otra tesis **“Diseño de un modelo de monitoreo para mejorar el flujo de tránsito vehicular a través de semáforos inteligentes en la ciudad de Trujillo”**, de la autora Diana Elizabeth López Esquivel (2014)<sup>2</sup>, de acuerdo a su planteamiento llegó a la siguiente conclusión de modelar el tráfico vehicular, ya sea desde una aproximación microscópica o macroscópica, es un reto actual de los investigadores sobre el tema en el mundo. Un modelo muy complejo puede representar con mucha exactitud el tráfico, pero tendrá un costo computacional muy alto si pretende ser implementado en simulación. Y en nuestra localidad Revisando los resultados obtenidos en el estudio realizado en la tesis titulada **“Terminal terrestre Nacional en el malecón Walcker Gustavo Soberón”** para solucionar la congestión vehicular y peatonal en el óvalo de Cayhuayna, Distrito de Pillco Marca – Huánuco 2015 -2025, de los autores Fabián Eduardo Mariano Lobatón y Franlin Montenegro Santacruz (2015)<sup>3</sup>, de la facultad de Arquitectura en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, de Huánuco, Perú, de acuerdo a su planteamiento y comparándolo con nuestro estudio, podemos concluir que la creación de un terminal terrestre es de vital importancia,

La razón para la presente investigación fue el caos vehicular que se genera día a día en la ciudad de Huánuco por el rápido crecimiento poblacional de la migración que existe de las zonas rurales a la ciudad, creando un incremento en el transporte de pasajeros y el aumento de vehículos motorizados.

Considerando todo eso se tuvo un objetivo en el estudio, que fue desarrollar el diseño de un sistema integrado del control de la semaforización del tránsito vehicular en el casco urbano del cercado de Huánuco.

La contribución de la investigación una vez desarrollada el diseño integrado de Semaforización, se propuso la optimización de tiempos de los semáforos correlativos, identificando el lugar y prioridad de ubicación de la misma, para llegar a estas conclusiones hemos simulado la situación actual del tránsito vehicular del casco urbano de la ciudad de Huánuco con un software, demostrando de esta manera las deficiencias de los ciclos de los semáforos, para ellos nos apoyamos de la teoría de colas, teoría de probabilidades, la distribución exponencial y del modelo de espera de población finita, cuyos resultados simulados nos permiten asegurar que la reducción del tiempo de tasa de servicio ´por vehículo es de un 60% de la deficiencia que confronta nuestra realidad.

Las calles de la ciudad de Huánuco tienen una extensión de 100 metros aproximadamente por cada cuadra y considerando que la velocidad promedio con la que circulan los vehículos dentro de la ciudad es de 35 km/h, datos a los cuales hemos realizado cálculos para poder hallar el tiempo promedio que un vehículo necesita para poder atravesar una calle de nuestra ciudad de un extremo, lo cual nos da un valor aproximado de 12 segundos, siempre y cuando la calle no esté obstaculizada y tenga pase libre. Dicho ello, cabe recalcar que se realizó éste cálculo con la finalidad de que el tiempo de pase de calle de un vehículo sea optimizado, comparado con la actualidad y se asemeje en lo mayor posible a los 12 segundos.

**Los resultados:** Se hizo un estudio de las problemáticas del tránsito vehicular identificando los principales puntos del caos generado por diferentes factores dentro del casco urbano en la ciudad de Huánuco. Esto permitió identificar las posibles soluciones reduciendo así el caos vehicular en un 60% saliendo beneficiado la población. En cuanto a las **dificultades** que se tuvo en realizar el presente estudio fueron la falta de apoyo e interés de las instituciones públicas y privadas para brindar información actualizada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de investigación utilizado en el presente estudio es Aplicada porque utilizan los conceptos establecidos de sistemas de Gestión del tránsito vehicular, la investigación presenta un diseño no Experimental - transversal, ya que corresponde a realizar un análisis descriptivo en un tiempo dado.

La población de la presente investigación debido a la magnitud del proyecto y con la finalidad de cumplir con nuestros objetivos está constituida por el parque automotor del casco urbano de la ciudad de Huánuco. Los criterios de inclusión y exclusión consideradas para la delimitación poblacional fueron; los conductores de vehículos de ambos sexos, conductores mayores de 18 años, conductores de vehículos inscritos en algún comité y cuyo paradero se encuentran dentro del casco urbano. Con una muestra de 324 conductores.

Para el procesamiento de los datos se utilizaron las herramientas informáticas como: Ms Excel y SPSS.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el siguiente estudio fueron los siguientes: La creación de un plan integrado de Semaforización para el control del tráfico vehicular en la ciudad de Huánuco, permitiendo la optimización del flujo vehicular, gracias al reordenamiento, distribución y mejoras en el tiempo de duración de cada ciclo de los semáforos, teniendo en cuenta criterios de priorización, como la concu-

rrencia de vehículos, personas entre otros.

Dando respuesta a los objetivos planteados inicialmente y a la información adquirida a lo largo del estudio realizado, mediante la teoría de colas, teoría de probabilidades, la distribución exponencial y del modelo de espera de población finita, hemos determinado la identificación de los procesos y puntos críticos de embotellamiento vehicular, validando y realizando la simulación del tránsito vehicular en el casco urbano de la ciudad de Huánuco, elaborando y proponiendo un plan integrado de semaforización, como solución al álgido problema con el que se vive día a día en nuestra localidad.

Es necesario realizar la compra de semáforos inteligentes para poder programar los ciclos de los mismos, y realizar cambios en las calles de mayor tráfico vehicular de nuestra ciudad en las horas picos, con la finalidad de dar mayor luz verde en dichas calles y de esa manera descongestionarlas en el menor tiempo posible.

Además, teniendo en cuenta que la plaza de Armas de Huánuco es un punto de mucha concurrencia tanto para peatones y vehículos, que las cuatro calles de sus alrededores son de doble vía y se encuentra en la parte central de nuestra ciudad, motivo por el cual hemos tomado éste lugar como punto de referencia para la reubicación y sincronización de los semáforos.

Otro punto importante que tomamos en cuenta son las calles paralelas al Río Huallaga las cuales fueron las calles de mayor priorización respecto a las otras en nuestra propuesta, por ser éstas las de mayor concurrencia.

Para la realización del diseño de un sistema integrado del control de la semaforización del tránsito vehicular en el casco urbano del cerredo de Huánuco mediante un plan integrado de semaforización sea tenido en cuenta todos los puntos antes mencionados para la reubicación y la sincronización de semáforos.

## DISCUSIÓN

**En lo internacional**, luego de analizar los resultados obtenidos en el estudio realizado en la tesis titulada “Simulación y control de tráfico vehicular de semaforización” del autor Daniel Jaramillo Ramírez, de la facultad de ingeniería eléctrica en la universidad pontificia Bolivariana de Medellín, Colombia. De acuerdo a su planteamiento y comparándolo con nuestro estudio, podemos concluir que el funcionamiento y la configuración de los semáforos en ambas ciudades está fundamentado en herramientas precarias y en actualizaciones poco frecuentes de los datos. En dicha investigación proponen alternativas para el manejo del sistema de semáforos con recursos accesibles, en teorías de flujo vehicular, simulación computacional y control difuso; lo que no representa una solución definitiva. Por mi parte se decidió apoyarme de las teorías de colas, estudios estadísticos, entre otros, para poder realizar el estudio de la situación y finalmente hacer un plan integrado de semaforización, lo cual según nuestra investigación proponemos como solución para optimizar el problema de tránsito vehicular que aqueja a nuestra ciudadanía.

**En lo Nacional**, Luego de revisar la tesis: “Diseño de un modelo de monitoreo para mejorar el flujo de tránsito vehicular a través de semáforos inteligentes en la ciudad de Trujillo”, de la autora Diana Elizabeth López Esquivel, de acuerdo a su planteamiento llegó a la siguiente conclusión de modelar el tráfico vehicular, ya sea desde una aproximación microscópica o macroscópica, es un reto actual de los investigadores sobre el tema en el mundo. Un modelo muy complejo puede representar con mucha exactitud el tráfico, pero tendrá un costo computacional muy alto si pretende ser implementado en simulación. Después de haber realizado un análisis minucioso y comparándolo con el estudio, arrojó como resultado la necesidad de elaborar un diseño integrado de Semaforización, la cual nos permitirá controlar el tráfico vehicular. Dicho estudio fue realizado en las diferentes intersecciones y lugares álgidos en cuanto a tráfico vehicular,

usando las teorías de colas, prevalida de Poisson, la distribución exponencial y el modelo de línea de espera en población finita para la obtención de los resultados, y así poder optimizar el tiempo de la línea de espera en un 60%.

Luego de revisar la tesis: “Solución Vial de la Av. Primavera comprendida entre las Avenidas La Encalada y José Nicolás Rodrigo, Lima-Lima-Surco”, de los autores Christian Gonzalo Núñez Castillo y Cesar Villanueva Troncoso, plantearon lo siguiente: Mediante el diseño de una intersección como Escenario 1 y optimización de semáforos con el software, se logró obtener un nivel de servicio E y El Escenario 2 busca tener un flujo vehicular constante, eliminando el semáforo de cruce peatonal y coordinando semáforos entre las intersecciones aledañas. Las mejoras surgieron, pero no fueron suficiente para lograr obtener niveles de servicio adecuados, después de realizar las encuestas a los conductores y de haber realizado un análisis sobre la situación actual en cuanto a tráfico vehicular, se pasó a la siguiente etapa que fue la simulación de las calles en el programa de software, para la cual usamos el paloteo en los diferentes puntos para sacar el volumen horario de máxima demanda (VHMD), dichos resultados fueron procesados en una hoja de cálculo “Excel” y poder contrastar los resultados obtenidos planteados en la simulación.

**En lo de Local**, Revisando los resultados obtenidos en el estudio realizado en la tesis titulada “Terminal terrestre Nacional en el malecón Walcker Gustavo Soberón” para solucionar la congestión vehicular y peatonal en el ovalo de Cayhuayna, Distrito de Pillco Marca - Huánuco 2015 -2025, de los autores “Fabián Eduardo Mariano Lobatón” y “Franlin Montenegro Santacruz”, de la facultad de Arquitectura en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, de Huánuco, Perú, de acuerdo a su planteamiento y comparándolo con nuestro estudio, podemos concluir que la creación de un terminal terrestre es de vital importancia, puesto que actualmente los buses informales y

empresas de automóviles de transporte interprovincial hacen caso omiso a las normas del reglamento nacional de tránsito, embarcan y desembarcan a los pasajeros en plena vía pública, lo cual genera un gran caos en el flujo vehicular. Visto todo ello, y el espacio reducido de nuestras calles concluimos que efectivamente es necesario la creación de un terminal terrestre en nuestra ciudad tal y como lo hacen en otras grandes ciudades de nuestro país, tal es el caso de Huancayo, Tacna, entre otros.

### AGRADECIMIENTO

De manera especial a mi asesor de tesis por brindarme las herramientas necesarias para el desarrollo de la investigación y a las instituciones públicas como la municipalidad de Huánuco y ministerio de transportes por facilitar la información requerida para la investigación.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Diana Elizabeth y López Esquivel. **“Diseño de un modelo de monitoreo para mejorar el flujo de tránsito vehicular a través de semáforos inteligentes en la ciudad de Trujillo”** Tesis desarrollado en la facultad de ciencias físicas y matemáticas, Escuela académica de Informática; Universidad de Trujillo, Perú; Año 2014
2. Daniel Jaramillo Ramírez. **“Simulación y control de tráfico vehicular por semaforización”**. Tesis desarrollado en la escuela de ingeniería facultad de ingeniería eléctrica, Medellín, Colombia; Año 2005
3. Fabián Eduardo Mariano Lobaton y Franklin Montenegro Santacruz. **“Terminal terrestre Nacional en el malecón Walcker Gustavo Soberón”** Tesis Desarrollado en la facultad de Arquitectura en la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco, Perú; Año 2015
4. VILLANUEVA T. Y NUÑEZ C. Solución Vial de la Av. Primavera comprendida entre las Avenidas La Encalada y José Nicolás Rodrigo, Lima-Lima-Surco. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Facultad de Ingeniería. Perú; Año 2014.
5. Santiago Valderrama Mendoza, pasos para elaborar proyectos de investigación científica, 2da Edición, Perú; Año 2013.
6. INTRAPERU Simulación Microscópica de Tránsito para Coordinación de Semáforos en Progresión en Vías Urbanas. Perú; Año 2012
7. MALDONADO, Carlos y GÓMEZ, Nelson. Modelamiento y simulación de sistemas complejos, Documento de investigación N°66. Universidad del Rosario – Facultad de Administración. Colombia; Año 2010.
8. Daniel Robles. Control y simulación de tráfico urbano en Colombia. Estado del arte Universidad de los Andes. Bogotá D.C. Colombia; Año 2009.

**Correo electrónico del autor:**

frerox12@hotmail.com