



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

PROGRAMA SYNCHRO TRAFFIC PARA MEJORAR LA OPTIMIZACIÓN DEL TRÁNSITO VEHÍCULAR: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA CIENTÍFICA

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Civil

Autor:

Darwin Zavaleta Hoyos

Asesor:

Dr. Orlando Aguilar Aliaga

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

A Dios por guiarme, protegerme y darme fuerza para seguir adelante en el camino
de mis sueños.

A mis padres por haberme apoyado en esta etapa importante en mi vida siendo el
pilar fundamental para mi formación profesional dedicando su tiempo en ayudarme a
conseguir mis objetivos.

A mi hermana por ser la motivación para superarme y ser un gran ejemplo para ella.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitir llegar a esta meta de mi vida, por mi salud, por darme una gran familia y buenos amigos.

A mis padres y hermana por la paciencia, motivación que me dan para poder seguir con mis sueños.

A la universidad y docentes por las enseñanzas brindadas que me ayudaran en mi vida profesional.

Tabla de contenido

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN.....	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	12
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	16
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	31
REFERENCIAS.....	36
ANEXOS.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de documentos.....	15
Tabla 2: Artículos de acuerdo al Tipo	16
Tabla 3: Clasificación de investigaciones por categoría y cantidad.....	17
Tabla 4: Clasificación por diagnóstico de tráfico vehicular.....	18
Tabla 5: Clasificación por eficiencia de modelos para optimización de tráfico	21
Tabla 6: Clasificación tráfico vehicular con software Synchro Traffic en el Perú .	24
Tabla 7: Metodologías para mejora de tránsito en intersecciones viales.	27
Tabla 8: Anexo de artículos seleccionados según base de datos.....	41
Tabla 9: Anexo clasificación en base de datos Proquest.....	42
Tabla 10: Anexo clasificación base de datos Engineering Source.....	42
Tabla 11: Anexo Clasificación base de datos DiVA	43
Tabla 12: Anexo clasificación base de datos Jornal Of Science and Research.....	43
Tabla 13: Anexo clasificación base de datos UNJB.....	43
Tabla 14: Anexo clasificación base de datos PERHUA.....	44
Tabla 15: Anexo clasificación repositorio internacional.....	44
Tabla 16: Anexo clasificación repositorio UNC	44
Tabla 17: Anexo clasificación repositorio UNSCH	45
Tabla 18: Anexo clasificación repositorio UPAO.....	45
Tabla 19: Anexo clasificación repositorio UPN.....	45
Tabla 20: Anexo clasificación repositorio industrial.....	46
Tabla 21: Anexo clasificación repositorio UPC	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Etapas de selección de la información.	14
Figura 2: Porcentaje de estudios por tipo de investigación	16
Figura 3: Porcentajes de estudios según clasificación de temas.....	29
Figura 4: Porcentajes de estudios según clasificación de temas.....	30

RESUMEN

Hoy en día la tecnología desempeña un papel muy valioso debido a que agiliza y perfecciona muchas actividades en distintas áreas; cómo en ingeniería civil. Esta rama de estudio se ha visto en la necesidad de adaptarse a esta era tecnológica para así poder dar soluciones más eficientes. Por ello, nos vamos a centrar en un tema sumamente importante que se desarrolla dentro de esta ingeniería, los beneficios del programa Synchro Traffic para mejorar la optimización del tránsito vehicular; este software permite dar una solución competente al tráfico en optimización de tiempos, seguridad y bienestar.

En siguiente estudio fue elaborado por 2 estudiantes de la Universidad Privada del Norte, recopilando información acerca de optimización de tránsito vehicular con el software Synchro Traffic, para medir la efectividad que se tiene con el diseño y simulación de este. Asimismo, se escudriña y describe cada resultado obtenido para posteriormente explicarlos de forma clara y precisa. Finalmente, se concluye que Synchro Traffic es una herramienta que permite reducir la densidad vehicular, es decir, aumenta la velocidad promedio de los vehículos a través de la vía y reduce la posibilidad de generar una congestión vehicular por causa de los semáforos; sin embargo, para obtener buenos resultados se tiene que realizar una evaluación exhaustiva según el entorno donde será utilizada.

PALABRAS CLAVES: Tráfico vehicular, Bienestar vial, tráfico Inteligente, Synchro Traffic, Optimización de tiempos.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Actualmente diversos países desarrollados como también los que se encuentran en desarrollo presentan problemas de congestión de tránsito vehicular, está por el incremento de las actividades económicas en el ámbito de la construcción, actividades comerciales e industriales, lo cual hace imprescindible utilizar una movilización ya sea público o privado, incluso el transporte de productos o materias primas, estas necesidades ha permitido el populismo, demanda y el bajo valor adquisitivo del parque automotor, incrementando de una manera exponencial y generando problemas de tráfico y peligros en la calidad de vida de los automovilistas y usuarios, incremento de accidentes, niveles altos de ruido, contaminación atmosférica.

La consecuencia más representativa de la congestión vehicular es el incremento de los tiempos de viaje, singularmente en las horas punta, donde existe gran concentración de vehículos, usuarios y peatones, lo cual excede los volúmenes máximos de una infraestructura vial, esto genera lentitud del flujo vehicular y a la vez contaminación sonora, ocasionando malestar a los conductores, usuarios y peatones, incitando comportamientos agresivos y fomentando la violencia. Por otro lado, según una publicación de BBC Mundo (2017), nos especifica que el tráfico vehicular es un problema muy costoso, pues a través de un informe que realizaron en la ciudad de California dentro de sus costos referentes a este problema se gasta cerca de diez millones de dólares, una pérdida millonaria a causa de las horas de tráfico que reduce los niveles de productividad en su población.

Estas problemáticas son causadas a raíz de una deficiente gestión en planificación de tráfico en las ciudades, en cuanto a circulación, sincronismo de tiempos en semáforos, habilitación de vías alternas en horas punta. La mejor alternativa de solución a esta problemática se deberá realizar un estudio exhaustivo, en cuanto a los modos de desplazamiento, horas de mayor concentración vehicular y los parámetros originan congestiones, tal como nos especifica Amézquita, Matiz y Morales (2016).

Dentro de los puntos más caóticos que afectan al flujo adecuado del tránsito, según Huertas y Quispe (2018). En su investigación especifica que las intersecciones viales generan una aglomeración de vehículos por el mal sincronismo de los semáforos. Es por ello que Pedraza, Hernández y López (2012), nos señala que el control de tráfico inteligente sería una solución muy eficaz, a través del diseño programado de tiempos en semáforos y el sincronismo entre ellos y la evaluación del tráfico en cuanto a la velocidad de pase de los vehículos en tiempo real a través de sensores implementados y la aplicación de algoritmos evolutivos en los semáforos.

La metodología más eficiente actualmente Ernesto y Jamel, (2018) sustenta que la metodología “HCM 2010” aporta una mejora al tránsito vehicular, en comparación con su predecesor “HCM 2000”. Respecto a dicha metodología es una herramienta utilizada para el diseño y gestión de operación de instalaciones viales; como carreteras, intersecciones viales semaforizadas o no semaforizadas, lo cual presenta procedimientos rápidos y confiables para una predicción de operación flujos de tránsito y busca un diseño óptimo de fluidez, es por ello que se concuerda con el autor ya que es una metodología muy utilizada en diversas ciudades por su excelente funcionamiento, y sin llegar a saturarse por cambios que se presente.

En la actualidad existen diversos programas que permiten el modelamiento de tráfico dentro de los más utilizados se encuentra el programa computacional “Synchro Traffic” desarrollado por Trafficware permite el modelamiento de tráfico vehicular a un nivel macroscópico, permitiendo un análisis de optimización de sistemas de tráfico, dentro de su programación implementa las metodologías del HCM-2000, aunque con algunas variaciones que podrían ser comparadas los resultados con dicha metodología. Además, cuenta con una serie de herramientas que permite incorporar parámetros medidos en campo, como la geometría de la infraestructura vial, como el número y ancho de carriles, los volúmenes vehiculares, en horas de mayor concentración y por último control de tiempos de semáforos. Este programa permitirá analizar de una manera eficiente los flujos y tiempos de circulación, que permitirá realizar un óptimo diseño.

Al implementar sistemas de control de tráfico con la metodología HCM, dentro de sus efectos demuestran resultados muy relevantes, tal como lo demuestra Del mar A, Vásquez I. (2019), en su investigación realizada en una intersección vial, lo cual concluye con resultados de un 25.48% de reducción en cuanto a demoras en semáforos, esto representado en tiempos de viaje, cerca de unos 16 minutos. Lo cual contempla un beneficio hacia la sociedad, en cuanto a horas hombre ahorradas, disminución de costos de combustible y sobre todo disminución la contaminación ambiental

En cuanto a la eficiencia entre las metodologías HCM 2000 y el HCM 2010, según Rodríguez D. (2015), en el nivel de servicio de estudio entre las dos versiones no presentan cambios notorios, pero en el análisis de tiempos la nueva metodología presenta una variación del 30% con respecto al anterior. Es por ello en lugares que se haya implementado la metodología HCM 2000, se sugiere que se realice un rediseño con respecto al HCM 2010.

Luego del problema planteado anteriormente, nos lleva a plantear la siguiente interrogante: ¿Cuáles son los beneficios de utilizar Synchro traffic para la optimización de tiempos de tráfico? Esta revisión sistemática busca dar respuesta de los beneficios de utilizar “Synchro traffic” para la optimización de tiempos de tráfico, brindando una alternativa de gestión de la oferta vial que contribuya con la optimización de los indicadores de medición del tráfico; entre ellos, el grado de saturación, el nivel de servicio de las intersecciones que forman parte de la investigación.

El objetivo Principal esta investigación es determinar los beneficios de utilizar Synchro traffic para la optimización de tiempos de tráfico.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

El estudio que se realizó es una revisión sistemática de la literatura científica disponible, la cual se denomina como una unidad de análisis de los estudios originales primarios. Esta constituye una herramienta esencial para sintetizar la información científica e incrementar la validez de las conclusiones de estudios individuales que identificara los problemas donde sea necesario realizar investigación. (Ignacio Ferreira González, 2011).

Con el enfoque hacia el problema encontrado nos llevó a plantear la siguiente interrogante: ¿Cuáles son los beneficios de utilizar Synchro traffic para la optimización de tiempos de tráfico?, para dar respuesta a ello se tuvo que hacer búsquedas de artículos científicos, tesis, cuyas año máximo de antigüedad sea del 2007 ya que la compatibilidad de software se da a partir de la versión creada en el año mencionado teniendo pequeñas variaciones de actualización, asimismo se tuvo en cuenta la revisión de información en idioma inglés y español motivo a que este software es usado en distintos países del mundo, documentos con geometría y problemática similar a la que tenemos en nuestro país, se realizó descartes mediante la lectura rápida del resumen (abstract) de cada artículo, tesis que forman parte de esta revisión sistemática, también las palabras clave fueron una forma de determinar los documentos a excluir, al ser dos el número de investigaciones, por otra parte se omitió la duplicidad ya que la forma de búsqueda fue mucho más exacta evitando la duplicidad y por último se revisó que los artículos hable de nuestro tema, o la problemática, para así dar respuesta a nuestra pregunta.

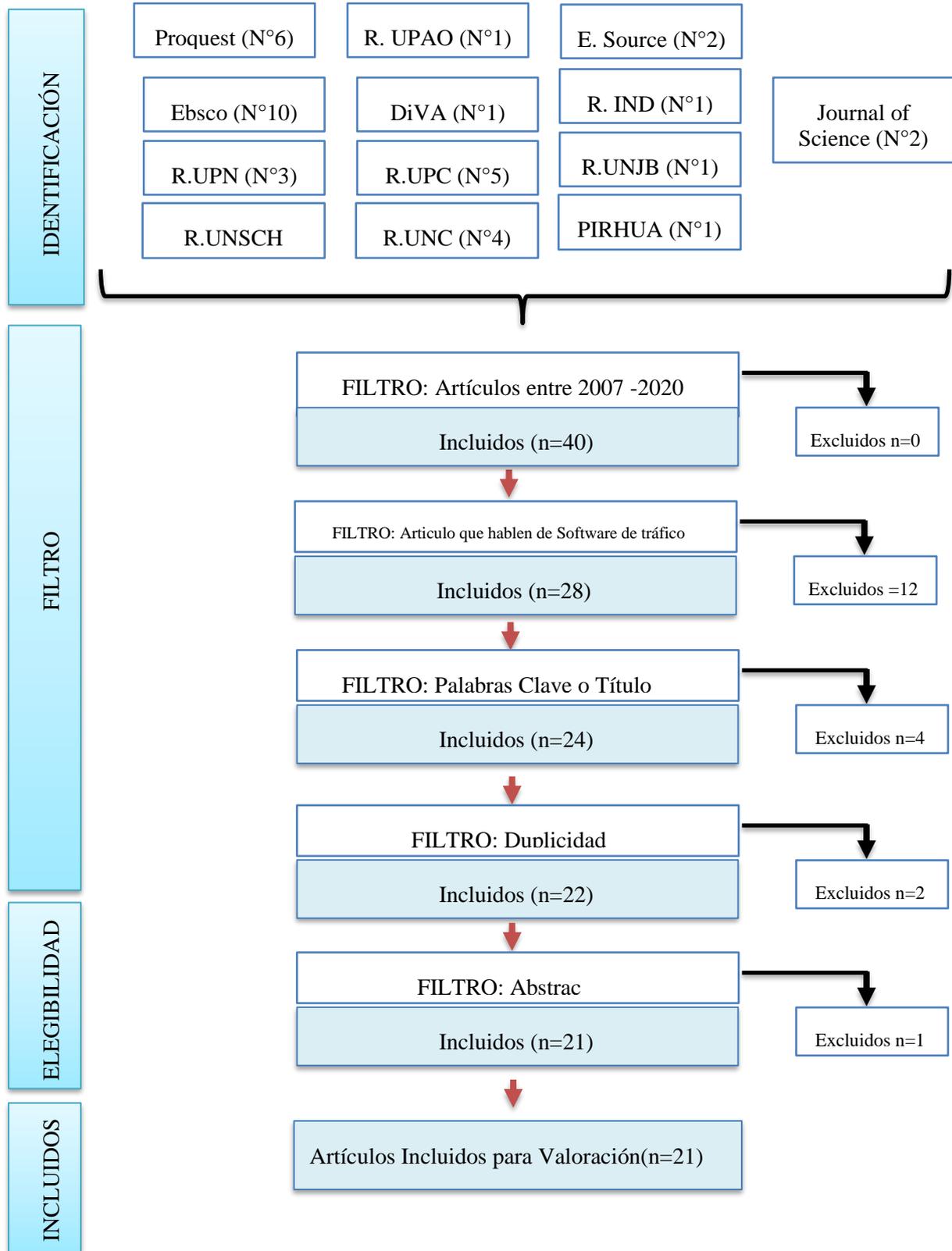
La búsqueda de se hizo mediante bases de datos electrónicas Ebsco, Proquest, DiVA, Engeneering Source, Journal of Science research, y también algunos repositorios institucionales tales como; UPN, UPC, UPAO, UNC, UNSCH, UNJB, PIRHUA e Industrial. Teniendo como palabras claves: Synchro traffic, optimización de tiempos de tráfico, la

búsqueda en inglés se hizo con las siguientes palabras claves: Synchro traffic, optimization in traffic times, sobre todo se hubo seleccionando aquellos documentos que cumplieran con las palabras claves.

Dentro de las fuentes de información utilizadas se encuentra EBSCO, una base de datos que ofrece textos completos, índices y publicaciones periódicas académicas que cubren distintas áreas de ciencias y humanidades. (María del Carmen González Rivero, 2007). Por otro lado Proquest, una compañía de base de datos el cual proporciona recursos para la investigación con 90000 fuentes autorizadas brindando información de carácter científico para el fin de este. (López, 2017). Asimismo DiVA es una herramienta de búsqueda y un depósito institucional para publicaciones de investigación y tesis de estudiantes escritas en 49 universidades e instituciones de investigación en el mundo. También Engineering Source Es una base de datos de la compañía EBSCO diseñada para un amplio rango de profesionales e investigadores sobre ingeniería aeroespacial, biomédica, civil, eléctrica, ambiental, mecánica, de ciencia de los materiales, estructural, etc. (Engineering Source, 2017). Finalmente Journal of Science research es una revista electrónica institucional adscrita al Vicerrectorado de Investigación y Postgrado de la Universidad Técnica de Babahoyo, creada con la finalidad de difundir los resultados de investigaciones científicas en las áreas de las ciencias, las ingenierías y la educación con periodicidad trimestral. (Abad Torres, 2016). De otra forma también se adjuntaron información de repositorios los cuales están definidos como instalaciones virtuales donde se depositan resultados de la investigación científica, según su ámbito y objeto. (Universidad de Concepcion, 2020), de las cuales fueron recolectados de distintas universidades tales como; UPN, UPC, UPAO, UNC, UNSCH, UNJB, PIRHUA e Industrial.

La selección de los documentos estuvo descrita en el siguiente gráfico:

Figura 1: *Etapas de selección de la información.*



Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que la búsqueda de artículos realizado por los dos integrantes para la elaboración esta revisión sistemática, se descartaron duplicados por el método de la búsqueda.

Los documentos se clasificaron por Synchro Traffic en intersecciones de vías, semáforos y también se clasificaron por problemáticas similares en diferentes sitios, esto se visualizará en la siguiente tabla:

Tabla 1: *Clasificación de documentos.*

Tipo de clasificación	N° de artículos
Clasificación por diagnóstico de tráfico vehicular	6
Eficiencia de modelos para la optimización de tráfico	6
Modelamiento de tráfico vehicular con software Synchro Traffic en el Perú	5
Metodologías para la mejora de tránsito en intersecciones viales	4
Total	21

Nota. Esta tabla muestra la clasificación de los documentos considerados en esta revisión sistemática.

Se tuvo pertinente esta clasificación, puesto que dentro de los documentos encontrados en las diferentes bases de datos se encontraba diferentes tipos de diagnósticos de estudio, comparativas en cuanto eficiencia de modelos o instrumentos utilizados, por otra parte, se encontró información relevante realizada en nuestro país con el instrumento específico, finalmente se encontró información respecto a una mejora del problema de estudio a través de diferentes metodologías. En efecto dentro de los documentos seleccionados, se obtuvieron sus resultados y sus respectivas conclusiones del investigador, esto respondía de una manera directa e indirecta a nuestra pregunta planteada.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

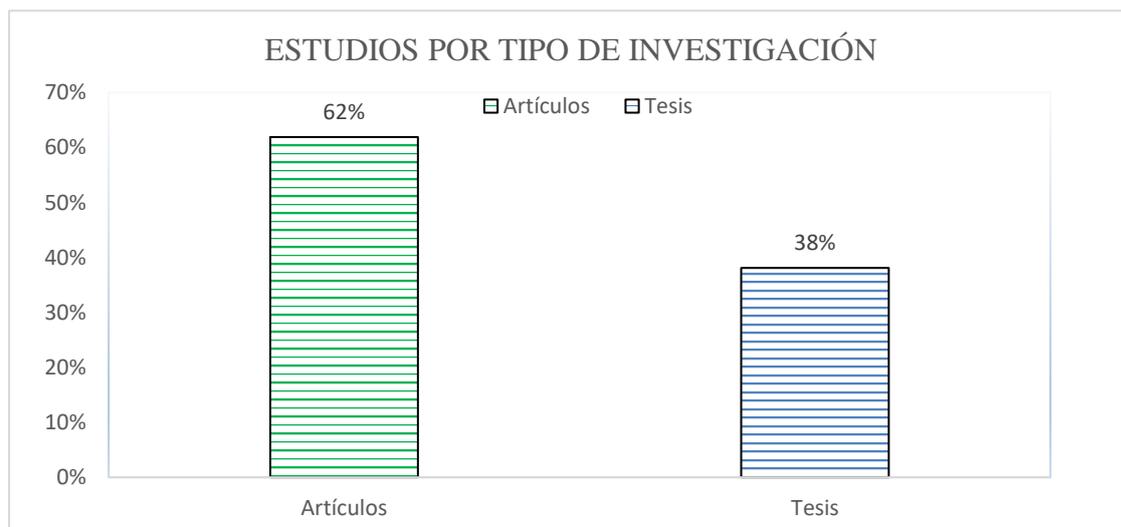
A continuación, se presenta la siguiente tabla, con información respecto a las investigaciones obtenidas según el tipo.

Tabla 2: *Artículos de acuerdo al Tipo*

Tipo de investigación	N° de artículos
Artículos científicos	13
Tesis	8
Total	21

Nota. Esta tabla muestra la clasificación de los documentos considerados en esta revisión sistemática clasificándola por su tipo de investigación.

Figura 2: *Porcentaje de estudios por tipo de investigación*



Decididamente, dentro de los tipos de investigación que respondían de alguna forma nuestra pregunta formulada en mayor número fueron artículos y tesis. Pues los considerados en esta investigación, la mayoría de papers y tesis presentaban sus realidades de esta problemática en su lugar de estudio de una manera muy concisa, asimismo detallaba sus técnicas e instrumentos utilizados en el lugar de estudio. Dentro de los métodos de extracción de información se utilizaron palabras de búsqueda como; tiempos de tráfico, seguridad vial,

tránsito vehicular, estos correspondientes a 10 años de antigüedad en los diferentes bases de datos.

En representación de nuestros resultados, se incluyeron 21 investigaciones, estas filtradas con los criterios de inclusión, dentro de la categoría de artículos; 7 artículos fueron de la base de datos proquest, 3 fueron de la base Ebsco. Seguidamente en la categoría de Papers 4 fueron de la base de datos Engeneering Source. Finalmente, en la categoría de tesis 3 fueron del repositorio UPC, 1 repositorio UPN y 1 del repositorio UNC.

Tabla 3: *Clasificación de investigaciones por categoría y cantidad.*

Base de datos	Categoría	N° investigaciones
Proquest	Artículos	7
Ebsco	Artículos	3
Engeneering Source	Artículos	4
Repositorio UPC	Tesis	5
Repositorio UNC	Tesis	1
Repositorio UPN	Tesis	1
Total		21

Nota. Esta tabla muestra la clasificación de los documentos por categoría y cantidad de investigaciones.

Estos artículos considerados tenían diferentes contextos de referencia hacia nuestra pregunta, es por ello que se procedió a clasificarlos, por diagnósticos realizados, su eficiencia de modelado de tráfico y por metodologías empleadas para una optimización de tráfico, a continuación, se detalla esta clasificación de nuestros documentos

Tabla 4: *Clasificación por diagnóstico de tráfico vehicular*

Autores	Lugar y Año	Objetivos	Metodología	Resultados
Amézquita L, Matiz D, Morales D	Bogotá. (2015)	Busca identificar la eficiencia del transporte en los tiempos de viaje en la ciudad.	Diagnóstico de la calidad de transporte público a través de encuesta de movilidad a través de una matriz origen destino.	A través de los resultados de dichas encuestas, se comprobó que los ciudadanos tienden a demorar más tiempo en sus viajes a consecuencia de una mala gestión de tráfico.
Espinal E.	Ciudad de Lima y Callao. Perú. (2017)	Medir la influencia del transporte público sobre la congestión vehicular y contaminación ambiental	Modela el efecto de los flujos de buses sobre la red de transporte mediante el software Dynasmart. luego realiza mediciones de capacidad y velocidad en campo y calcula los flujos.	Como principal resultado implementa un plan maestro para el MTC 2005, de tal manera que esta entidad tenga alternativas de solución para este problema, en su investigación identifica las horas pico y los flujos que se llega a tener, además incluye que actualmente se tiene un nivel de eficiencia actual de un 76% y realizando una proyección al año 2025 llegara a un 85%.
Villacorta J.	Ciudad de Cajamarca. Perú. (2018)	Evaluar la incidencia de accidentes tránsito y	la recolección de información de y campo. Análisis estadístico de accidentes	Determino que el 75% de los accidentes ocurridos, se debe a la ineficiente geometría de la infraestructura vial.

relación con la
vía.

Aurazo Hoyos K. (2018) Perú	Ciudad de Cajamarca Perú (2018)	Diagnóstico de transporte urbano	de	Medida en tiempos de semáforos, flujo vehicular urbano	No se hace uso de los paraderos, no hay respeto a velocidades, semáforos y señales de tránsito.
Pari Malpartida V, H. (2019)	A, Ciudad de Tacna. Perú (2019)	Identificar nivel congestión tráfico vehicular.	el de de	Realizo un conteo de vehículos, tiempos en semáforos en horas de mayor tránsito vehicular. Para determinar los niveles de congestión.	Indica resultados de índices de congestión en 11 puntos evaluados, en tres turnos realizados, lo cual muestra de 5 puntos presentan alto nivel tan en los tres turnos, y para contrastar se aplicó encuestas a conductores y transeúntes, indicando un 97% que debe implementarse algún sistema para minimizar este problema.
Gómez Del valle E, Chile (2009)	C, Ciudad de Chillan. Chile.	Diagnóstico de la situación actual	de	Análisis y exploración de redes viales información geográfica de rutas.	Concluye que los índices de accesibilidad tienen un promedio de un 1.5%.

Nota: Tabla de clasificación por el diagnóstico de tráfico vehicular en diversas ciudades.

Esta clasificación muestra diagnósticos realizados en diferentes lugares para determinar el nivel de la problemática, realizando encuestas a conductores y peatones, como perciben dicha problemática, asimismo busca identificar los niveles de tráfico en horas específicas, niveles de accesibilidad, niveles de accidentes de tránsito. Dentro de los documentos incluidos en esta primera clasificación, 4 fueron artículos de investigación y 2 fueron tesis.

En la investigación dada por Amézquita L, Matiz D, Morales D (2015), nos muestra resultados de la problemática de la eficiencia del transporte público mediante encuestas realizadas a peatones y conductores, medición de tiempos en horas punta de una avenida, mostrando así los tiempos de demoras y cuáles son los parámetros que intervienen a esta problemática. De una manera semejante fue realizado Espinal E. (2017), solo que ahora incluye un parámetro muy importante, la contaminación ambiental, la emanación de gases y el nivel ruido generado por el transporte público. De acuerdo a ello se puede decir que existe una necesidad de implementar un nuevo sistema que regularice el flujo vehicular, y también imponer parámetros de calidad en las infraestructuras viales, tal como nos especifica Villacorta J. en la investigación, de que la mayoría de accidentes de tránsito se debe a ineficientes geometrías en la infraestructura vial, y está en complementada por la autor Aurazo Hoyos K. (2018) que nos especifica en su investigación, que en la mayoría de vías que existe este problema de tráfico y demoras de viaje existen la ubicación de paraderos en lugares no estratégicos, falta de señales tránsito. Asimismo, dentro del diagnóstico de tráfico vehicular los autores Pari A, Malpartida V, Olave H. (2019), realizaron una medición de flujos de tránsito, específicamente en horas de mayor concentración en las intersecciones viales, esto a través de conteo de vehículos, tiempo en semáforos y encuestas a conductores y transeúntes, obteniendo así un indicador de un 97% de la problemática, en 5 puntos de análisis correspondientes, del total de 11. Es por ello que debería analizarse índices de accesibilidad en horas de mayor concentración, vías alternas, tal como nos muestra los autores Gómez C, Del valle E, (2009). En el que realizaron un análisis y exploración de redes viales, esta mediante información geográficas de rutas, con el fin de dar a conocer cuáles son

los índices de accesibilidad y los responsables de este rubro implementen algún control acerca de la circulación vehicular y mínima el problema acerca de ello.

Tabla 5: *Clasificación por eficiencia de modelos para optimización de tráfico*

Autores	Lugar y Año	Objetivos	Metodología	Resultados
Pedraza L, Hernández C, López D.	Ciudad de Bogotá, Colombia. (2012).	Analizar las corrientes vehiculares a través modelo de tráfico eficiente.	Realizar un modelo microscópico ANFIS a basado en comportamiento cinemático de vehículos	Especifica que un modelo ANFIS, hace un control más óptimo en semáforos, por ello conllevaría a beneficios sociales, reducción de tiempos de viaje, disminución de ruido y baja contaminación
Samaniego V, Viñán M, Jaramillo L, Sinche J.	Ciudad de Loja, Ecuador. (2019).	Analizar el tráfico vehicular a través de semáforos, comparando con la estrategia actual	Recolección de datos primarios, conteo de vehículos, tiempos en semáforos convencionales, para luego ser analizados y comparados con una propuesta de semáforos inteligentes.	Con la elaboración de una micro simulación, obtuvo como propuesta semáforos inteligentes en ciertos puntos de la ciudad que dan un gran beneficio, reduciendo tiempos de espera en intersecciones, reducción de contaminación ambiental.
Luis Urquiza	Ciudad de Quito, Ecuador (2018)	Obtener simulaciones de tráfico vehicular.	Análisis de Tráfico Vehicular, mediante georreferenciación	Se generó la distribución vehicular por la geometría de las vías según los OSM y JOSM.
Rivera Saavedra	Ciudad de Lima, Perú (2018)	Análisis de Tráfico Vehicular.	Uso de Vissum 9.0 y Synchro 10.0	reducción de las demoras de viaje, las cuales fueron 14% en la Av. Javier Prado – Ca. Las Flores y 24% en

 la Av. Javier Prado – Ca.
 Las Palmeras.

Ilsoo Ph, Byungkyu B.	Estado de Virginia. EE.UU. (2012).	Optimización por el método estocástica en sistemas de señal de tráfico.	Optimización estocástica implementando un optimizador GA, un modelo de simulación microscópica y una interfaz de optimización – simulación	Modelo con capacidad de optimizar tiempos de las señales de tráfico dentro de un entorno de simulación microscópicas.
-----------------------------	---	---	--	---

Jiménez M, Sarmiento I.	Ciudad de Medellín. Colombia. (2011)	Determinar una propuesta metodológica para un tráfico interrumpido.	Implementación de un sistema adaptativo a través de desarrollo de algoritmo de control.	La construcción de un sistema de control adaptativo, para ello se implementó algoritmos hacia un modelamiento y esta se ajuste de acuerdo a la situación actual.
----------------------------------	---	---	--	--

Nota: Esta tabla muestra una clasificación por el tipo de modelamiento y su eficiencia de estos en su implementación a un entorno real.

En esta clasificación dentro de los documentos incluidos en esta clasificación, 4 fueron artículos de investigación y 2 fueron tesis.

Dentro de los resultados de los autores Pedraza L, Hernández C, López D. (2012), en su investigación realizaron un modelamiento microscópico ANFIS mediante el comportamiento cinemático de vehículos, este modelamiento realiza un control óptimo de semáforos, que mantiene sincronizados en todo momento en las intersecciones de un recorrido, con el fin de reducción de tiempos de viaje, disminución de ruido y baja contaminación. Siguiendo el lineamiento de este tema los autores Samaniego V, Viñán M, Jaramillo L, Sinche J. (2019). A través de su investigación buscan dar como propuesta la implementación de semáforos inteligentes, para ello primero realizaron una recolección de

datos primarios, como el conteo de vehículos, tiempos en semáforos, para luego implementar una micro simulación y posteriormente dar a conocer cuál es el beneficio de implementar semáforos inteligentes en ciertos puntos de la ciudad y la reducción de tiempos en 11.75 segundos por cada intersección de una vía principal. Por parte del autor Rivera Saavedra (2018), en su investigación realizó un modelamiento con el uso de software Vissum 9.0 y Synchro 10.0, luego de ello analizo el tráfico vehicular, obteniendo como resultados reducción de tiempos de viajes en un 14% y 24% respectivamente entre ambos softwares. Como representación de estos resultados, como pudimos observar que se puede dar uso de sistemas muy complejos y muy eficientes, también podemos implementar algunos softwares que nos permitan analizar de una manera más clara el problema, la circulación de vehículos, los tiempos que toman los semáforos, pero además de ello se busca de que este tipo de metodologías sean continuas, tal como nos muestra los autores Jiménez M, Sarmiento I. (2011) en su investigación en donde buscan la implementación de una propuesta metodológica para un tráfico interrumpido mediante un desarrollo de un sistema adaptativo de desarrollo de algoritmos de control. Determinar una propuesta metodológica para un tráfico interrumpido. Esto a través de sensores instalados en las vías, de tal manera permitan obtener información acerca del flujo vehicular y que este sistema analice la situación y pueda controlar el sincronismo de los semáforos. Con el fin de esta clasificación se trata de demostrar que existen diversas metodologías que pueden implementarse en un entorno según sea el nivel del problema en cuanto al tránsito vehicular, como se puede explicar que existen controles muy complejos como los más simples, con un modelamiento, y que ambos obtendremos resultados diferentes, pero ahí es donde será un análisis exhaustivo del problema del encargado de la solución del tránsito vehicular.

Tabla 6: *Clasificación tráfico vehicular con software Synchro Traffic en el Perú*

Autores	Lugar y Año	Objetivos	Metodología	Resultados
Delgado E, Casanova L (2011). Venezuela.	Ciudad de Mérida. Venezuela.	Análisis de Tráfico Vehicular	Modelamiento y obtención de datos en campo.	Comparativa de parámetros en Synchro y lo medido en campo con el fin de verificar su funcionalidad
Huertas M, Quispe D.	Ciudad de lima. Perú. (2018).	Planteamiento de alternativa que permita obtener una mejora tránsito vehicular.	Evaluación y reconocimiento del área de estudio, análisis de mediciones recolectadas y proponer una solución.	Análisis de flujo vehiculares y peatonales, tiempos aproximados en intersecciones e identificación de posibles causas del congestionamiento. Se implementa una alternativa de solución de controlar el flujo de vía, pues se identificó estacionamientos que producían este problema.
Chuqui huaccha M, Galván C. Perú.	Ciudad de lima. Perú.	Propuesta para mitigar a congestión vehicular utilizando la metodología HCM	Descripción de flujo actual, para el análisis correspondiente	Modelamiento de la congestión vehicular actual y presentar una mejora a través de la metodología HCM 2010 en Synchro traffic.

Leonardo Neyra Rosmery del Pilar (2016)	Ciudad de Jaén. Perú	Modelamiento es software Synchro 8.	La información se obtuvo mediante la técnica de aforo vehicular, aplicando una ficha de Aforo vehicular.	Optimización de tráfico vehicular.
Del mar A, Vásquez I. 2019	Ciudad de Lima. Perú	Demostrarla propuesta de gestión vehicular simulada en el software Synchro 8 en la reducción de congestión vehicular.	Determinación del grupo de movimientos y grupos de carriles, tasas de flujo, capacidad de relación de volumen y capacidad. Tiempos de demora.	Realizó simulaciones en intersecciones, y se llegó a resultados de optimización de tiempos de 657 segundos/vehículo a 156.60 segundos/vehículo lo que representa a una reducción del 25.48% de la red estudiada.

Nota: Esta tabla muestra una clasificación por la aplicación de modelo en Synchro traffic en diversas ciudades del Perú.

En representación de 5 estudios, 1 de categoría de artículo y 4 de tesis, estas investigaciones describen la clasificación de análisis y evaluación, mediante el modelamiento de tráfico vehicular en el Software Synchro Traffic en el Perú, el cual se analizó con datos resaltados en Perú teniendo como temática principal la evaluación del tráfico vehicular en 5 artículos y la evaluación del congestionamiento del tráfico vehicular.

El autor Delgado E, Casanova L (2011). En su investigación realiza una recolección de datos en cuanto a medición de tiempos de viaje y sincronismos en la semaforización en el lugar que dispondrá la implementación de un modelamiento para el análisis de tráfico vehicular, realizado este modelamiento posteriormente verificara los parámetros que fueron analizados

e implementados en el lugar, con el fin de medir las variaciones y la eficiencia del modelamiento. De acuerdo a ello se puede decir que los modelamientos van a tener ciertas variaciones en su implementación, según el incremento de nuevos vehículos, tal como nos muestra los autores Huertas M, Quispe D. (2018) en su investigación que demuestra que los mayores factores de que existe el tráfico vehicular es por los estacionamientos clandestinos en la vía, interrumpiendo el flujo, y esto más visible en los vehículos que realizan el transporte público menciona. Es por ello que para un buen funcionamiento es necesario controlar el flujo vehicular, de tal manera se reduzca interrupciones y encaminar a una mejora continua. Por otro lado, el autor Chuqui huaccha M, Galván C. en su investigación nos precisa a eficiencia de implementar un modelo de la congestión vehicular con el software Synchro Traffic, ya que está dentro de sus algoritmos de análisis incorpora la metodología HCM 2010, metodología muy eficiente. Asimismo, el autor Del mar A, Vásquez I. (2019) nos muestra resultados de eficiencia de este programa a un 25.48% de optimización de tiempos de viaje. Como conclusión de esta clasificación logramos obtener el nivel de eficiencia del software Synchro Traffic y sus diversas eficiencias encontradas en el lugar de aplicación, justificando así su validez frente a la solución de problemas de tránsito vehicular.

Tabla 7: Metodologías para mejora de tránsito en intersecciones viales.

Autores	Lugar y Año	Objetivos	Metodología	Resultados
Moras C, Morales I (2007). México.	Ciudad de Orizaba, Veracruz y México.	Realizar un estudio de las acciones que desempeña un conductor al transitar por una vía.	Recolecciones de datos, estudios de aceleración y desaceleración asociados con los cambios de velocidad.	Se realizó un análisis comparativo de cada intersección analizada, tiempos de espera. A partir de 330 vehículos e de modelo resulta más eficiente
Díaz J, Bermúdez M, Salazar R (2012)	Ciudad de Medellín. Colombia.	Aplicación de redes Petri binarias en sistemas de tráfico vehicular	Estudio de evolución de las redes binarias.	su viabilidad y limitaciones de este sistema.
Rodríguez D.	Ciudad de Valencia. España.		Variación entre ambas normas	Eficiencia de las metodologías.
D'Amato J, Domínguez L, Pérez A, Rubiales A, Stramana F	Colombia (2019).	Control óptimo de semáforos	Información de videocámaras de seguridad.	Datos extraídos para el uso de optimización de control de semáforos.

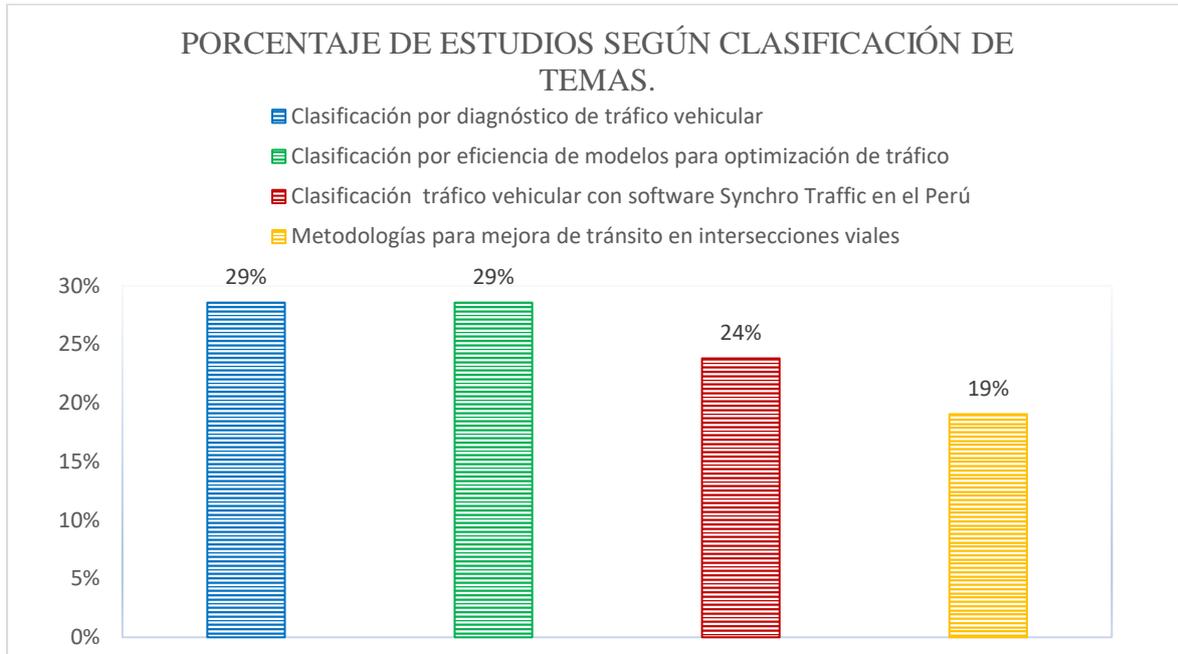
Nota: Esta tabla muestra una clasificación por la aplicación de modelo en Synchro traffic en diversas ciudades del Perú.

En esta clasificación dentro de los documentos incluidos en esta clasificación, fueron 4 artículos de investigación.

Como primera investigación los autores Moras C, Morales I (2007) realizan un análisis comparativo a partir de la obtención de información en cuanto a tiempos, variaciones de velocidad con una muestra de 330 vehículos, a partir de ello realizaron un modelamiento en el software Synchro Traffic, dando como propuesta una eficiente solución al problema de tráfico en su ciudad de Orizaba. Asimismo, empleando el mismo programa en la ciudad de Colombia los autores Díaz J, Bermúdez M, Salazar R (2012) demuestran la viabilidad y sus posibles limitaciones en cuanto a tiempos de espera en vías con intersecciones cruzada. También la demostración de la eficiencia de esta metodología en la ciudad de Valencia, por parte de la investigación de Rodríguez D. lo cual demuestra un nivel de eficiencia de un 7% en cuanto a parámetros de curvas de volteo en dicha ciudad. Por ultimo por parte de los autores D'Amato J, Domínguez L, Pérez A, Rubiales A, Stramana F (2019). Para una mayor eficiencia de este software se recomienda que se trabaje con información alterna por parte de las videocámaras de seguridad, por lo cual se obtendría información real y así poder adecuar nuestro modelamiento.

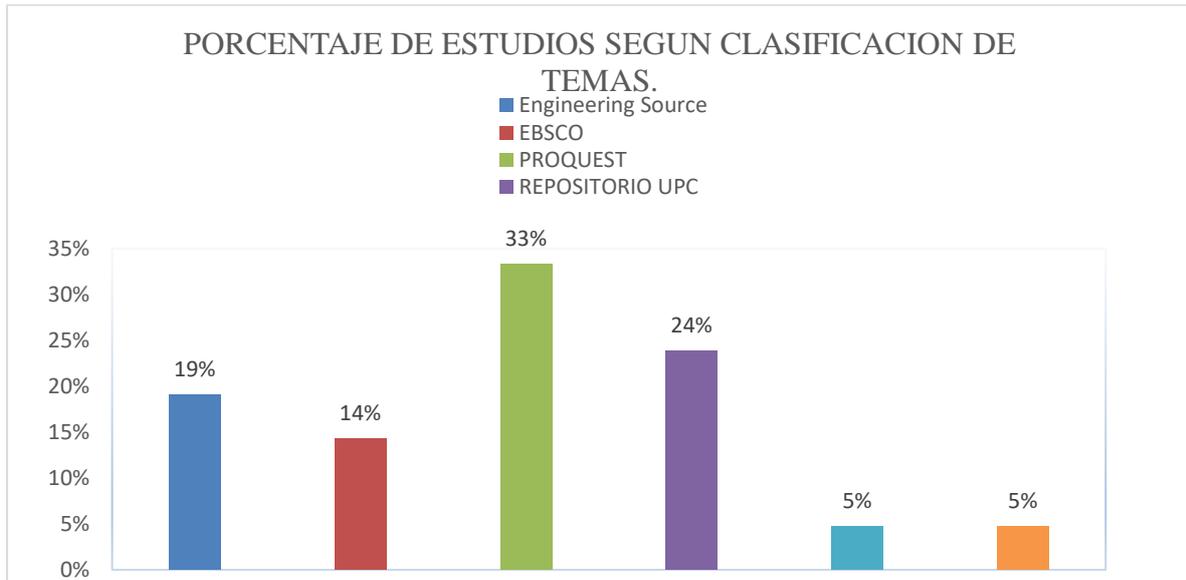
En los siguientes gráficos de manera muy simplificada se muestra los porcentajes de publicaciones que guarda relación con cada tema considerado y por cada base de datos de búsqueda.

Figura 3: *Porcentajes de estudios según clasificación de temas.*



Fuente: elaboración propia.

Figura 4: Porcentajes de estudios según clasificación de temas.



Fuente: propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

En nuestra primera clasificación de documentos, se realizó en base a los tipos de diagnóstico que se realizan para determinar los niveles de eficiencia de un tránsito vehicular, con el propósito de determinar los parámetros que causan el tráfico vehicular, obteniendo información primaria en campo, tales como encuestas a los conductores y peatones, pues ellos son los que más perciben este problema, en un artículo titulado “Matriz Origen – destino y eficiencia en modos de transporte urbano” por los autores Amésquita L, Matiz D, Morales D (2015), en sus resultados Cerca de un 97% de la población encuestada, solicita a sus entidades públicas que implemente un sistema de control de tráfico, pues ellos se ven afectados, a los conductores por llevar muchas horas en atascos, lo que gastan combustible, minimizando sus ingresos. Por otro lado, por parte de los transeúntes, el ruido que se percibe es insoportable es por ello que se ven limitados a continuar con sus deberes diarios y el producto de estados de estrés durante el día.

Es importante señalar que la cultura tanto de los transeúntes como conductores en el transporte urbano es deficiente causando conflictos de tráfico, ya que por parte de la educación vial los choferes no es la adecuada generando conflictos en horas picos, un aporte de solución dada por Espinal, Manuel Martínez (2017) en su investigación “ Transporte público de buses versus congestión y contaminación en Lima y Callao “ nos habla sobre la reducción de flota vehicular o la semaforización aumentando la capacidad de tiempo de la luz verde en dirección a la hora-pico, llevándonos a dar una hipótesis favorable hacer un modelamiento futuro utilizando un software de optimización de tiempos de tráfico, debido a la gran problemática generada en distintas partes del mundo donde es mínimo el interés a un transporte publico generado por el estado. Pari A, Arrieta V, Colque H (2019). en su

investigación “Nivel de congestionamiento del tráfico vehicular de la zona comercial de la avenida Bolognesi, Tacna – 2019” nos brinda la solución confirmando la efectividad del uso de softwares para modelamiento generando una pérdida de tiempo del 39.2 % al 47.8% de la problemática actual. Esto se suma a la ineficiente infraestructura vial, tal como nos especifica el autor Villacorta J. (2017), en su investigación “Accidentes de tránsito y su relación con las características geométricas”, pues la geometría ineficiente de una vía puede abarcar a diversos accidentes de tránsito.

Por último, la inadecuada educación por parte de los conductores y peatones empeora la situación, por parte de conductores que realizan estacionamientos donde no hay paraderos, y genera un retraso del flujo vehicular, no hay respeto, ni supervisión de límites de velocidades, señales de tránsito y en horas punta no se respeta los tiempos de semáforos, por ende, existe aglomeraciones en intersecciones, es to se suma los peatones que no hacen uso de paraderos establecidos. Tal como en una tesis realizada por Aurazo Hoyos, Karol Sarita; Machuca Villalobos, Janeth del Pilar que lleva de nombre “Situación del servicio de transporte público urbano (líneas: a, c, d y p13) en la ciudad de Cajamarca – 2018”.

En nuestra segunda clasificación, se obtuvo por la eficiencia de modelos para la optimización de tráfico, es decir realizar una comparativa de diversos programas del mismo fin, evaluar los distintos software utilizado y de acuerdo a nuestra pregunta ver si los beneficios que te brinda Synchro Traficc son los adecuados por lo que Nedal T, Mean Olba (2019), en su investigación realizada en Arabia Saudita , titulada “ Adecuación de los modelos TRANSYT-7F y Synchro a lo largo de una arteria principal en Arabia Saudita.” Adecuación de los modelos TRANSYT-7F y Synchro a lo largo de una arteria principal en Arabia Saudita.” Hay dificultades en algunas funciones de Synchro detectadas por este autor quien da mayor valor y realce al Software transyt-7F quien es el que tiene valores más

cercanos al Synchro, el cual fue comparado con los resultados obtenidos por Rivera Saavedra, Gabriel Velásquez Ochochoque, Luis Alberto (2018) realizado con el uso de Vissum 9.0 y Synchro 10.0 obteniendo mejores resultados que el Vissum 9.0 contrastando resultados arrojados por ambos softwares, dándonos a entender que depende al objetivo de análisis cada software tiene un mayor desenvolvimiento y que con controles o simulaciones realizadas con métodos sin simulación .

Así Delgado E, Casanova L nos dicen en su investigación “Comparación de los parámetros operacionales de tráfico determinados con Synchro 6.0 con los valores medidos en campo” realizada en la ciudad de Merida – Venezuela (2011) que el programa genera diferentes archivos de salida con las características de tráfico para así poder compararlos con datos obtenidos en campo tales como que el rango de demora obtenida varia en 67 segundos respecto a la medida tomada en campo dándonos a entender que el beneficio de usar Synchro Traffic es favorable por las herramientas facilidades y variedad de solución para la optimización de tráfico mediante intersecciones y tiempos semafóricos.

Las diferentes metodologías para la mejora de optimización de transito nos hace citar al siguiente autor Jhony; Andrés Arroyave , Zuleta Bermúdez ;Manuel Alejandro, Vásquez Salazar en su investigación “Implementación de algoritmos de control de tráfico vehicular con redes de Petri no binarias utilizando diagramas en escalera” el cual nos habla del uso del método HCM 2010 el cual trabaja especialmente con el programa Synchro Traffic dando resultados de mejora en optimización de tráfico del 32 % para cruces en intersecciones y el 14 % de giro hacia el lado izquierdo (vuelta en U) dándonos a entender que el uso del programa está avalado por una norma y metodología adecuada.

La revisión de la literatura científica realizada nos ubica en un contexto de la diversidad soluciones para la optimización de tiempos de tráfico, es por ello que se redactara algunas conclusiones importantes encontradas en los artículos de esta revisión sistemática.

Como primera instancia dentro de la importancia de diagnósticos realizados en los lugares de análisis, son muy importantes, pues a partir de ellos se tomará decisiones de cómo mejorar dicho problema, y sobre todo con la participación de las personas que viven cotidianamente con dicho problema, pues sus recomendaciones ayudaran para una mejora continua de dicho problema, en este caso del tráfico vehicular.

Asimismo, para uncontrol de semáforos eficiente, se determinó que el modelamiento por ANFIS es más óptimo, ya que reduce la densidad vehicular, permite atender una mayor cantidad de vehículos, disminuye el promedio de vehículos en cola sin aglomeraciones. A su vez aumenta la velocidad promedio de los vehículos a través de la vía y reduce la posibilidad de generar una congestión vehicular por causa de los semáforos. Pero algo que deberá tenerse en cuenta que, para obtener buenos resultados se tendrá que realizar una evaluación muy exustiva según el entorno donde se implementará, para ello se requiere una información muy certera, es por ello que deberá realizarse inversiones en equipos que nos permita esta información, como sensores o cámaras instaladas en el lugar, de tal manera nos permita obtener información en el entorno real.

Por otro lado, la metodología HCM 2000 posee procedimientos limitados para evaluar sistemas complejos y variables, es por ello que los modelos determinísticos deben ser evaluado antes de su aplicación, es por ello que la caracterización de las intersecciones, mediante el uso de Synchro 8, presenta ciertas limitaciones en el modelamiento de tipologías específicas, tales como la vuelta en U y el cambio de carril, puesto que es un software de

macrosimulación. Por ejemplo, el programa no reconoce giros directos en U, maniobra que puede incorporarse a través de dos giros consecutivos a la izquierda; además, las opciones para modelar los movimientos en un carril son restringidas. Debido a ello es que la actualizada metodología HCM 2010 profundizó su estudio con respecto a los giros, siendo más explícitos y concretos, por lo cual los resultados serán más adecuados a las condiciones de tráfico actual para los nuevos diseños de las intersecciones semaforizadas, pues presenta un mejor análisis de la intersección semaforizada, siendo más detallado y estudiado, por lo tanto, identifica con más precisión la capacidad actual de la intersección estudiada.

Los análisis estadísticos indican que las estimaciones del programa Synchro 6.0 para las longitudes de cola de tráfico en semáforos, inciden a los valores medidos en campo, es por ello que se recomienda realizar otras investigaciones que contemplen la comparación de parámetros operacionales medidos en campo con los estimados por programas de simulación de tráfico disponibles en el mercado.

En suma, el manejo de información tiene un impacto en el esfuerzo computacional, y a su vez, en la infraestructura que se debe gestionar. Esta información puede ayudar en la ubicación o configuración de modelos de flujo, temporización de semáforos, e incluso definir políticas de circulación horarias para zonas de peatones, entre otras.

Por último, los semáforos es el sistema más eficiente para un control de tráfico, ya que a medida que el tráfico es intenso en todos los accesos de llegada, a través de ellos se puede detener un flujo y darle preferencia a otra, minimizando colas de tráfico. Para el eficiente funcionamiento se debe sincronizar los semáforos de cada intersección, de tal manera exista una interacción entre ellos y puedan optimizar tiempos.

(BBC New Mundo, 2017)

Amézquita, L.,L., Matiz, D. F. D., & Morales, D. H. F. (2016). MATRIZ ORIGEN-DESTINO Y EFICIENCIA EN MODOS DE TRANSPORTE URBANO: UN ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD DE BOGOTÁ *. Semestre Económico, 19(39), 91-111.Retrievedfrom

<https://search.proquest.com/docview/1822092207?accountid=36937>

Espinal, M. M. (2017). Transporte público de buses versus congestión y contaminación en lima y callao *: Revista del departamento de economía, pontificia universidad católica del Perú revista del departamento de economía, pontificia universidad católica del Perú. Economía, 40(79), 47-86. doi: <http://dx.doi.org/10.18800/economia.201701.002>

Pari Pinto, A. G., Malpartida Arrieta, V., & Olave Colque, H. (2019). Nivel de congestionamiento del tráfico vehicular de la zona comercial de la avenida Bolognesi, Tacna – 2019. <https://doi.org/10.33326/26176033.2019.25.861>

(Villacorta Delgado, 2018). Los accidentes de tránsito y su relación con las características geométricas de la Av. Héroes del Cenepa desde la Av. Independencia hasta la Av. Vía de Evitamiento Sur en la ciudad de Cajamarca. Recuperado 10 de mayo de 2020, de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1983?show=full>

Loyola Gómez, C., & De Valle, E. A. (2009). Flujo, Movilidad Y Niveles De Accesibilidad en El Centro De Chillan Año 2007. Propuesta De Mejoramiento Mediante Sig. Urbano, 12(19), 17–27.

Aurazo Hoyos K. (2018) Perú. Situación del servicio de transporte público urbano (líneas: a, c, d y p13) en la ciudad de Cajamarca – 2018, Repositorio UPN (45-81)108, Retrieved from <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14742>

Pedraza, L. F., Hernández, C. A., & López, D. A. (2012). Control de tráfico vehicular usando ANFIS/Vehicular traffic control using ANFIS. Ingeniare : Revista Chilena De Ingenieria, 20(1),79-88.Retrievedfrom <https://search.proquest.com/docview/1033501883?accountid=36937>

Samaniego-Calle, V., Viñán-Ludeña, M. S., Jaramillo-Sangurima, W., Jácome-Galarza, L., & Sinche-Freire, J. (2019). Semáforos inteligentes y tráfico vehicular: Un caso de estudio comparativo para reducir atascos y emisiones contaminantes. Revista Ibérica De Sistemas e Tecnologias De Informação, , 403-414. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/2260411255?accountid=36937>

Ratrouf, Nedal & Olba, Maen. (2009). Adequacy of TRANSYT-7F and Synchro models along a major arterial in Saudi Arabia. Canadian Journal of Civil Engineering. 36. 95-102. 10.1139/L08-120.

G. Rivera Saavedra and L. A. Velásquez Ochochoque, “Determinación de ciclos semafóricos optimizados con Synchro 10.0 aplicados y evaluados en intersecciones de gran congestión vehicular con el software PTV Vissim 9.0,” Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú, 2019. <http://hdl.handle.net/10757/626178>

Ilsoo Yun, & Byungkyu (Brian) Park. (2012). Stochastic Optimization for Coordinated Actuated Traffic Signal Systems. *Journal of Transportation Engineering*, 138(7), 819–829. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)TE.1943-5436.0000384](https://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000384)

JIMENEZ URIBE, M., & SARMIENTO, I. (2011). SISTEMA ADAPTATIVO DE CONTROL Y OPTIMIZACIÓN DEL TRÁFICO DE UN CORREDOR VIAL SEMAFORIZADO. *DYNA*, 78(169), 71-78. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/20661/48731>

Ricardo Mena^{1,*}, Luis Urquiza-Aguilar¹, Xavier Calderon-Hinojosa , Ana Zambrano. (2018). Simulación y Análisis de Tráfico Vehicular en las Rutas de Acceso para la Ciudad de Quito con Mapas Geográficos en SUMO (Simulación de Movilidad Urbana). *Simulación y Análisis de Tráfico Vehicular en las Rutas de Acceso para la Ciudad de Quito con Mapas Geográficos en SUMO (Simulación de Movilidad Urbana)*, 3(1), 26-34. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7362409>

Huertas, M. E., & Quispe, D. J. (2018). Propuesta de mejora de los niveles de servicios con un rediseño de la vía entre los tramos de las Av. Alfredo Benavides y Av. De los Ingenieros ubicados en el distrito de Santiago de Surco, Lima-Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10757/624289>

Chuqui huaccha, M. M. A., & Galván A. C. J. P. (2016). Propuesta de mejora de congestión vehicular usando metodología del HCM 2010 en las intersecciones de la Av. 26 de Noviembre, entre la Av. Pachacutec y la Av. Salvador Allende, en el distrito de V.M.T, Lima-Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10757/621703>

[1] A. M. Del Mar Velarde and I. E. Vásquez Palomino, “Propuesta para la reducción del congestionamiento vehicular en las avenidas La Marina y Faustino Sánchez Carrión, desde la Av. Antonio José de Sucre hasta la Av. Gregorio Escobedo, mediante el uso del software Synchro 8,” Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú, 2019. DOI: <https://doi.org/10.19083/tesis/625953>

Leonardo, R. P. (2017). Análisis del nivel de servicio de las intersecciones semaforizadas de la avenida Villanueva Pinillos y modelado con synchro 8.0 - Jaén - 2016. Recuperado 10 de mayo de 2020, de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1061?show=full>

Moras Sánchez, C. G., & Morales, I. O. (2007). Evaluación de la eficiencia del programa de tránsito “cruces uno por uno”, en la ciudad de Orizaba, Veracruz, México, mediante microsimulación. *Revista de La Ingeniería Industrial*, 1(1), 1–11.

Díaz, J. A. A., Zuleta Bermúdez, M. A., & Vásquez Salazar, R. D. (2015). Implementación de algoritmos de control de tráfico vehicular con redes de petri no binarias utilizando diagramas en escalera.

Rodríguez, Daniella. (2015). Revisión del HCM 2010 y 2000 intersecciones semaforizadas. *INGENIUM* ISSN 0124-7492. 16. 19-31. 10.21500/01247492.1667.

D'Amato, J.P., Dominguez, L., Perez, A., Rubiales, A., & Stramana, F. (2020). Generación de servicios digitales en ciudades inteligentes a partir de las capacidades de los sistemas de cámaras. *Revista Ibérica De Sistemas e Tecnologías De Información*, 566-578. Retrieved from

<https://search.proquest.com/docview/2385756577?accountid=36937>

<https://search.proquest.com/docview/1822092207?accountid=36937>

Restrepo, F. J. C., Múnera, J., David Osorio, & Valencia, B. A. P. (2015). VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA REDUCCIÓN DEL RUIDO POR TRÁFICO VEHICULAR: UNA APLICACIÓN PARA MEDELLÍN (COLOMBIA)

*.Semestre *Económico*, 18(37), 11-50. Retrieved from

<https://search.proquest.com/docview/1784559695?accountid=36937>

<https://search.proquest.com/docview/1033501883?accountid=36937>

ANEXOS

Se presenta los documentos encontrados, según base de datos, presentados en la siguiente tabla:

Tabla 8: *Anexo de artículos seleccionados según base de datos*

BASE DE DATOS	Nº DE ARTICULOS
EBSCO	10
PROQUEST	7
ENGINEERING SOURCE	2
DIVA	1
JORNAL OF SCIENCE AND RESEARCH	1
PIRHUA	1
UNJB	1
REPOSITORIO INSTITUCIONAL	2
REPOSITORIO UNC	4
REPOSITORIO UNSCH	1
REPOSITORIO UPAO	1
REPOSITORIO UPN	3
REPOSITORIO INDUSTRIAL	1
REPOSITORIO UPC	5
TOTAL	40

Estas fueron las bases de datos que se utilizaron, estas seleccionadas por su prestigio de sus documentos.

Tabla 9: Anexo clasificación en base de datos Proquest

Base de Datos	Palabras Claves	N° DE ARTICULOS	%
PROQUEST	Tráfico Vehicular	1	14.29%
	Ciudad Inteligente	1	14.29%
	Economía Ambiental	1	14.29%
	Congestión Vehicular	1	14.29%
	Movilidad	1	14.29%
	Ingeniería de tráfico	1	14.29%
	Parámetros macroscópicos	1	14.29%
Total		7	100.0%

Nota: Esta tabla muestra una clasificación Realizada en Proquest.

Tabla 10: Anexo clasificación base de datos Engineering Source.

Base de Datos	Palabras Claves	N° DE ARTICULOS	%
ENGINEERING	Rutas de Transporte	1	50%
SOURCE	Tráfico Vehicular	1	50%
Total		2	100.0%

Nota: Esta tabla muestra una clasificación realizada en Engineering Source.

Tabla 11: Anexo Clasificación base de datos DiVA

Base de Datos	Palabras Claves	N° DE ARTICULOS	%
DIVA	Simulación con Synchro traffic	1	100.0%
Total		1	100.0%

Nota: Esta tabla muestra una clasificación realizada en DiVA

Tabla 12: Anexo clasificación base de datos Jornal Of Science and Research.

Base de Datos	Palabras Claves	N° DE ARTICULOS	%
JORNAL OF SCIENCE AND RESEARCH	Optimización de Tráfico	1	100.0%
Total		1	100.0%

Nota: Esta tabla muestra una clasificación realizada en Jornal Of Science And Research.

Tabla 13: Anexo clasificación base de datos UNJB

Base de Datos	Palabras Claves	N° DE ARTICULOS	%
UNJB	Tráfico Vehicular Perú	1	100.0%
Total		1	100.0%

Nota: Esta tabla muestra una clasificación realizada en UNJB

Tabla 14: *Anexo clasificación base de datos PERHUA*

Base de Datos	Palabras Claves	N° DE ARTICULOS	%
PIRHUA	Seguridad Vial	1	100.0%
Total		1	100.0%

Nota: Esta tabla muestra una clasificación realizada en PIRHUA

 Tabla 15: *Anexo clasificación repositorio internacional*

Base de Datos	Palabras Claves	N° DE ARTICULOS	%
REPOSITORIO	Optimización de Tráfico	1	50%
INSTITUCIONAL	Seguridad Vial	1	50%
Total		2	100.0%

Nota: Esta tabla muestra una clasificación realizada en Repositorio Internacional

 Tabla 16: *Anexo clasificación repositorio UNC*

Base de Datos	Palabras Claves	N° DE ARTICULOS	%
REPOSITORIO UNC	Synchro Cajamarca	1	25%
	Seguridad Vial	3	75%
Total		4	100.0%

Nota: Esta tabla muestra una clasificación realizada en Repositorio UNC

Tabla 17: Anexo clasificación repositorio UNSCH

Base de Datos	Palabras Claves	N° DE ARTICULOS	%
REPOSITORIO UNSCH	Seguridad Vial Urbana	1	100.0%
Total		1	100.0%

Nota: Esta tabla muestra una clasificación realizada en Repositorio UNSCH

Tabla 18: Anexo clasificación repositorio UPAO

Base de Datos	Palabras Claves	N° DE ARTICULOS	%
REPOSITORIO UPAO	Optimización de tráfico	1	100.0%
Total		1	100.0%

Nota: Esta tabla muestra una clasificación realizada en Repositorio UPAO

Tabla 19: Anexo clasificación repositorio UPN

Base de Datos	Palabras Claves	N° DE ARTICULOS	%
REPOSITORIO UPN	Transporte Urbano	1	33.33%
	Seguridad Vial	2	66.66%
Total		3	100.0%

Nota: Esta tabla muestra una clasificación realizada en Repositorio UPN

Tabla 20: *Anexo clasificación repositorio industrial*

Base de Datos	Palabras Claves	N° DE ARTÍCULOS	%
REPOSITORIO INDUSTRIAL	Transporte Urbano	1	100.0%
Total		1	100.0%

Nota: Esta tabla muestra una clasificación realizada en Repositorio INDUSTRIAL

Tabla 21: *Anexo clasificación repositorio UPC*

Base de Datos	Palabras Claves	N° DE ARTÍCULOS	%
REPOSITORIO UPC	Aforo Vehicular	1	25.00%
	Impacto Vial	1	25.00%
	Tráfico Vehicular	1	25.00%
	Syncro Traffic	1	25.00%
	Congestionamiento vehicular	1	25.00%
Total		6	100.0%

Nota: Esta tabla muestra una clasificación realizada en Repositorio UPC