

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**VEHÍCULOS AUTÓNOMOS EN EL FLUJO DE TRÁFICO
VEHICULAR EN LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE
HUANCAYO**

PRESENTADO POR:

Bach. ROMERO HILARIO ERNIE GIANFRANCO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:

TRANSPORTE Y URBANISMO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN POR PROGRAMA DE ESTUDIOS:

TRANSPORTES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERU

2023

ASESOR

Ing. Rando Porras Olarte

Asesor

DEDICATORIA

A nuestro creador, a mis familiares y en especial a mis queridos padres, que gracias a ellos tengo una base sólida de valores que desde pequeño me infundieron, para ser una persona de bien y ser un buen profesional.

Romero Hilario Ernie Gianfranco

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme fortalezas en los días difíciles, en los días que tocamos fondo y no encontramos una solución clara y en ese momento de nuestra vida, que recién nos ponemos a buscar al Señor.

A mis familiares por el apoyo y los consejos que me brindaron en cada etapa de mi vida, para poder trazar metas y la perseverancia que se necesita para cumplirla.

A mi apreciado asesor; Ing. Rando Porras Olarte por su confianza, y su constante apoyo.

A mis amigos que siempre están pendientes de mí, de cómo estoy avanzando profesionalmente, y si tengo alguna dificultad me brindan su apoyo incondicional.

El autor

CONSTANCIA 027

DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final de tesis titulado:

“VEHÍCULOS AUTÓNOMOS EN EL FLUJO DE TRÁFICO VEHICULAR EN LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO”

Cuyo autor(es) : Ernie Gianfranco, Romero Hilario.

Facultad : Ingeniería

Escuela Profesional : Ingeniería Civil

Asesor(a) : Mg. Rando Porras Olarte

Que, fue presentado con fecha 20.01.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 23.01.2023; con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

- Excluye bibliografía.
- Excluye citas.
- Excluye cadenas menores de a 20 palabras
- Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 21 %. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el 30%. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud. Observaciones: ninguna.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presenta constancia.

Huancayo 30 de Enero del 2023



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBRO DEL JURADOS

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera
Presidente

Mg. Jesús Iden Cárdenas Capcha
Jurado

Mg. Jeannelle Sofia Herrera Montes
Jurado

Ing. Christian Mallaupoma Reyes
Jurado

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario Docente

INDICE

AGRADECIMIENTO	v
INDICE	viii
LISTA DE TABLAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I	15
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1. Planeamiento del Problema	15
1.2. Formulación del Problema	18
1.2.1. Problema General	18
1.2.2. Problemas Específicos	18
1.3. Justificación	18
1.3.1. Social o práctica	18
1.3.2. Científica o teórica	18
1.3.3. Metodológica	19
1.4. Delimitación del Problema	19
1.4.1 Espacial	19
1.4.2 Temporal	19
1.4.3 Conceptual	19
1.5. Limitaciones	20
1.6. Objetivos	20
1.6.1. Objetivo General	20
1.6.2. Objetivos Específicos	20
CAPÍTULO II	21
MARCO TEÓRICO	21
2.1. Antecedentes	21
2.1.1 Antecedentes Internacionales	21
2.1.2. Antecedentes Nacionales	26
2.2. Bases teóricas y científicas	30
2.2.1 Vehículo Autónomo	30
2.2.1.2. Niveles de Autonomía de los vehículos autónomos	39

2.2.1.3. Aceptación de los vehículos autónomos.....	44
2.2.1.3. Recorridos Optimizados	45
2.2.1.4. Vehículos autónomos con sensores implementados	46
2.2.1.5. Reducción de tráfico con vehículos autónomos simulados mediante flota de coches en miniatura	49
2.2.1.4. Responsabilidad en casos de accidentes	52
2.2.1.5. Legislación Internacional vigente	55
2.2.1.6. Impacto de los vehículos autónomos	56
2.2.2 Flujo de tráfico vehicular	58
2.2.2.1. Flujo vehicular	58
2.2.2.2. Tipos de flujo de trafico.....	58
2.2.2.3. Características de transito	59
2.2.2.4. Niveles de Servicio	67
2.2.2.4. Software Synchro 8.0.....	70
2.3. Definición de términos	72
2.4. Hipótesis.....	74
2.4.1. Hipótesis General	74
2.4.2 Hipótesis específicas	74
2.5. Variables	74
2.5.1. Definición conceptual de la variable	74
2.5.2. Definición operacional de la variable	75
2.6. Operacionalización de variables	76
CAPÍTULO III METODOLOGÍA	77
3.1. Método General de investigación.....	77
3.2. Tipo de investigación	77
3.3. Nivel de investigación	78
3.4. Diseño de investigación	78
3.5. Población y muestra.....	79
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	79
3.6.1. Técnicas de recolección de datos:	79
3.6.2. Instrumentos:	80
3.7. Procesamiento de la información.....	80
3.8. Técnicas y análisis de datos	80
CAPÍTULO IV RESULTADOS	81
4.1. Estudio de Trafico para la Intersección ubicada entre la Av. Ferrocarril y la Av. San Carlos 84	

4.1.1.	Volumen vehicular	84
4.1.2.	Volumen Horario de Máxima Demanda y Flujo Máximo	84
4.1.3.	Factor Hora Pico	85
4.1.4.	Velocidad del Proyecto	86
4.1.5.	Relación de Volumen/Capacidad del nivel de servicio	86
4.1.6.	Factor de distribución direccional de transito	87
4.1.7.	Factor para ancho carril y distancias a obstáculos laterales	87
4.1.8.	Factor de vehículo pesado	87
4.1.9.	Cálculo del Servicio de la intersección de la Av. Ferrocarril y la Av. San Carlos. ...	89
4.2.	Estudio de Trafico para la Intersección ubicada entre la Av. Ferrocarril y la Jr. Piura 90	
4.2.1.	Volumen vehicular	90
4.2.2.	Volumen Horario de Máxima Demanda y Flujo Máximo	90
4.2.3.	Factor Hora Pico	91
4.2.4.	Velocidad del Proyecto	92
4.2.5.	Relación de Volumen/Capacidad del nivel de servicio	92
4.2.6.	Factor de distribución direccional de transito	93
4.2.7.	Factor para ancho carril y distancias a obstáculos laterales	93
4.2.8.	Factor de vehículo pesado	93
4.2.9.	Cálculo del Servicio de la intersección de la Av. Ferrocarril y la Av. San Carlos. ...	95
4.3.	Prueba de Hipótesis	97
4.3.1.	Prueba de hipótesis general	97
4.3.2.	Prueba de hipótesis específicas.	100
4.3.2.1.	Prueba de la primera hipótesis específica	100
4.3.2.2.	Prueba de la segunda hipótesis específica	103
CAPÍTULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS		106
2.1.	Vehículos Autónomos en el flujo de tráfico vehicular	106
2.2.	Vehículos Autónomos en el flujo continuo vehicular	107
2.3.	Vehículos Autónomos en el flujo discontinuo vehicular	108
CONCLUSIONES		110
RECOMENDACIONES		112
REFERENCIAS		113
ANEXOS		118

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Automóviles Equivalentes por Camiones y Autobuses, en Función del Tipo de Terreno, Carreteras de dos Carriles	63
Tabla 2 Factor de Ajuste por Efecto Combinado de Carriles Angostos y Hombros Restringidos, Carretera de dos Carriles.....	64
Tabla 3 Factor de Ajuste por Distribución Direccional del Tránsito en Carreteras de dos Carriles	65
Tabla 4 Nivel de Servicio (V/C) para carretera de dos carriles	65
Tabla 5 Nivel de Servicio (ICU LOS) metodología propia del Software Synchro 8.0	71
Tabla 6 Operacionalización de variables	76
Tabla 7 Cantidad vehicular	84
Tabla 8 Volumen Horario de Maxima Demanda y Flujo Maximo	85
Tabla 9 Factor de hora Pico	85
Tabla 10 Velocidad en ambos sentidos	86
Tabla 11 v/c relación volumen capacidad	86
Tabla 12 fw factor para anchos de carril y hombros	87
Tabla 13 Factores de equivalencia de automóviles	88
Tabla 14 Cantidad vehicular	90
Tabla 15 Volumen Horario de Maxima Demanda y Flujo Maximo	91
Tabla 16 Factor de hora Pico	91
Tabla 17 Velocidad en ambos sentidos	92
Tabla 18 v/c relación volumen capacidad	92
Tabla 19 fw factor para anchos de carril y hombros	93
Tabla 20 Factores de equivalencia de automóviles	94
Tabla 21 Niveles de Servicio según Interseccion.....	96

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1 Trafico vehicular en la Av. ferrocarril.....	17
Figura 2 Tecnologías embarcadas en el coche autónomo Navya Autonom Shuttle Evo.....	39
Figura 3 Niveles de conducción autónoma.....	40
Figura 4 Niveles de automatizacion.....	41
Figura 5 Tecnología multisensor de última generación.....	48
Figura 6 La flota de Minicars en una autopista en miniatura de dos carriles en forma de U.....	54
Figura 7 ¿Cuánto tiempo piensa que tardará en ser usuario de un coche 100% autónomo?.....	51
Figura 8 Ubicación geográfica de la provincia de Huancayo - Región Junín.....	82
Figura 9 Distritos de la provincia de Huancayo.....	82
Figura 10 Tramo de las vía estudiada	83

RESUMEN

Mediante la información recolectada llegamos a ubicar nuestro problema de investigación el cual la definiremos como: ¿Cuál es el efecto de los vehículos autónomos en el flujo de tráfico vehicular en las vías urbanas de la ciudad de Huancayo?, el objetivo es: Conocer el efecto de los vehículos autónomos en el flujo de tráfico vehicular en las vías urbanas de la ciudad de Huancayo., donde la hipótesis es: Los vehículos autónomos afectan favorablemente en el flujo de tráfico vehicular en las vías urbanas de la ciudad de Huancayo. La siguiente investigación tendrá como método general de investigación al método científico, el método específico es el Hipotético Deductivo, es de tipo aplicada a causa de que en la investigación nuestro problema ya está establecido, es de nivel explicativo, de diseño de diseño Descriptivo Comparativo, no experimental, transversal. La población para esta investigación fueron las vías urbanas de la ciudad de Huancayo. La muestra será la Av. Ferrocarril de la provincia de Huancayo, el tramo comprendido entre la Av. San Carlos y el Jr. Piura. Se demostró que las intersecciones se encuentran saturadas en sus aproximaciones, operando actualmente en un nivel de servicio F, se concluye que los vehículos autónomos ayudarían en la disminución de congestión vehicular en el lugar de estudio.

Palabras clave: Vehículos autónomos, flujo, tráfico vehicular.

ABSTRACT

Through the information collected, we managed to locate our research problem, which we will define as: What is the effect of autonomous vehicles on the flow of vehicular traffic on urban roads in the city of Huancayo? The objective is: To know the effect of autonomous vehicles in the flow of vehicular traffic on urban roads in the city of Huancayo., where the hypothesis is: Autonomous vehicles favorably affect the flow of vehicular traffic on urban roads in the city of Huancayo. The following investigation will have as a general method of investigation the scientific method, the specific method is the Hypothetical Deductive, it is of an applied type because in the investigation our problem is already established, it is of an explanatory level, of Comparative Descriptive design design, non-experimental, cross-sectional. The population for this research was the urban roads of the city of Huancayo. The sample will be Av. Ferrocarril in the province of Huancayo, the section between Av. San Carlos and Jr. Piura. It was shown that the intersections are saturated in their approaches, currently operating at a service level F, it is concluded that autonomous vehicles would help in reducing vehicular congestion in the study site.

Keywords: Autonomous vehicles, flow, vehicular traffic.

INTRODUCCIÓN

La Presente investigación con el título de Vehículos autónomos en el flujo de tráfico vehicular en las vías urbanas de la ciudad de Huancayo, se basa en conocer el efecto que causaría el uso de vehículos autónomos en el flujo de tráfico vehicular en las vías urbanas de la ciudad de Huancayo. Realizamos la presente investigación a causa de que existe una brecha por atender referente al flujo de tráfico vehicular existente en la ciudad de Huancayo.

Para poder verificar si el uso de vehículos autónomos es beneficioso o perjudicial en el tráfico vehicular se ha dividido el presente estudio en 5 capítulos, los cuales se están organizaos de la siguiente manera:

Capítulo I: Problema de la investigación: Se investigará sucesos reales relacionados con el problema focalizado este será estudiado a nivel internacional, nacional y en nuestra localidad, los cuales serán utilizados para la formulación del planteamiento del problema, buscar justificaciones y plantear los objetivos.

Capítulo II: Marco teórico: En el capítulo presente recopilaremos información fundamental para brindar soporte teórico de nuestra investigación, citaremos conceptos y conclusiones de otros autores, para armar el cuerpo de nuestra investigación.

Capítulo III: Metodología de la investigación: En este capítulo definiremos el método a utilizar, se planteará un método general y un método específico, además del tipo de metodología, el nivel en que se encuentra la tesis y el diseño que se aplicará.

Capítulo IV: Discusión de resultados: Con el aporte de otros investigadores y las conclusiones obtenidas de estos, se verificará si existe relación entre los resultados obtenidos.

Capítulo V: Resultados: Apoyados en el procesamiento del análisis estadístico y la discusión de resultados, podremos dar un resultado final, en este capítulo también se realizará las recomendaciones respectivas.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planeamiento del Problema

El tráfico vehicular Según informe de Tom Tom Traffic Index, (2022). “Se representa mediante la demora adicional al desplazarse un vehículo en una vía conocida, se toma el tiempo para trasladarse de un punto hacia otro, si la demora es de 40 minutos sin tráfico vehicular, se vuelve a medir el tiempo en el mismo lugar y si este demora 50 minutos, estos 10 minutos adicionales o el tiempo adicional de demora es considerado el tráfico vehicular generado, TomTom nos presenta una comparativa de la variación en el tráfico vehicular desde el año 2019, 2020 y 2021, y hace referencia que la pandemia tuvo fuerte impacto en la disminución del congestionamiento vehicular, ya que a causa de emergencia sanitaria hubo un confinamiento obligatorio en varios países en el mundo, esto se vio reflejado en la variación del tráfico vehicular en el 2020 se podría decir que en un porcentaje aproximado que se redujo un 78% el tráfico a comparación del año 2019, en el año 2021 el congestionamiento vehicular se incrementó, pero este incremento se mantuvo debajo del tráfico generado en comparación del 2019. En el informe se analizaron a 58 países y a 404 ciudades en los cuales se vio incluido a Perú, las ciudad con mayor congestionamiento vehicular la encabeza Estambul de Turquía teniendo el mayor porcentaje de congestión vehicular llegando hasta un 62%, seguido de la Región de Moscú del

país de Rusia con 61%, y en tercer lugar se ubica la ciudad de Kyiv de la ciudad de Ucrania con 56%, posteriormente continúan países como Colombia, India, Rusia, Rumania, Polonia, Israel, Japón, Filipinas y en el puesto 19 tenemos a la ciudad de Lima de Perú con un nivel de congestión del 42% que según TomTom traffic index representarían 96 horas de tiempo perdido al año”

Según la información recopilada del Instituto Nacional de Estadística e Informática, (2022). “Del informe de técnico vehicular del mes de agosto del 2022, nos brinda información detallada sobre el movimiento vehicular de los vehículos de carga ligera como carga pesada en lugares establecidos en garitas vehiculares alrededor del país. Se realizó una comparativa de la diferencia del crecimiento del flujo de tráfico vehicular del año 2021 al 2022, se incrementó el tráfico vehicular a nivel nacional en un 5.1% en base a los vehículos pesados y ligeros, esto se debe al regreso de las actividades como clases, festividades y reapertura de centros comerciales sin restricciones de aforo, entre otros. En relación a los vehículos pesados estos se incrementaron en 3.4% en la zona norte, sur y centro, específicamente en la zona en Lima se incrementó un 8.7% y en el departamento de Junín se incrementó en un 3.4 %, este incremento se debe a la demanda de materiales de construcción y también por parte de la zona agropecuaria de nuestra ciudad. Sobre el aumento de flujo de vehículos ligeros este se incrementó en 10.1%, este incremento se debe a la liberación de restricciones impuestas por el gobierno peruano a causa de que la mayor parte de la población vulnerable se llegó a poner la cuarta dosis de la vacuna contra el COVID-19, disminuyó el trabajo remoto, por lo tanto, las labores en centros de trabajos y centros educativos retomaron la presencialidad, además que la cantidad de aforo se normalizó en centros comerciales”

Según el Diario Correo, (2017). “Mediante el informe de Gerencia de Transito el Gerente Jaime Landa Chacon, nos da un panorama del estado situacional de la congestión vehicular en 25 intersecciones de la provincia de Huancayo, apoyado en el software Synchro versión 8, da a conocer el nivel del servicio, y los factores que contraen el tráfico vehicular por la sobre saturación de las vías estudiadas como: demoras generadas, emisión de gases por combustión, y la contaminación auditiva. El estudio se dio en los distritos de Chilca, Huancayo y El tambo específicamente, La Calle Real, Av. Giráldez, Paseo la Breña, Av. Huancavelica, Jr. Libertad, Puente la Breña y La Av. Ferrocarril, entre otros. El estudio en mención se realizó desde el día 03 de octubre, hasta el día 17 de octubre del año 2016. Llegando a la conclusión que la mayoría de vías se encuentran saturadas en las horas punta generando demoras, también cabe resaltar que una de la intersección más saturada de la ciudad de Huancayo es la Av. San Carlos con La Av. Ferrocarril”.

Figura 1

Tráfico Vehicular en la Av. Ferrocarril



Fuente: Diario Correo, (2017).

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es el efecto de los vehículos autónomos en el flujo de tráfico vehicular en las vías urbanas de la ciudad de Huancayo?

1.2.2. Problemas Específicos

- a. ¿Cuál es el efecto de los vehículos autónomos en el flujo continuo vehicular de las vías urbanas de la ciudad de Huancayo?
- b. ¿Cuál es el efecto de los vehículos autónomos al flujo discontinuo vehicular de las vías urbanas de la ciudad de Huancayo?

1.3. Justificación

1.3.1. Social o práctica

La presente tesis estudia el flujo de tráfico vehicular existente, que generan atascos vehiculares en nuestra ciudad, para mejorar el flujo de tráfico vehicular se propone el uso de vehículos autónomos que vienen dando buenos resultado en otras ciudades del mundo.

1.3.2. Científica o teórica

Del análisis de la tesis se determinó el planteamiento del problema y se plantea una posible solución en este caso el uso de vehículos autónomos, mediante los resultados obtenidos podremos aportar conocimiento, también se evaluará si se podría aplicar este aporte científico a nuestra realidad.

1.3.3. Metodológica

La utilización de los instrumentos para la recopilación de información, para el flujo continuo y discontinuo, serán obtenidos in situ, luego de utilizar las técnicas e instrumentos de recolección de datos, realizaremos el procesamiento de la información, en este caso apoyados en la estadística se obtendremos resultados, resultados que podrán cotejar otras investigaciones similares y puedan usarse en el marco teórico de otras investigaciones científicas que se puedan realizar en nuestra ciudad o en otros lugares.

1.4. Delimitación del Problema

1.4.1 Espacial

El actual estudio se realizó en la ciudad de Huancayo, en la provincia de Huancayo y en la Región de Junín.

1.4.2 Temporal

El desarrollo de la investigación realizó en el año 2021 – 2022.

1.4.3 Conceptual

Se desarrollo de la tesis nos orienta a entender el efecto que pueda existir entre los vehículos autónomos en la infraestructura vial del distrito metropolitano de Huancayo.

1.5. Limitaciones

Respecto a las limitaciones; fue que nosotros no manejamos idiomas del extranjero y como los vehículos autónomos son utilizados en otros países, la información esencial se encuentra en otros idiomas, y fue una limitación estar buscando a una persona para que pueda apoyarnos con la traducción de las diferentes fuentes de información, para poder entender a detalle el funcionamiento de estos.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Conocer el efecto de los vehículos autónomos en el flujo de tráfico vehicular en las vías urbanas de la ciudad de Huancayo.

1.6.2. Objetivos Específicos

- a. Conocer el efecto de los vehículos autónomos en el flujo continuo vehicular de las vías urbanas de la ciudad de Huancayo.

- b. Conocer el efecto de los vehículos autónomos al flujo discontinuo vehicular de las vías urbanas de la ciudad de Huancayo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Según Hernández (2020) en su tesis denominada: “Impacto de la automatización de los vehículos en la movilidad por carretera”, de la Universidad Pontificia Comillas, Madrid, España, llegó a las siguientes y principales conclusiones:

1. Para tener una idea clara y poder entender el concepto de que es un vehículo autónomo, nos basamos principalmente en la característica que el vehículo autónomo es el que tiene la capacidad de movilizarse sin la necesidad de la intervención de una persona, y el concepto de vehículo conectado, es el que puede conectarse mediante diferentes interfases con otros vehículos y conductores. El ingreso de esta nueva tecnología se incorpora a nuestra sociedad, realiza cambios en nuestra manera de desplazarnos, y comienza desplazar la manera tradicional para movilizarnos.
2. Punto primordial y el más importante sobre los vehículos autónomos, refiere a la decisión que tomaran los vehículos autónomos frente a un evento donde se tenga que elegir entre vidas humanas, ya que en este evento la maquina tendrá que elegir la vida de quien salvaguardar, ya sea salvar la vida del tripulante del vehículo, o las persona que estén a los alrededores, también diferenciar sobre la edad y sexo, y ceñirse a la programación que posee, ya que los vehículos autónomos no poseen un juicio propio sino que se basan en las situaciones pre programadas, desde el

- punto de vista de los empresarios unos podrían optar salvaguardar vida del conductor, pero para otros empresarios podría ser la de salvaguardar una mayor cantidad de vidas, se generaría muchos dilemas y posiciones de que es lo correcto.
3. Si se implementa una nueva tecnología este repercute en varios niveles, en este caso se podría suscitar que el uso de vehículos autónomos desplace la conducción humana y esto generaría la reducción laboral en un gran porcentaje pero si bien se eliminan trabajos, también se generara otros trabajos a nivel global, podemos suscitar que se necesiten mayores programadores, se generara nuevos puestos de trabajos como el de seguridad cibernética para que los vehículos autónomos sean seguros de utilizar, como el cambio será progresivo tendremos que adaptarnos inclusive se podrían crear auto escuelas u otros empleos relacionados.
 4. Para que los vehículos autónomos circulen por nuestras vías se tendrán que realizar muchas modificaciones una de estas es la infraestructura de nuestras vías, lo segundo es lo tecnológico que para ser comercializados deberán estar en un nivel 5 donde tenga autonomía total y no tenga fallos sobre decisiones que debería tomar al estar en desplazamiento, lo tercero de desarrolla en el marco legal, ya que este es un proceso largo para que se puedan modificar las leyes y los vehículos puedan desplazarse en todas las ciudades, adicionalmente también tendríamos que realizar cambios en nuestra manera de vivir, y acoplarnos a las nuevas tecnologías.

Para Anitua (2019) en su tesis denominada: “Las estrategias de las empresas Automovilísticas con el coche autónomo y los nuevos Jugadores”, en la Universidad Pontificia Comillas, Madrid, España, después de realizado el estudio formulo las siguientes conclusiones:

1. Si bien es sabido que el problema de la contaminación por combustión del petróleo crece a cada día, un punto importante de resaltar de los vehículos autónomos sería que estos no necesitaran energías fósiles para poder movilizarse ya que estos utilizan baterías y otros componentes eléctricos, este es una gran apoyo al medioambiente, además que no necesiten la intervención humana, en los próximos años los fabricantes tendrán una serie de cambios, las compañías tendrán que dejar la línea principal del uso del petróleo y amoldarse a la nueva realidad del uso de baterías y generadores eléctricos que dejaran en desuso al combustible, y los que no realicen estos cambios progresivamente tendrán que abandonar el rubro vehicular.
2. Hay varias compañías que se están proyectando hacia el futuro, y ya están realizando modificaciones para que se puedan adoptar al nuevo sector automovilismo, la clave es ser flexible y analizar que el parque automotor que está cambiando, y los cambios es la llegada de nuevas tecnologías y entender que en el tiempo vamos a dejar la manera tradicional de trasladarnos, se proyectan que se crearan nuevos software, cada vez más seguro, que pueda prestar la seguridad total que no va fallar u ocurra algún hackeo hacia el vehículo autónomo, porque para que este funcione necesita estar en la red en tiempo real.
3. Los cambios radicales en los mercados automotrices generaran la unificación y eliminación de compañías, se puede citar a Tesla, Google entre otros que están enfocado a la creación de vehículos autónomos, sobre el futuro es una incertidumbre que no se podría precisar que es lo que sucederá a futuro, del como evolucionara la industria de vehículos autónomos, pero sabemos que el hombre por su naturaleza busca mejorar constantemente y la nueva tecnología estará enfocado a hacer la vida más cómoda y fácil.

Según Pérez (2019) en su tesis denominada: “Análisis de Tráfico Vehicular mediante Visión Artificial”, en la Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, formulo sus conclusiones como se detalla a continuación:

1. De los resultados obtenidos se hace mención de la habilidad de algoritmos para poder ubicar y diferenciar objetos mediante la toma de imágenes y el procesamiento que se realiza a través de estas, también se detalla específicamente a los algoritmos KCF son aptos para ser utilizados para tráfico lento y por otra parte también mencionar a los algoritmos MIL que por la precisión y robustez que posee son mejores para usarse en tráfico rápidos, también mencionar la tolerancia que poseen, que no permite que se acerque demasiado a otros objetos colindantes para que no ocurra ningún choque con otro automóvil cercano al momento que se esté desplazándose.

Para Tejada (2018) en su tesis denominada: “Soluciones para mejorar el Flujo Vehicular en una ciudad inteligente: Modelo de Flujo, Métrica de Sinuosidad y Plataforma de Ruteo Vehicular”, en la Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile, que después análisis de este estudio obtuvo los siguientes resultados:

1. Inicialmente el trabajo se direcciono a la dinámica de movimiento, de cómo se realiza el desplazamiento de un vehículo y poder observar el congestionamiento que se crea en un flujo de tráfico vehicular, también se analizó como afectan las aceleraciones autorregresivas y poder ver la seguridad que nos ofrece, al presentarse alguna situación peligrosa y que este pueda prever un choque.
2. De la función a la dinámica se puso observar la creación de discontinuidades en la velocidad, las desaceleraciones imprevistas que hacen que el vehículo frene de una manera abrupta generando posibles lesiones, también se observó el

comportamiento de la aceleración autorregresiva que por el contrario realizan un frenado suave sin generar movimientos fuertes que puedan generar alguna colisión.

El frenado se asemeja al frenado que realizan conductores.

3. El estado anímico de un conductor, puede hacer variar el tiempo de reacción de demora una persona al volante ante una situación inesperada, a esto se le atribuye las distracciones que se puede suscitar en la pista y el cansancio, dependiendo el tiempo que se mantenga manejando, la eficiencia del ser humano se ve reducido de acuerdo a la condición que se encuentre, para generar un nuevo sistema de congestión vehicular, es necesario realizar un estudio sobre el comportamiento y costumbres del conductor.

Según Galarza (2018) en su investigación realizada de título: “Sistema de detección de peatones para vehículos autónomos”, en la Universidad Carlos III de Madrid, España, su estudio llego a las siguientes conclusiones:

1. De los resultados obtenidos se llegó a concretizar un software que detecta a personas alrededor por donde se esté desplazando el vehículo autónomo, los datos que se obtienen son de peatones cuando se encuentran en estado de reposo y en movimiento.
2. Se denota que los resultados obtenidos no se pretenden que sea algo definitivo, sino que sirva de parte de un conjunto de más sensores y programas que puedan dar un veredicto más preciso. Inicialmente se utiliza una cámara para poder obtener datos, pero el uso de 2 cámaras en paralelo puede para afianzar los resultados obtenidos, pero aparte de toda la información recolectada se necesita poder interpretarla, se buscaba identificar peatones y se logró el objetivo trasado.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Según Vargas (2021) en el estudio realizado la cual lleva de nombre: “Diseño conceptual de un vehículo autónomo para el traslado de una máquina de soldadura orbital”, la cual fue sustentada en la Pontificia Universidad Católica del Perú, en la ciudad de Lima, Perú, de su estudio nos brinda las siguientes conclusiones:

1. Lo primordial que necesita el vehículo autónomo para poder desplazarse es la recopilación de toda información visual, a la vez acompañado de la facultad de reconocimiento de los obstáculos que tenga a su alrededor para que no ocurra alguna colisión, para prevenir que ocurra un fallo inesperado el vehículo deberá de poseer un sistema que se pueda manipularse vía remota que se pueda utilizar manualmente.
2. Como el trabajo que realizara, será en lugares debajo de la superficie terrestre, es fundamental que el vehículo autónomo tenga manear de referenciarse, aquí nos referimos al Sistema de Posicionamiento Global (GPS), pero para el trabajo específico que realizara será necesario que este también utilice un sistema electrónico IMU para que los trabajos de soldadura que realice sean más precisos.

Según Assina & Masías (2020) en la investigación que realizaron la cual lleva por nombre: “Propuesta de un modelo de velocidad variable como mejora de la congestión vehicular en la vía expresa Javier Prado, entre el ovalo Monitor Huáscar y Paseo de la República”, la cual sustentaron en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas del Perú, en la ciudad de Lima, Perú, después del estudio realizado llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Mediante el conteo vehicular, se pudo determinar la hora pico que se genera en el lugar de estudio, se tiene mayor cantidad de vehículos desde las 7:30 a 9:30 pm, justo en estas horas se genera las demoras, del estudio realizado se obtuvo que para desplazarse por esa vía el tiempo promedio era de 50 minutos a una velocidad de 15 km/h.
2. Se realizó la comparación de la conducta del cómo se desplazan los vehículos, con los datos obtenidos en campo mediante conteo vehicular, y mediante la comparación se pudo llegar a verificar que los datos se relacionan, por tanto aplicando el sistema de velocidad variable, tendría un efecto positivo en la reducción de tráfico vehicular, porque partiendo del tiempo de demora y sacando cálculos el tiempo que demora el viaje disminuye un 32% esto nos estaría brindando que si los comparamos en factor tiempo serían un 33 minutos de desplazamiento que inicialmente fueron 50 minutos, con esto se concluiría que el sistema de velocidad es una solución para la disminución del tráfico vehicular localizado en la zona estudiada sin la necesidad de que se necesite alterar las avenidas existentes.

Para Torrejón (2019) en su tesis denominada: “Solución integral del flujo vehicular entre las cuadras 1 – 8 del jirón Orellana – Tarapoto – San Martín, 2018” que se realizó el estudio en la Universidad César Vallejo, en la ciudad de Tarapoto, en Perú, quien llegó al siguiente resultado que se muestra a continuación:

1. El estudio de tráfico presente se obtuvo la cantidad vehicular que circulan por las calles estudiadas, de estos resultados podemos decir que existe un volumen de vehículos que rebasó la capacidad de operación de las calles estudiadas, por ende,

se sobre saturan en las horas pico generando unas colas de automóviles, y estos a su vez generan contaminación por causa de la combustión del combustible que utilizan los vehículos.

2. Se pudo ubicar con certeza cuales son las partes de mayor acumulación vehicular, y determino que es el Jr. Orellana con el Jr. Ugarte, que al momento de la hora pico se acumulan vehículos y esta acumulación conrae una disminución de velocidad, que se representa una demora adicional para poder circular por el lugar de estudio, esto a su vez genera estrés de parte de los conductores.

Para Arguedas (2018) en su tesis realizada de nombre: “Propuesta de Solución Integral en la Av. Del Aire entre las Avenidas Aviación, San Luis y Rosa Toro, mediante un Análisis de la Congestión Vehicular Aplicando la Metodología HCM 2010”, la cual sustentaron en la Universidad Nacional Peruana de Ciencias Aplicadas; la ciudad de Lima, en Perú, en su investigación realizada obtuvieron los siguientes resultados que se muestran a continuación:

1. Después del trabajo de campo y recolección de datos mediante el conteo vehicular, este nos proporciona la hora donde circulan la mayor cantidad de vehicular durante el día, en las Avenidas estudiadas se denota que la hora pico se ubica entre las 7:45 hasta 8:45 am. Del estudio también se resalta que el problema que se pudo ubicar es que, por la presencia de vehículos pesados, estos hacen que los otros vehículos reduzcan la velocidad considerablemente y generen atascos, ya que por el tamaño que poseen no se puede adelantar con facilidad.
2. Uno de los factores principales fue que la semana donde se realizó el estudio de tráfico, porque en zonas cercanas estaban realizando obras, y existía más demanda

de vehículos pesados que lo habitual. Una manera de poder reducir el volumen vehicular en la zona de estudio, se plantea que los vehículos de carga pesada se les prohíba el paso por la avenida en la hora pico donde se generan los cuellos de botella, que el tráfico sea redirigido y de esta manera se reduciría el tráfico generado a causa de los vehículos pesados.

Según Alvarado (2018) en su trabajo de tesis denominada: “Propuesta de Solución al aumento del Flujo Vehicular en un área de Estudio”, sustentada en la Universidad Nacional Peruana de Ciencias Aplicadas; de la ciudad de Lima, en Perú, llego a los siguientes resultados que se describen a continuación:

1. Podemos afirmar que uno de los factores que incurren para la generación de atascos vehiculares, contaminación atmosférica y contaminación acústica, se debe al mal diseño geométrico de la Av. Tupac, a causa de la modificación que realizaron en la ejecución, inicialmente estaba proyectada para 5 carriles pero en la ejecución la realizaron solo para 4 carriles, la disminución de carriles, redujo la capacidad vehicular para la cual estaba proyectada, y el resultado fue la creación de cuello de botella vehicular en la Av. Estudiada.
2. Sobre factores que se deberían de considerarse al aplicar el HCM 2010, es que este no considera las intervenciones de peatones en las vías, denotar también que el comportamiento, costumbres y manera de actuar de las personas son diferentes dependiendo del entorno donde estas vivan, nuestros compatriotas gran parte de ellos no respetan las señales reguladoras, cometen imprudencias, estas actitudes que influyen directamente en el tráfico vehicular, pudiendo generar accidentes vehiculares y en su mayoría el incremento de tráfico vehicular por paradas intempestivas.

3. Teniendo en cuenta el programa Synchro V8 y al HCM 2010, un factor importante que en ninguno de estos se considera es la demora que generan los taxistas, al detenerse el vehículo este genera largas colas, como se mencionaba antes la diferencia de cultura de estados unidos no es la misma que la de nuestro país, además también denotar que el programa Synchro V8 no toma en cuenta la ubicación de los semáforos en los radios de giro para poder determinar los niveles, si no se representa lo más cercano a la realidad que se tiene en las calles, esto repercutiría afectado el cálculo final del nivel de servicio, para poder afianzar los resultados se deberían de tomar en cuenta factores faltantes ubicados en la investigación presente.

2.2. Bases teóricas y científicas

2.2.1 Vehículo Autónomo

Para poder entender y tener una idea clara de que son los vehículos autónomos, la manera más simple y sin abordar mucho a lo científico se podría denominar que es el vehículo que nos puede movilizar de un punto hacia otro sin la intervención alguna de un piloto, pero su función no está simple de solo se movilizase de un punto a otro sino que en su recorrido utiliza diversas funciones a través de los sensores y radares que le ayudan a ver y saber la ubicación exacta de los elementos que le rodean. (Rodríguez, 2020)

Los vehículos autónomos mediante el proceso de automatización pretenden liberar las funciones que desarrolla el conducir del vehículo tradicional para que este no sea necesario en las acciones que realice el vehículo autónomo al desplazarse en una vía, la realización y funcionamiento del vehículo autónomo, se puede observar que paulatinamente nos vamos acercarnos a ello, antes se imaginaba solo en idea de cómo

serían los carros en el futuro, en la actualidad tenemos prototipos de vehículos autónomos que mediante el avance tecnológico pretenden desplazar al conductor, y no se necesite a ninguna persona que este pendiente del volante, ya que estos vehículos podrán hacer frente a situaciones peligrosas en la carretera. En la actualidad podemos observar que los vehículos progresivamente se van actualizando, teniendo instalados programas para el mapeo de carreteras, vinculándose también con los celulares smartphone y pudiendo personalizarse al usuario que este tributándolo, progresivamente se incorporan nuevos sistemas de asistencia haciendo más fácil la manera de conducir un vehículo. (Cetelem, 2016)

Siguiendo con la evolución de los vehículos autónomos, en el futuro ya no se aplicara en concepto de que un vehículo tenga que ser manipulado en la conducción por un conductor, en próximos años los vehículos serán ubicados mediante geolocalización, si los vehículos autónomos los utilizan para poder movilizar mercadería, materiales inclusive animales de un lugar a otro, las personas que envíen los vehículos autónomos podrán saber exactamente la ubicación de los vehículos en partes de la carretera, si bien los vehículos autónomos tienen sensores para detectar todo lo que hay a su alrededor, también poseerán GPS para poder ubicarlos en tiempo real, en cualquier momento. Algo adicional que se les adicionara y tendrán los vehículos autónomos serán los sistemas de salud, todas las personas que se suban al vehículo autónomo serán testeados para saber el estado de su salud de las personas que tengan males y necesiten constante monitoreo, de alguna manera estarán pendientes de cualquier eventualidad que se presente dentro y fuera del vehículo. (Cetelem, 2016)

Lo primordial de uso de los vehículos autónomos se refleja en la seguridad que estos pueden brindar, ya que a comparación de los conductores de los vehículos

tradicionales que presentan errores humanos al conducir ya sea por falta de experiencia o por malas conductas que no respeten las señales de tránsito, entre otras. Con los vehículos autónomos este eliminar la imprudencia y el error humano al momento de manejar un vehículo, se observa que las personas con poca experiencia, manejan muy despacio ya que a menor velocidad se sienten más cómodos al manejar, pero en el caso de una avenida de flujo alto con gran demanda vehicular, este sería el causante de la generación de demora en la avenida por la velocidad mínima a la que se desplaza, otro punto primordial es la total comodidad y reducción de estrés, ya que muchas personas al volante se estresan por el problema del congestionamiento vehicular, pero al ya no manejar los tripulantes se relajan ya que se pueden dedicarse a realizar otras cosas sin preocuparse por el desplazamiento del vehículo. (Hyldmar et al., 2019)

Control de movimientos de robots móviles

Los robots móviles en la gran mayoría utilizan dirección cinemática apoyados en el mecanismo de Ackerman, por el tipo de desplazamiento que se asemeja a los ángulos de giro que realiza una bicicleta, se realiza simulaciones sobre el desplazamiento de un coche real y la posible trayectoria que debería seguir un robot, y verificar cuanta es la diferencia entre ángulos de giro y las velocidades de desplazamiento, de acuerdo a estas diferencias. Se podrá determinar preliminarmente si se podría emular las características de los vehículos reales en los robots móviles, para poder utilizarlos un sistema de flota de robots móviles que puedan representar un lugar específico o conocido para realizar pruebas, que estos tengan la validez de que la simulación se asemeja a la realidad, aunque estos ensayos se hallan realizado en laboratorio, estos ensayos se realizan principalmente por el costo que demandaría realizar modelos a escala real. No sería factible realizar gasto para modelos experimentales por la gran inversión que se necesitaría, continuando con el modelo de

conducción otro factor importante es la conducción del comportamiento de los conductores, si bien las personas se orientan por los sentidos que poseen como es la vista y el oído, si bien los robots móviles no poseen estos sentidos, las aproximaciones con otros vehículos, las distancias de los objetos fijos y móviles los realizan mediante sensores que poseen, los robots móviles poseen servomotores que tienen precisión milimétrica y que las revoluciones que a las que giran no permiten que se pase error, las posiciones angulares de giros son de un control preciso, mediante esto se puede utilizar con más seguridad las simulaciones de los robots móviles en comparación de los vehículos tripulados para poder simular un estado de congestionamiento vehicular, en un lugar especificado de estudio y dar validez a los resultados que se obtengan de estos. (Hyldmar et al., 2019)

En la actualidad el concepto sobre los robots, es amplia ya que se utilizan para diversas cosas, la principal noción sobre movimiento sería que estos poseen alta autonomía, los robots móviles obedecen a diferentes comandos y realizan diferentes funciones de acuerdo al ambiente por donde se esté desplazando, gracias a los avances tecnológicos se podría afirmar que los robots están desplazando a las personas principalmente en trabajos donde se puede llegar a poner la vida de una persona en peligro, se está enfocando principalmente en los trabajos de búsqueda, recolección y en operaciones militares, un ejemplo se podría suscitar la verificación de minas, movilizar explosivos entre otros. Existen varios modelos de robots y se diferencian por el tipo de desplazamiento que estos poseen, se utiliza el “modelo Ackerman” ya que es un modelo estable que simula el movimiento por linealización. Los modelos que plantea el autor son el de tipo “Entrada - Salida” y el de “Aproximación” antes de realizar la programación y las pruebas en protoboard o en un sistema provisional, se realiza la simulación en diferentes programas, para verificar si este podría presentar algún fallo

en la programación que posee, la programación que este posee será en lenguaje tipo máquina, se puede programar en lenguaje C++, Assembler, entre otros. Con la simulación se trata de reducir el porcentaje de falla al momento de ensamblar un PIC y descartar posibles fallos, para la simulación se optó realizarla con el software MATLAB. Y el diseño que se realizó fue la estructura líder-seguidor el cual se tiene un “robot guía” que es el que verifica el camino para que el robot que le subsigue pueda desplazarse por el mismo camino sin ningún problema, se llegó a verificar que el diseño líder- seguidor funciona sin ningún error, los robots que siguen al robot líder se desplazan sin ningún problema evitando colisiones con otros robots ya que para esto utilizan la “Linealización por aproximación” y guardan una distancia entre robots para prevenir algún parada intempestiva puedan frenar a tiempo sin causar ningún choque, estos robots pueden emplear para el transporte de algún material pesado o peligroso, y por la cantidad se podría movilizar una buena cantidad de material sin poder en riesgo a alguna persona. (Alfaro, 2020)

Control de movimientos de vehículos autónomos

La idea principal con la que se generan los vehículos autónomos, es debido a que los nuevos avances que se dan en el tiempo se implementan nuevos modelos estos buscan la mayor autonomía de los vehículos autónomos, si bien por el momento se tienen movimientos preprogramados que se realizan en base a una situación dada, lo que se busca es que el vehículos puedan realizar movimientos y acciones en base a nuevas situaciones que se puedan presentar como ejemplo podríamos suscitar que en una carretera aparecen un animal que lo atropellaron, si bien en su programación está establecido que el vehículo rodee en animal en mal estado y seguir su camino, pero si este tuviese la autonomía de hacer algo adicional como por ejemplo comunicar a otros vehículos que hay un animal atropellado o incluso comunicar con veterinarias para que

de alguna manera puedan ayudar a ese animal, estaríamos hablando de Inteligencia artificial ya que se estaría actuando no solo de algo ya programado, sino que estaría actuando de manera totalmente autónoma. El desplazamiento autónomo se basa en diversos “Algoritmos” en base a los sensores que estos poseen, sensores de alta precisión y GPS permiten su desplazamiento analizando el entorno en que se esté desplazando. El movimiento óptimo se puede realizar con el método “LQR que se refiere al regulador cuadrático lineal, que se basa en la realimentación, un bucle de información que se repite una y otra vez para tener una certeza de la información procesada” además del método empleado se debe tener en cuenta la estabilidad y seguridad al realizar diversos movimientos que no afecten a terceras personas, ni colisionar con ningún objeto del entorno donde se esté desplazando. (Uresti, 2019)

- **Sistema para el desplazamiento en los vehículos autónomos**

Uno de los sistemas que realizan el cálculo de la distancia segura entre dos móviles, se le conoce como “Mecanismo de Seguimiento Anticolisiones”, que se realiza en base a varios factores: como es la velocidad, la distancia con los vehículos, entre uno y otro vehículo, en base a la velocidad de desplazamiento se puede calcular una distancia segura entre vehículos autónomos en movimiento que le permitirá frenar si ocurre alguna parada que no esté programada, así mediante esto se evitara colisionar con otro vehículo. Para poder calcular esta distancia, se tiene que tener en cuenta “El punto de colisión” que tiene que ver en cuanto tiempo demora en parar y cuál es la distancia que se desplazó desde que comenzó a desacelerar hasta que su velocidad sea de 0 km/h, en este punto intervienen los 2 vehículos el que esta adelante como el que le subsigue, mediante estos dos cálculos diferentes podremos saber cuánta es la “Distancia segura” entre dos móviles a cierta velocidad. (Tejada, 2018)

- **Sistema para la Desaceleración en Curvas en los vehículos autónomos**

Al igual que los “Mecanismo de Seguimiento Anticolisiones”, un factor importante es la “Distancia segura”, esta refiere al tiempo y distancia donde se esté desplazando. Como un factor principal para la desaceleración en las curvas, son las velocidades máximas de desplazamiento, que si se respetan se podrían evitar choques y paradas fuertes que pueden dañar a personas que se estén transportando en los vehículos, en las velocidades máximas de desplazamiento se deben tener en cuenta ya que si se sobrepasa estas velocidades normadas según carretera donde se esté desplazando, lo más probable es que se salga de la carretera o genere un choque con otro vehículo, mediante estudios realizados mediante estudios empíricos y repeticiones se llegó a sacar el tiempo aproximado que hace referencia al “Margen de seguridad en curvas” el cual es de aproximadamente unos 10 segundos. (Tejada, 2018)

- **Sistema de detección de personas y obstáculos**

La detección de personas que transitan por el área de desplazamientos de los vehículos autónomos se realiza mediante la recolección de imágenes en tiempo real, los datos se almacenan en “Base de datos Kitty”, todos los datos reunidos en las capturas que se realizan se cargan en un disco duro, para poder modificar o solamente ver los archivos que se generaron se realizan directamente en el sistema operativo que poseen en vehículo autónomo, otra manera de podría ingresar, se citaría a diversos programas externos como pueden ser “Ubuntu”, el cual tiene un sistema operativo propio el cual le permite realizar modificaciones o verificar las imágenes recogidas y almacenadas en el desplazamiento del vehículo. (Galarza, 2018)

Una vez hecha la recolección de datos en el disco duro, se realizara la detección de personas propiamente dicha, la cual se basa en el análisis de pixeles mediante inteligencia artificial la cual se realiza con el proyecto “Jetson - Inference”, el cual realizar la identificación de personas y las clasifica mediante colores, separa las personas de objetos fijos y objetos móviles, este software no solo se dedica al reconocimiento de personas, este también se podría utilizar para identificar específicamente ciertos objetos, como son los semáforos o señales de pare o cualquier otra señal reguladora. Sobre la licencia de esta inteligencia artificial no existe ninguna prohibición sobre las modificaciones que se le podrían realizar al software y por ejemplo un ingeniero de sistema se podría realizar las modificaciones para que se ajuste específicamente a los semáforos y poder saber cuándo este se posicione en luz verde o luz rojo. (Galarza, 2018)

El conjunto de todo el proceso para poder identificar las cosas de las imágenes recolectadas en el disco duro es conocido como “Segmentación semántica” el cual realiza la identificación de pixeles y mediante esto poder diferencial a las personas de otros objetos de su alrededor, este proceso se tiene que realizar muy rápido porque los vehículos autónomos están en constante movimiento, los sensores y cámaras deben recolectar la información lo más rápidos y preciso posible, para realizar una retroalimentación de los datos para tener una certeza que son válidos y poder desplazarse con total seguridad sin miedo de causar alguna colisión con otro vehículo o los obstáculos que se encuentre desplazándose. (Galarza, 2018)

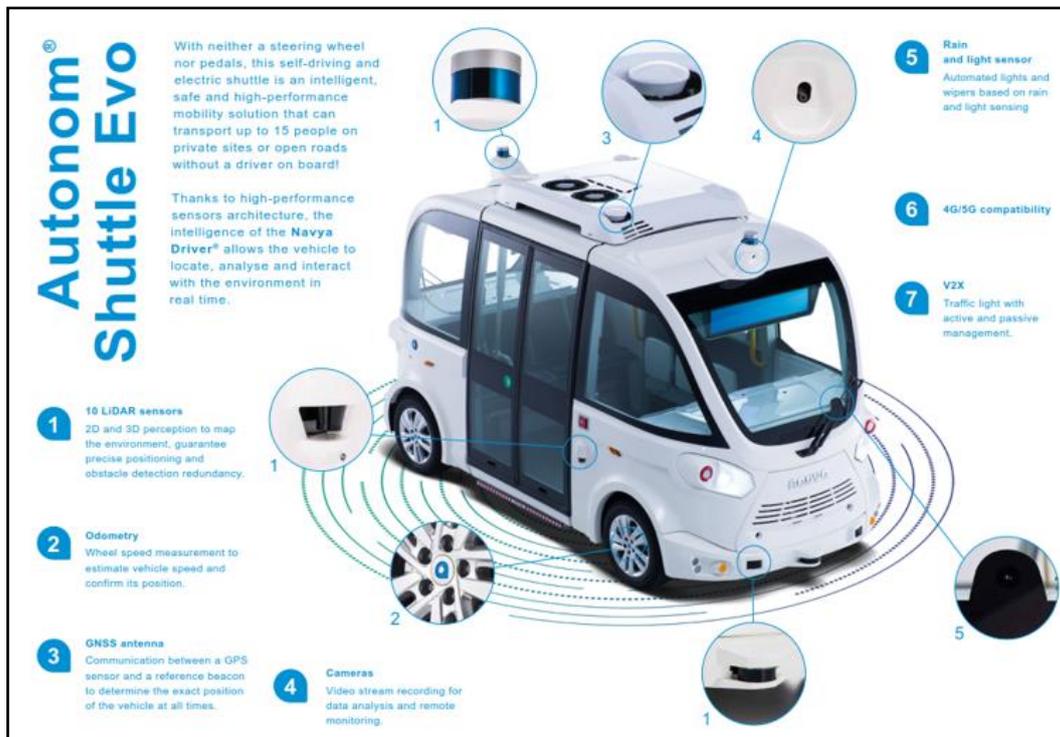
- **Herramientas para recolección de información de los sistemas de detección de personas y obstáculos**

Si bien hay un sistema para procesar información, es necesario saber mediante que herramientas se recolectan la información. En la actualidad existen diversos

modelos, tamaños de sensores en el mercado, mencionaremos los sensores con los que trabaja los “Vehículos autónomos NAVYA”, este tipo de vehículo y la mayoría de vehículos autónomos usan los famosos sensores LIDAR que tienen la característica de ser sensores de alta precisión. Los “Vehículos autónomos NAVYA” utilizan 10 de estos sensores, que pueden cuantificar distancias de objetos, personas que le rodeen a una velocidad muy rápida que le permita saber la ubicación de todo lo que está a su alrededor mientras este se desplaza, además de estos sensores LIDAR, utilizan “Antenas GNSS”, la cantidad que utilizan son 2 los cuales le permiten un posicionamiento al centímetro de la ubicación donde se estén desplazando, además de esto poseen 6 cámaras las cuales le permiten recolectar imágenes que mediante algoritmos podrán detectar y clasificar los objetos que estén más alejados del vehículo, como ejemplo podríamos citar a los semáforos que por su ubicación están metros arriba, en este caso se utilizarían las fotografías tomadas de las cámaras para poder procesarlas y mediante “Segmentación semántica”, poder saber si está en verde o rojo para que pueda seguir su camino. Los “Vehículos autónomos NAVYA” también poseen 4 radares, que ubican la posición en tiempo real del vehículo, además de poder ubicar otros objetos cercanos, también posee MODEN 4G que aunque no disponga de internet todo el momento, este sistema este intercomunicado con el centro de supervisión privado de NAVYA que supervisa en donde se encuentra el vehículo, mediante esto ofrecen una seguridad total al utilizar estos vehículos autónomos, mediante todos estos mutisensores que poseen se podría decir que los vehículos Navya revolucionan el mercado por las comodidades y seguridad que este ofrece. (Navya, 2019)

Figura 2

Tecnologías embarcadas en el coche autónomo Navya Autonom Shuttle Evo



Fuente: Informe del mercado de transporte autónomo de China, (2021).

2.2.1.2. Niveles de Autonomía de los vehículos autónomos

Se tiene que entender que la automatización de los vehículos busca hacer más autónomo al vehículo, esto con el fin de necesitar cada vez menos a una persona para poder manejar al vehículo. (Rodríguez, 2020)

Para poder conocer hasta qué punto son necesarios los conductores de los vehículos se realizan niveles para poder clasificar la autonomía de los vehículos y esta clasificación la realiza la “SAE que por sus siglas es la Society of Automotive Engineers”, el cual clasifica desde el nivel 0, nivel donde no se ha automatizado el vehículo y en este nivel si es necesario la conducción en todo momento de un piloto para el vehículo, el nivel 5 es un nivel donde el vehículo autónomo ya no necesita ninguna asistencia para poder desplazarse de un punto a otro, se puede observar la tabla de clasificación SAE. (Rodríguez, 2020)

Figura 3

SAE J3016 Niveles de conducción autónoma.

SAE J3016™ LEVELS OF DRIVING AUTOMATION

	SAE LEVEL 0	SAE LEVEL 1	SAE LEVEL 2	SAE LEVEL 3	SAE LEVEL 4	SAE LEVEL 5
What does the human in the driver's seat have to do?	You are driving whenever these driver support features are engaged – even if your feet are off the pedals and you are not steering			You are not driving when these automated driving features are engaged – even if you are seated in “the driver’s seat”		
	You must constantly supervise these support features; you must steer, brake or accelerate as needed to maintain safety			When the feature requests, you must drive	These automated driving features will not require you to take over driving	
	These are driver support features			These are automated driving features		
What do these features do?	These features are limited to providing warnings and momentary assistance	These features provide steering OR brake/acceleration support to the driver	These features provide steering AND brake/acceleration support to the driver	These features can drive the vehicle under limited conditions and will not operate unless all required conditions are met		This feature can drive the vehicle under all conditions
Example Features	<ul style="list-style-type: none"> • automatic emergency braking • blind spot warning • lane departure warning 	<ul style="list-style-type: none"> • lane centering OR • adaptive cruise control 	<ul style="list-style-type: none"> • lane centering AND • adaptive cruise control at the same time 	• traffic jam chauffeur	<ul style="list-style-type: none"> • local driverless taxi • pedals/steering wheel may or may not be installed 	• same as level 4, but feature can drive everywhere in all conditions

Fuente: Society of Automotive Engineers. (2016).

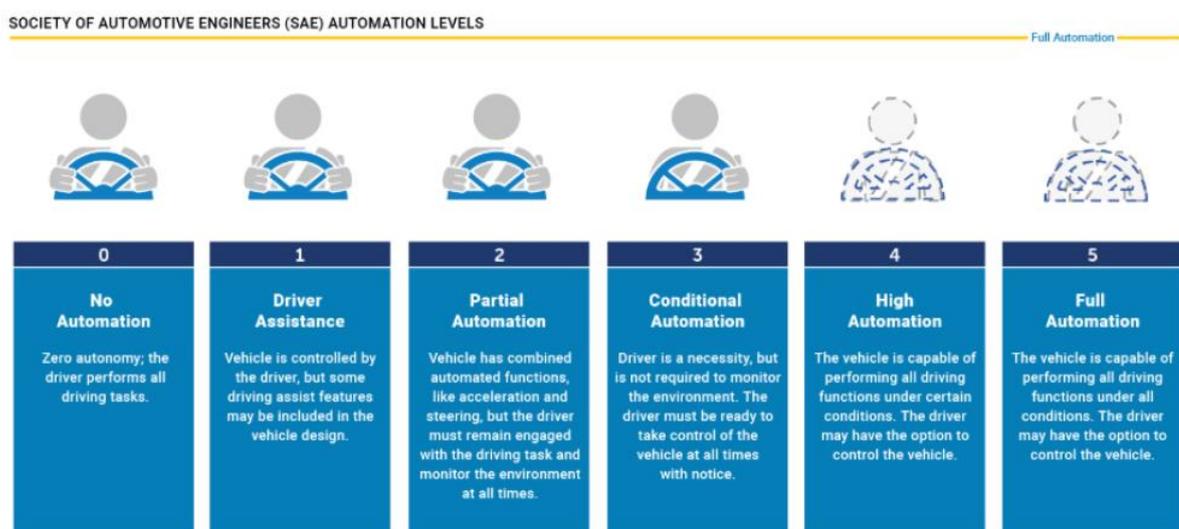
De la imagen presente proporcionada por la “Society of Automotive Engineers (SAE)” nos da una idea clara de los niveles que podemos encontrar y ver cual se la diferencia de una a otra según el grado de autonomía que poseen los vehículos autónomos, estos están divididos en seis niveles y estos van desde el nivel 5 que hace referencia que el vehículo autónomo no necesita de una persona que lo conduzca y un nivel 0 que hace referencia de los primeros vehículos realizados donde si se necesita a los conductores en un 100% pendiente de las acciones que deba de realizar el vehículo, ya que en el transcurso del desplazamiento intervienen diferentes factores del medio que le rodea, además de otros vehículos y señales reguladoras. (Rodríguez, 2020)

La “Society of Automotive Engineers” nos proporciona los seis niveles de acuerdo a la autonomía que puede tener el vehículo autónomo, existe un punto medio entre estos niveles el cual separa de los vehículos automatizados ya que desde el nivel 3 para adelante necesitaran menos la intervención humana para poder desplazarse esto

nos indica que mediante más elevado sea el nivel se volverá menos dependiente de la conducción humana llegando al nivel máximo el cual ya no será necesario ninguna acción sobre la conducción, la función de las personas que utilicen el vehículo solo tendrán que elegir el lugar a donde dirigirse y el vehículo autónomo simulara la mejor ruta para poder llegar en menor tiempo, y para esto tendrá que ver la mejor ruta y el tráfico generado en diversos lugares para poder crear una ruta alterna el cual no genere atascos sino que alivie el tráfico, para poder ver a detalle los “niveles de automatización según SAE”, nos presenta la siguiente figura. (Rodríguez, 2020)

Figura 4

Niveles de automatización



Fuente: National Highway Traffic Safety Administration (2018).

- **Nivel 0 - “Sin automatización”**

En este nivel no se tiene nada de automatización del propio vehículo, todos los movimientos y desplazamientos que realice el vehículo serán realizados por una persona quien estará al pendiente de todo su entorno, de las señales reguladoras, como las personas que se desplacen a su alrededor, si el conductor no realiza ninguna acción el vehículo se encontrara en reposo sin generar o realizar alguna acción en el desplazamiento del vehículo. (Rodríguez, 2020)

- **Nivel 1- “Asistencia al conductor”**

Para este nivel el encargado del volante sigue siendo un conductor el cual sigue teniendo las funciones para poder manejar el vehículo, tiene el control total del vehículo, pero con ciertas funciones adicionales que le apoyan a la hora de conducir, se podría mencionar que este posee una guía que le permite el “movimiento en manera longitudinal”, es decir que el conductor del vehículo puede soltar el volante el línea recta por unos segundos pero verificando el camino en todo momento si bien puede ir en línea recta pero no puede girar o verificar si hay algún objeto en el trascurso del camino, es por eso que el tripulante debe estar pendiente a todo momento, si bien es un apoyo a la hora de conducir no es indispensable el utilizarlo, si se usa esta función tendrá que estar pendiente de alguna situación no prevista. (Rodríguez, 2020)

- **Nivel 2 - “Automatización parcial”**

En este nivel como los niveles anteriores, todavía es necesario e indispensable que el vehículo autónomo este tripulado y tenga un conductor quien conduzca el vehículo, ya que algo similar del nivel anterior solo se adiciona ciertas funciones de apoyo al manejar, en este caso el apoyo adicional que nos brinda esta automatización es que el vehículo puede ser controlado con “movimientos longitudinales y laterales”, esta automatización del sistema, similar al nivel uno, solo podrá soltar el volante unos segundos y siempre estará pendiente de las cosas de su alrededor porque solo es una apoyo para el conductor, más este no reemplaza al conductor, en la realidad se podría usar para poder coger algún objeto, ya que soltara el volante por unos segundos que le tome agarrar y contestar el teléfono. (Rodríguez, 2020)

- **Nivel 3 - “Automatización con condiciones”**

Para este nivel, similar al nivel anterior con funciones similares que le apoyen a la persona que este conduciendo el vehículo solo podrá soltar el volante por unos segundos para prestar atención a otra acción que realice el vehículo, como coger algún otro artefacto que le tome unos segundos soltar el volante, el apoyo que se brinda en este nivel es el control del “movimiento longitudinal y lateral en manera simultánea” también cuenta con “detección y respuesta de objetos eventuales”, si bien el vehículo autónomo tiene el control para poder desplazarse por un zona conocida donde pueda identificar los objetos, todavía es necesario el conductor porque podría generarse alguna eventualidad inesperada que todavía no esté preparada de afrontar los sistemas con los que poseen en este nivel los vehículos autónomos. (Rodríguez, 2020)

- **Nivel 4 - “Alta automatización de la conducción”**

Ya en este nivel podríamos hablar que el vehículo autónomo está en un nivel superior, por la cantidad de sensores y programas que este posee. Posee todos los sistemas de niveles anteriores y además de estos poseen otros dispositivos encargados que si fallan algún sistema por alguna eventualidad este daría respuesta al fallo y seguir la trayectoria sin dificultades, el problema que se podría suscitar es que en este nivel el vehículo autónomo tiene algunos vacíos en su programación o podría definirse que no tiene programado todas las situaciones que se podrían suscitar porque en cada país se tiene un ambiente diferente, las culturas y tipos de comportamiento son diferentes, no se podría precisar escenarios exactos, por ende el vehículo autónomo no tendría la potestad de poder juzgar sobre alguna situación desconocida que no se encuentre en su programación y como no se tiene todos los requisitos que se solicitan en su programación este no podría iniciar su recorrido. (Rodríguez, 2020)

- **Nivel 5 – “Automatización completa”**

En este nivel se podría comparar que los sistemas de automatización podrían emular perfectamente la conducción de una persona, porque podría solucionar todos los problemas suscitados en cualquier escenario, todas las situaciones posibles serían resueltas por el vehículo autónomo, aquí ya no sería necesario la intervención del ser humano en ningún caso, podría utilizarlo las personas de movilidad reducidas, personas menores de edad, personas que por una u otra condición no pudiesen manejar un vehículo, no tendrían ninguna restricción para poder utilizar los vehículos autónomos ya que estos se movilizan de manera automática de un lugar a otro, algo adicional que cada empresa podría implementar sería algún control para poder manejar el vehículo pero ya de manera opcional ya que no sería necesario, pero hay personas que les gusta manejar y podría suscitarse el escenario donde los dueños de los vehículos quisieran manejar el vehículo y lo podrían realizar. (Rodríguez, 2020)

2.2.1.3. Aceptación de los vehículos autónomos

Muy aparte de los avances tecnológicos y que los vehículos autónomos lleguen hasta el nivel 5 de automatización, otro punto importante que se deberían centrar las empresas, sería el enfocarse en la aceptación de los vehículos autónomos, ya que si no adquieren los productos que venden sería una mala inversión, la aprobación de las personas influiría para que los consumidores se atrevan a utilizar esta nueva tecnología, ya que existen algunos dilemas sobre la privacidad, sobre el uso de datos de las personas, si existiera algún hackeo en el sistema operativo del vehículo autónomo estarían expuesto y vulnerable para que puedan usarlo terceras personas, inicialmente las personas altas recursos serían las primeras que utilizarían estas nuevas tecnologías por el alto costo que sería adquirir un vehículo autónomo, si bien la aceptación no va hacer rápida ya que esta depende de la adaptación de las personas, si bien es mencionamos los

dilemas que podrían poner en duda el utilizar o no los vehículos autónomos, por otra parte sabemos que los vehículos autónomos nos proporcionan seguridad, reducción de estrés, reducción de multas y apoyo al medio ambiental porque los vehículos autónomos no utilizan energías fósiles, sino que se basan en energía eléctrica que en la actualidad se está viniendo a desplazar a los anteriores combustibles para poder movilizar un vehículo. (Rodríguez, 2020)

Cuando los vehículos autónomos lleguen al nivel máximo según el SAE podremos ver a vehículos que no necesiten de un tripulante quien deba estar pendiente de los movimientos que realice el vehículo, además de esto podremos ver que los nuevos modelos no necesiten volantes porque toda la conducción será automática mediante sensores, GPS de alta precisión y radares que puedan localizar el vehículo aunque este no esté conectado a una línea de internet, tampoco será necesario el uso de pedales ya que todos los movimientos los realiza automáticamente, la personas solo deciden e lugar de destino y el vehículo autónomo realiza un escaneo de las posibles rutas que debería tomar y en este escaneo de las calles por donde desplazarse puede ubicar los sitios donde hay generación de tráfico y evitar esas rutas para poder llegar más rápido al lugar que indicó el usuario. Ya con la conducción a cargo del vehículo autónomo, las personas tendrán más tiempo para realizar otras actividades, se podría mencionar estudiar para una exposición, repasar para dictar alguna clase, cosas que necesiten de concentración, y que las podrían realizar con total normalidad, estas son cosas que apoyarían a la aceptación para el uso de los vehículos autónomos (Cetelem, 2016)

2.2.1.3. Recorridos Optimizados

Para poder hacer el vehículo autónomo más versátil tenemos que mencionar sobre las rutas optimizadas, si bien en la actualidad hay varios sistemas y aplicativos

sobre el clima, de forma parecida se tienen condiciones del tráfico que nos dan una idea de donde estamos ubicados y sobre tráfico generado en lugares más adelante donde se establezca el lugar de llegada, los vehículos autónomos tienen sensores LIDAR que son muy precisos, a la hora de desplazarse por lugares angostos podría desplazarse con total normalidad, otro vehículo tripulado tradicional podría demorar o incluso por falta de experiencia no pasar por lugares angostos por miedo a chocar con otros vehículos, además de esto poseen antenas GNSS y radares que si en caso no se llega a conectar a la red estos funcionarían sin problemas para poder ubicar la posición exacta, con una precisión de centímetros y podrán saber en qué lugares no dirigirse para aliviar el tráfico generado, mediante esto se optimizarían las rutas, mediante esto se evitarían las demoras innecesarias que se realizarían por un conductor de un vehículo tradicional ya que no podría predecir cuáles son los lugares con mayor cantidad vehicular. (Cetelem, 2016)

2.2.1.4. Vehículos autónomos con sensores implementados

De acuerdo a (Raza, 2018), citado en (Anitua, 2019) “Los vehículos autónomos poseen un sistema sofisticado y complejo, además de algoritmos, su tecnología es sumamente avanzada, pertenece a una evolución a través de la historia”, algunas personas tienen una idea cerrada de la tecnología, piensan que solo abarca a los celulares y computadoras, pero no se ponen a pensar que además de estas tecnologías de los vehículos también está evolucionando y actualizándose día a día, paulatinamente se crean programas para poder localizar y ver rutas, estos siendo parte de la evolución automovilística.

De acuerdo a (Luna-Reyes & Andersen, 2003), citado en (Anitua, 2019) “Los sensores Ultrasónicos que trabajan a frecuencias muy altas superiores a los 20 KHz, la manera de trabajar de los sensores, son a través de ondas ultrasónicas las cuales miden el tiempo en encontrar un obstáculo, mediante este proceso pueden mapear todo a su

alrededor y evitar de chocar con los objetos que te rodeen, este trabajo se realiza a velocidades altísimas para poder ver los objetos móviles, además de realizar en un sistema de bucle que realiza repeticiones para poder tener la certeza del medio que le rodea antes de realizar un movimiento, de alguna manera también para poder y entender cómo funciona este sistema podemos mencionar a los murciélagos que ellos por medio de ondas pueden ubicar a objetos aunque sea de noche y esté completamente oscuro, por medio de las ondas puede identificar las cosas que le rodean”

De acuerdo a (Madrigal, 2012), citado en (Anitua, 2019) “Menciona sobre los Sensores de imágenes, los vehículos tienen cámaras de alta definición que captan las imágenes para después procesarlas y por medio de una inteligencia artificial poder diferenciar las cosas que le rodean desde objetos móviles, fijos y señales reguladoras. La desventaja de las imágenes, radica que estos se ven afectadas con circunstancias meteorológicas alterarían las imágenes causa del en clima o se llegara a tardar la cámara con otro vehículo más grande, en este caso no nos serviría la imagen tomada porque se estaría alterando la realidad de la imagen, ya que para que pueda identificar las cosas mediante imágenes la inteligencia artificial verifica pixel por pixel verificando si son personas u objetos, y si se llegara a altera nos arrojarían error por no representar toda la información para poder ubicar objetos”

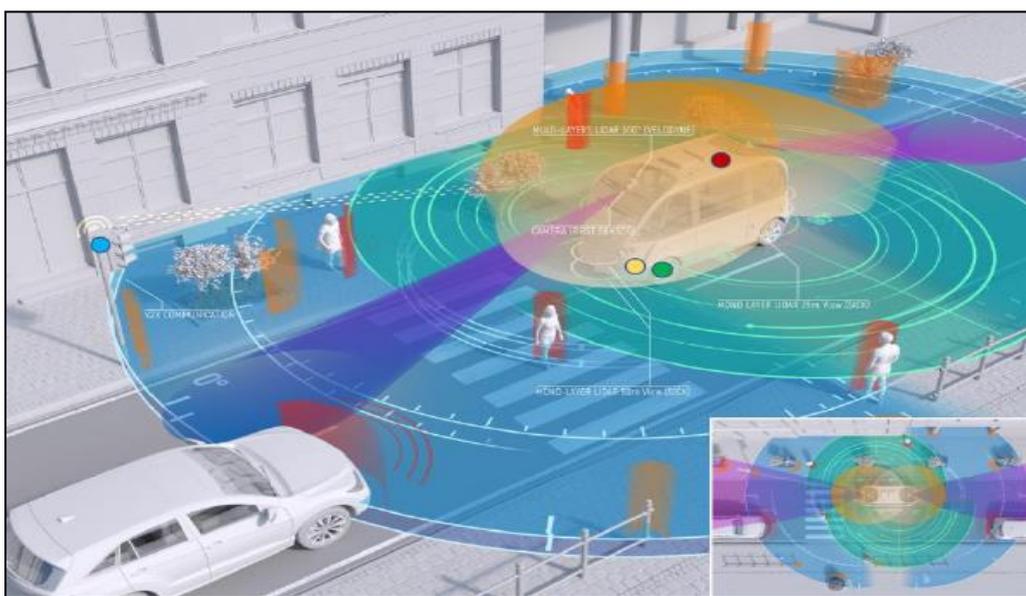
De acuerdo a (Jonas et al., 2015), citado en (Anitua, 2019) “La tecnología de los radares, estos sistemas se activan cuando se realizan una colisión ya que manda ubicación del lugar donde se encuentre, aunque este no disponga de internet, es una buena manera de estar más seguros porque saben si sucede algo en algún lugar lejano y presenta algún problema por X motivos saben que tendrás asistencia así se encuentre en un lugar alejado”

Para evitar los fallos de sistema o la poca visualización de las imágenes, los productores de los vehículos optaron la utilización de sensores de alta precisión llamados “LIDAR (Light Imaging Detection and Ranging)” los cuales escanean todo el entorno mediante sensores y pueden tener más de un sistema de detección de objetos a sus alrededores y mediante esto tener una mayor certeza de como desplazarse sin causar daños materiales y hacer más seguro el desplazarse con vehículos autónomos. (Anitua, 2019)

Muy aparte a todas las tecnologías establecidas por los nuevos prototipos, tecnologías nuevas se tiene que mencionar que la mayor valla para la utilización de los vehículos autónomos será cambiar los problemas legales ya que están establecidas y es un proceso que no se desarrolla de la noche a la mañana sino que demora un tiempo establecido para que los vehículos autónomos se puedan desplazar en las calles en varios países como los de Sudamérica que todavía no tiene leyes aprobadas para el uso libre de los vehículos autónomos. (Anitua, 2019)

Figura 5

Tecnología multisensor de última generación



Fuente: Navya safety report the autonom era, (2019).

2.2.1.5. Reducción de tráfico con vehículos autónomos simulados mediante flota de coches en miniatura

La universidad de Cambridge realizo la simulación de vehículos autónomos, conectados y adicional simularon vehículos a control remoto que simulan el comportamiento de una conducción por personas. Este proyecto simula el comportamiento de los vehículos autónomos en cooperación y la reducción en el tráfico de cuanto seria la reducción del tráfico en porcentaje. Los modelos de los vehículos se realizaron apoyados con el sistema Ackermann, para poder ver y realizar los movimientos de las trayectorias que realizaran. Se propusieron varios escenarios donde los vehículos trabajen en forma cooperativa, otro en el que no se realice cooperación entre vehículos, y adicionándole el manejo de los vehículos en manera normal y de manera agresiva, estos escenarios en que se simula se tendrá en cuenta que en cada país tienen diferentes tipos de cultura y según el país se asemeja la manera de conducir, se podría suscitar que en países sudamericanos no respetan las señales reguladoras a total cabalidad, pero en otros países como los asiáticos ellos sí, tienden más a respetar las señales vehiculares, aquí podemos diferenciar un manejo agresivo a un manejo normal según datos que se procesaron. (Hyldmar et al., 2019)

Sobre la arquitectura de los coches en miniatura se trató de hacer lo más similar a un vehículo autónomo real, utilizando sensores y planificando su ruta para evitar colisión con otros vehículos que se estén desplazando junto con ellos. (Hyldmar et al., 2019)

Conducción egocéntrica

La conducción egocéntrica hace referencia a la conducción que realiza una persona al volante de como calcula el cambio de carril, la velocidad que este aplica para que no suceda un choque, todo esto lo realiza mediante “Modelo de Conducción

Inteligente (IDM)” este controla los cambios de velocidad las aceleraciones controlando que los movimientos que se realicen sean seguros, las velocidades de escape una vez que rebase a un vehículo que este por adelante ya que si se rebasa a un vehículo y se reduce la velocidad podría genera un choque, es importante la distancia de vehículo a vehículo y la velocidad que se esté desplazando, también se evalúa las velocidades que se generan en los atascos en cuanto tiempo se demora en despejar. (Hyldmar et al., 2019)

Conducción cooperativa

Para este tipo de conducción nos basamos en el apoyo que pueden ofrecerse unos vehículos a otros, si en el caso de cambiar de carril el vehículo que este al lado y queriendo cambiar de carril, los vehículos cercados reducirán un poco para que le den pase al otro vehículo de esta manera no se producirán paradas fuertes ni intempestivas, cooperaran uno con otro vehículo para poder dinamizar los recorridos de la pista apoyándose unos a otros, en otro ejemplo donde la conducción cooperativa apoya en la reducción de tráfico generado, podríamos suscitar que en un mismo carril un vehículo pretende realizar una parada pero este informa al vehículo que esta atrás de la maniobra que desea ejecutar, el vehículo que esta por detrás planificara la manera de cambiarse de carril antes de reducir la velocidad bruscamente generando colas automovilísticas, de esta manera se podrá liberar el tráfico que se hubiera generado. (Hyldmar et al., 2019)

De los resultados obtenidos en la Universidad de Cambridge se pudo llegar a la conclusión de que la reducción de tráfico en conducción normal mejoro un 35% y la reducción del tráfico en conducción agresiva llego a un 42% de mejora, mediante este experimento se pudo afirmar que los vehículos autónomos mejoran los niveles de tráfico y es mayor el porcentaje de mejora en países que no tienen una cultura basada

en respeto y apego a las normas de tránsito, conductores que por ganar pasajeros sobrepasan las velocidades establecidas en vías, no respetan el semáforo entre otras conductas negativas. (Hyldmar et al., 2019)

Figura 6

La flota de Minicars en una autopista en miniatura de dos carriles en forma de U



Fuente: A Fleet of Miniature Cars for Experiments in Cooperative Driving, (2019).

Conducción para todas las personas

La conducción para personas menores de edad, mayores o que por discapacidades no puedan manejar un vehículo, es para este tipo de personas es que fue la base del diseño los vehículos autónomos, si bien antes no podían manejar ahora mediante los vehículos autónomos se eliminaran estas barreras, por la demanda de vehículos autónomos en el mercado ya no será necesario sacar brevets y esto afectara porque se reducirá las academias de manejo, pero en consecuencia se crearían otros puestos de trabajos, se podría decir que se implementarían trabajos de seguridad cibernética entre otros a fines de los vehículos autónomos. La finalidad de todas las empresas de vehículos autónomos es despreocuparse de la conducción para realizar otras actividades, en segundo lugar es el de dejar de usar la gasolina, petróleo o gas y

se implementaría el uso de sistemas eléctricos que beneficiarían al planeta porque se reduciría la contaminación, y al no estar expuestos al tráfico diario que genera estrés a los conductores, se reduciría el estrés tanto para los conductores y las familias que viven en lugares donde se genera congestión vehicular, dejaran de tener contaminación sonora que se genera por el uso de bocinas. (Cetelem, 2016)

2.2.1.4. Responsabilidad en casos de accidentes

Ya teniendo en cuenta que después que se genere un accidente, hay diferentes posiciones de quienes son los responsables de los daños materiales y en ultima estancia de vidas que podrían contraer los accidentes, para poder entender bien tendríamos que separarlo en 2 partes, se separa por el nivel de automatización en la que se encuentre si la automatización se encuentra siendo menor del nivel 3 donde el chofer es el que lleva el control del vehículo y solo se cuenta con apoyo, en este caso se podría decir que la responsabilidad la conlleva el conductor, pero si hablamos de un sistema automatizado completo hablamos de nivel 5 de automatización seria responsabilidad de los fabricantes, y dentro de esto se tendría que determinar exactamente que causo el fallo del accidente, podría ser producida por una falla mecánica o una falla en la programación, después de ubicar al causante este asuma las responsabilidades, este tema se torna un poco amplio, así que se tendrá que separar en 2 partes como se mencionara a continuación. (Rodríguez, 2020)

- **Responsabilidad de vehículos con funciones avanzadas**

En este punto se trata a niveles que no tienen la totalidad de autonomía sino que solo están apoyadas en funciones que ayudan en el manejo, específicamente hablamos del nivel 3 y el nivel 2, en estos niveles el conductor esta encargado de todo el desplazamiento del vehículo, si bien puede dejar el volantes unos segundos, pero

debe estar alerta de todos los sucesos que se puedan dar, una vez sucedida el accidente en primera instancia los responsables seria en chofer y el dueño del vehículo si se diera el caso de que es un vehículo arrendado, seguidamente la persona al volante podría alegar que el accidente sucedió por un fallo de las funciones de apoyo del vehículo autónomo en este caso se tendría que ver verdaderamente quien fue el causante del accidente y que el asuma los daños y perjuicios ocasionados. (Rodríguez, 2020)

- **Responsabilidad del vehículo autónomo**

En esta instancia hablamos de los vehículos totalmente automatizados los cuales no requieren de una persona quien este vigilando los movimientos que realice el vehículo autónomo, si bien los vehículos fueron hechos pensando el eliminar los errores de los conductores al volante, esto reducirá las primas y aseguradoras ya que se disminuirá los asegurados. En un punto más específico sobre quien tiene la responsabilidad ya que en este caso ya no hay una persona a cargo del vehículo, se podría proponer responsabilizar al programador, al fabricante, al responsable del hardware existen varios puntos de vista ya que no es un solo actuante para la realización de los vehículos autónomos, se sabe que los vehículos autónomos se desplazan principalmente en base a los escaneos de imágenes, los sensores que les dan un panorama de las cosas a su alrededor apoyados en GPS y Radares que con todo este sistema recién comienza a moverse, como se observa se tiene muchos involucrados para ver quién es el responsable. De una visión desde terceras personas, como suscitar que se produzca un atropello de una persona, la cual sale herida, los familiares de la persona perjudicada, ellos responsabilizaran directamente al fabricante porque ellos son los que te ofertan el producto final en este caso del vehículo autónomo, en un Parlamento Europeo” se mencionó este problema y para poder saber quién es el responsable final, refirieron que para poder saber quién es el responsable se tendría de verificar como es que sucedió el

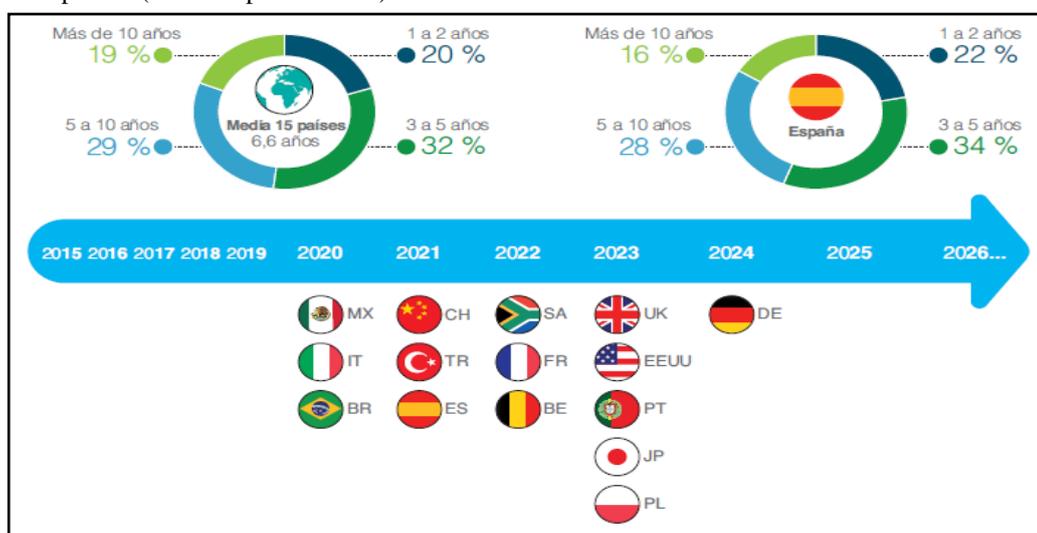
accidente, no nos dan una respuesta clara, pero se llega a la conclusión que para poder ubicar un responsable debemos ahondar más profundamente para ver quién es el verdadero responsable. (Rodríguez, 2020)

- **Propuesta del Reino Unido frente a responsabilidad en caso de accidentes**

Si bien no se puede definir exactamente quien es el responsable frente a un suceso inesperado que puede terminar en pérdidas materiales o cobrar vidas humanas, el Reino Unido propone que como se está viniendo dando en la actualidad con las aseguradoras, en la actualidad hay varias empresas aseguradoras y para que estas no desaparezcan y sigan con su trabajo se propuso que si ocurre algún accidente el responsable sea el propietario del vehículo y los daños ocasionados serian cubierto por las aseguradoras, de esta manera solucionar los daños que se produjeran, en segunda estancia después de solucionar el problema esto no se quedaría ahí, las aseguradoras podrían investigar los fallos del porque se ocasiono el accidente para que de alguna manera los productores también se hagan responsables, pero de la perspectiva que se solucionó el daño a terceras personas. (Rodríguez, 2020)

Figura 7

¿Cuánto tiempo piensa que tardará en ser usuario de un coche 100% autónomo? Media de los 15 países. (En % respuesta única).



Fuente: Recuperado de BIPE - El Observatorio Cetelem Auto 2016

2.2.1.5. Legislación Internacional vigente

Sobre la legislación debemos fijar la vista a los vehículos iniciales donde se iniciaron y es uno de los pioneros, y suscitaremos a los EE.UU., en los Estados Unidos están más avanzados que otros países sobre lo que comete en la leyes para poder usar vehículos autónomos, ya que si bien es sabido según las leyes nos solicitan que para que un vehículo pueda desplazarse por las vías se tiene que tener los pies en el pedal y las manos en el timón, que refiere a los vehículos tradicionales, Estados Unidos como uno de los pioneros en la creación de vehículos autónomos, han brindado permiso para poder usar los vehículos autónomos en las vías. Otro pionero que también está realizando pruebas en las calles son los vehículos autónomos de Japón, similar que China y Alemania (Cetelem, 2016)

Los vehículos autónomos y la legislación va muy separado en otros países, si citamos en Sudamérica no existe ninguna ley para que los vehículos autónomos transiten por las vías de nuestras calles, si las empresas extranjeras quisieran realizar pruebas para ver el comportamiento de los vehículos en Sudamérica sería imposible porque no existe ninguna ley que les permita realizar test de los vehículos autónomos, lo único que podrían usar vehículos automatizados serían hasta el nivel 3 porque hasta este nivel el conductor está pendiente del volante, conduciendo y realizando las acciones del vehículo para que este se pueda desplazar, sería imposible utilizar vehículos de nivel cuatro o nivel cinco, muy aparte de la conducción de los vehículos autónomos otro punto a tratar es el manejo de información si los vehículos autónomos van estar siendo vigilados todo el tiempo, podría decir que se perdería la privacidad y también sobre los datos del usuario podrían ser utilizados por las empresas, y como tercer punto importante sería si se tiene un atropello o algún accidente causado por el vehículo autónomo quien

asumiría esta responsabilidad, podrían suponer que el responsable es la empresa, otros podrían decir que la persona quien está dentro del vehículo tendría la responsabilidad por elegir un lugar de poco acceso entre otros factores. (Rodríguez, 2020)

2.2.1.6. Impacto de los vehículos autónomos

El impacto que se va a generar tienen sus pros y sus contras si bien las nuevas tecnologías van a cambiar la manera de transportarse facilitará la vida de muchas personas, pero el paso y dilemas del usar estas nuevas tecnologías harán que el cambio sea paulatino, se realizaron 2 escenarios el primero será que si las personas se adecuan rápidamente y tenemos un parque automotor con vehículos autónomos en nivel 5 sería un ambiente totalmente diferente a un escenario donde algunos vehículos estén totalmente automatizados y otros que todavía no se encuentren automatizados, las costumbres de cada país son diferentes. (Rodríguez, 2020)

Puestos de Trabajo

La llegada de los vehículos autónomos significará la reducción de trabajo en las personas que trabajen con vehículos siendo el caso de los taxistas, los que manejen colectivos, vehículos de transporte de numerosas personas como los buses y también mencionando a los camioneros que transportan materia de diferentes lugares, mientras transcurre el tiempo y se implemente y se incluyan los vehículos autónomos se necesitará menos personas en los votantes, si bien se sabe que para que los conductores puedan usar un vehículo es necesario que los conductores tengan un brevete, y para obtener el brevete se invierten en escuelas de manejo, además de estos intervienen los centros médicos los cuales certifican el buen estado de los nuevos postulantes para sacar la licencia de conducir, englobando eso se puede ver que no solo a los conductores afectaría sino afectaría a varios puestos, de acuerdo al “Instituto Nacional de Estadística

(2019) en España hay, a fecha 31 de julio de 2019, 69.547 licencias ” en España se puede ver la cantidad que en el tiempo perderán sus empleos. Si es cierto que muchos empleos desaparecerán también es válido resaltar que se generaran nuevos empleos, al hablar de adaptación de nuevas tecnologías se refiere que se generaran nuevos empleos según demanda lo requiera, como ejemplos podríamos mencionar que se necesitaran nuevos programadores, personas que se dediquen a seguridad cibernética, si bien es sabido que existen hacker que constantemente están mandando ataques a las centrales para robar dinero e información, será válido que al igual que existen personas que hacen lo que fuera por robar información, existan personas que resguarden toda la información y cuiden los intereses de sus consumidores, aparte de este puesto de trabajo se podrían dar otros trabajos nuevos a través de nuevas ideas que en el tiempo se desarrollaran, los cambios proyectados se realizaran para el 2030 donde se proyecta que ya esté en el mercado y en las calles utilizándose vehículos con inteligencia artificial. (Rodríguez, 2020)

Herramientas para optimizar el tiempo dedicado al transporte

Una de las maneras de optimizar el tiempo en el transporte de vehículos se puede mencionar a aplicaciones de navegación que nos apoyan a ver diversos lugares que presenta bastante cantidad vehicular, aplicaciones en tiempo real que nos aportan información sobre los vehículos, además de dar una ubicación real de las personas que estén usando la aplicación, una aplicación más utilizada es la de wase que existen en diferentes plataformas para diferentes sistemas operativos, además que es gratuito existen personas que lo usan a diario con datos reales y en tiempo real, así como se menciona este aplicativo existen muchas aplicaciones que apoyan paulatinamente el manejo vehicular. (Cetelem, 2016)

2.2.2 Flujo de tráfico vehicular

2.2.2.1. Flujo vehicular

Hace referencia a la cantidad de autos, además de la forma como es la que se desplazan en una vía, ya que mediante este patrón se puede ver si la vía observada se encuentra operativa con la cantidad vehicular para la que se diseñó la vía (Alvarado, 2018).

La cantidad vehicular en un lugar estudiado es representada por el flujo, volumen o conocido como tasa, ya que mediante el tiempo que se realice el estudio se podrá determinar cuántos vehículos pasan por la zona, para poder realizar los cálculos se utilizan fragmentos de hora conocidos, normalmente se utiliza el cálculo en una hora, también se podría señalar en un mes, un solo día o talvez si el investigador o desea pude ser otro tiempo, pero especificado. (Avilés, 2017).

2.2.2.2. Tipos de flujo de trafico

- **Flujo continuo:** Para Alvarado (2018), “Es aquel en que el vehículo que va transitando por la vía solo se ve obligado a detenerse por razones inherentes al tráfico (tráfico de las carreteras). Los vehículos se detienen cuando ocurre un accidente, cuando llegan a un destino específico, paradas intermedias, etc. Los caminos que poseen las características de flujo continuo no tienen elementos externos a la corriente del tránsito, tales como semáforos, que puedan interrumpir el mismo. Cuando se tiene un camino que opera en estas condiciones, las características de operación de los vehículos que por él circulan son el resultado de la intersección entre los vehículos existentes en la corriente de tránsito y entre los vehículos y las características geométricas y del medio ambiente en el cual se desarrolla el camino” (p. 24).

- **Flujo discontinuo o ininterrumpido:** Según Alvarado (2018), “Es el característico de las calles, donde las interrupciones son frecuentes por cualquier motivo, siendo una de estas los controles de tránsito de las intersecciones como son los semáforos, los ceda el paso, etc. Los caminos que poseen las características de flujo interrumpido poseen elementos fijos que pueden interrumpir la corriente vehicular. En esos elementos se incluyen los semáforos, las señales de alto y cualquier otro dispositivo de control del tránsito, cuya presencia origina la detención periódica de los vehículos (o la disminución significativa de su velocidad) independientemente de los volúmenes de tránsito existentes” (p. 24).

2.2.2.3. Características de tránsito

Desde la manera de ver de Palma (2006), “Tres parámetros básicos pueden ser utilizados para describir el tránsito en cualquier carretera: a) Volumen o razón de flujo, b) velocidad y c) densidad. El Manual de Capacidad de Carreteras 2,000 /HCM 2,000, por sus siglas en inglés, Highway Capacity Manual/, divide el tránsito en dos situaciones, a) el flujo ininterrumpido y b) el flujo interrumpido. Para este análisis, se usará como base el flujo ininterrumpido, ya que el flujo interrumpido es usado para el tránsito urbano” (p. 1).

- **Volumen**

Desde el punto de vista de Alvarado (2018), “El volumen de tránsito es definido como el número de vehículos que pasan en un determinado punto durante un intervalo de tiempo. La unidad para el volumen es simplemente vehículos o vehículos por unidad de tiempo” (p. 25).

Para Palma (2006), “Un intervalo común de tiempo para el volumen es un día, descrito como vehículos por día. Los volúmenes diarios frecuentemente son usados como base para la planificación de las carreteras” (p. 1).

Según la perspectiva de Alvarado (2018), “Los volúmenes diarios frecuentemente son usados como base para la planificación de las carreteras. Para los análisis operacionales, se usan los volúmenes horarios, ya que el volumen varía considerablemente durante el curso de las 24 horas del día. La hora del día que tiene el volumen horario más alto es llamada hora pico (HP), u hora de máxima demanda (HMD)” (p. 1).

- **Velocidad**

Para Palma (2006), “La velocidad es definida como una razón de movimiento, en distancia por unidad de tiempo, generalmente como kilómetros por hora (km/h). El HCM 2000 usa la velocidad promedio de viaje como la medida de velocidad, ya que es fácil de calcular observando cada vehículo dentro del tránsito y es la medida estadística más relevante en relación con otras variables. La velocidad promedio de viaje se calcula dividiendo el largo de la carretera, sección o segmento bajo consideración entre el tiempo promedio de viaje de los vehículos que pasan por dicho segmento” (p. 3).

$$S = L / t_a$$

Donde: **S** = Velocidad promedio de viaje (km/hr)

L = Longitud del segmento de la carretera (km)

t_a = Tiempo promedio de viaje en el segmento (hr)

- **Velocidad promedio de rodaje**

Según Palma (2006), “Es aquella medida de tránsito basada en la observación del tiempo de viaje de los vehículos pasando por una sección de la carretera en una longitud conocida. Calculada dividiendo la longitud del segmento entre el tiempo promedio de rodaje de los vehículos pasando por dicho segmento. El tiempo de rodaje es medido únicamente cuando los vehículos están en movimiento” (p. 4).

- **Velocidad promedio de viaje**

Para la perspectiva de Palma (2006), “Es una medida de tránsito basada en la observación del tiempo de viaje en una longitud dada de una carretera. Esto es la longitud del segmento dividido entre el tiempo promedio de viaje de los vehículos que pasan por dicho segmento, incluyendo todos los tiempos de demora por paradas” (p. 4).

- **Velocidad media espacial**

“Es definida como la velocidad promedio de todos los vehículos, ocupando una sección dada de la carretera sobre un período específico de tiempo” (Palma, 2006, pag. 4).

- **Velocidad media temporal**

“Es definida como la velocidad promedio de todos los vehículos, pasando por un punto de la carretera sobre un período específico de tiempo” (Palma, 2006, pag. 5).

- **Velocidad de flujo libre**

Para la perspectiva de Palma (2006), “La velocidad de flujo libre FFS (por sus siglas en inglés, free flow speed): es la velocidad promedio de los vehículos en una carretera dada, medida bajo condiciones de un volumen bajo, cuando los conductores tienden a conducir a una velocidad alta sin restricciones de demoras” (p. 5).

- **Velocidad percentil**

Según la perspectiva de Palma (2006), “Es la velocidad por debajo de la cual un porcentaje de vehículos viajan en una dirección del tránsito. Así, una velocidad del 85 percentil significa que el 85% de los vehículos en el tránsito viajan a cierta velocidad o por debajo de ella. La velocidad del 85 percentil es usada como una medida de la máxima velocidad razonable para el tránsito. Para una carretera con un nivel de servicio F, la velocidad promedio de viaje es igual a la velocidad promedio de rodaje” (p. 5).

- **Densidad**

“La densidad es el número de vehículos que ocupa cierta longitud dada de una carretera o carril y generalmente se expresa como vehículos por kilómetro veh/km” (Palma, 2006, pag. 6).

$$D = v / S$$

Donde: v = razón de flujo (veh/hr)

S = Velocidad promedio de viaje (km/hr)

D = Densidad (veh/km)

- **Capacidad Vial**

Para Apaza (2017), “Está definida como el valor de flujo máximo horario en el cual, de manera razonable. Puede esperarse que las personas y los vehículos pasen por un punto o una rama uniforme de un carril o de un camino durante un período de tiempo dado, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito, del camino y de los controles” (p. 118).

“El período de tiempo usado para la mayoría de los análisis de capacidad es de 15 minutos, el cual es considerado como el período más corto, ahí donde existiese un flujo estable” (Apaza, 2017, pag. 118).

Según Avilés (2017), “La capacidad de las vías y en los tiempos de viaje; distribuciones de peso y potencia, parámetro exclusivo de los vehículos pesados; y distribución del tiempo, las cuales permiten simular los tiempos de parada de buses, señales de pare, tiempos en peajes, etc.” (p. 19).

Tabla 1

“Automóviles Equivalentes por Camiones y Autobuses, en Función del Tipo de Terreno, Carreteras de dos Carriles”

Tipo de Vehículo	NS	Tipo de Terreno		
		Plano	Ondulado	Montañoso
Camiones, Et	A	2.0	4.0	7.0
	B-C	2.2	5.0	10.0
	D-E	2.0	5.0	12.0
Buses, Eb	A	1.8	3.0	5.7
	B-C	2.0	3.4	6.0
	D-E	1.6	2.9	6.5

Fuente: Highway Capacity Manual TRB 2000.

- **Las condiciones del camino**

Según la manera de pensar de Apaza (2017), “Se refieren a las características geométricas de una calle o de un camino, e incluye: el tipo de vía y el desarrollo de su entorno, el número de carriles y acotamientos, los espacios libres laterales, la velocidad de diseño y el alineamiento verticales y horizontales” (p. 119).

Tabla 2

“Factor de Ajuste por Efecto Combinado de Carriles Angostos y Hombros Restringidos, Carretera de dos Carriles”

Hombro (m)	Carril de 3.65 m		Carril de 3.35 m		Carril de 3.05 m		Carril 2.75 m	
	NS A-D	NS E	NS A-D	NS E	NS A-D	NS E	NS A-D	NS E
1.8	1.00	1.00	0.93	0.94	0.83	0.87	0.70	0.76
1.2	0.92	0.97	0.85	0.92	0.77	0.85	0.65	0.74
0.6	0.81	0.93	0.75	0.88	0.68	0.81	0.57	0.70
0.0	0.70	0.88	0.65	0.82	0.58	0.75	0.49	0.66

Fuente: Highway Capacity Manual TRB 2000.

- **Las condiciones del tránsito**

A la manera de pensar de Apaza (2017), “Se refieren a las características de la corriente del tránsito que usa las vías. Están definidas por la distribución de los tipos de vehículos en la corriente del tránsito, la cantidad y distribución del tránsito en los carriles disponibles de la vía y la distribución direccional del tránsito” (p. 119).

- **Distribución del tráfico por carril**

Desde la perspectiva de Vega (2018), “De acuerdo con la metodología establecida en el HCM 2000, para el cálculo de nivel de servicio se deben tomar en cuenta la distribución del tráfico por cada carril. Esta distribución se obtiene de los aforos vehiculares semanales y permiten la comparación del volumen vehicular por cada carril. Sin embargo, el HCM ha establecido

distribuciones de tráfico en el orden 50/50, 60/40, 70/30, 80/20 y 90/10”
(p. 119).

Tabla 3

“Factor de Ajuste por Distribución Direccional del Tránsito en Carreteras de dos Carriles”

Separacion Direccional (%/%)	Factor
50/50	1.00
60/40	0.94
70/30	0.89
80/20	0.83
90/10	0.75
100/0	0.71

Fuente: Highway Capacity Manual TRB 2000.

- **Nivel de Servicio para carretera**

A la manera de observar de Apaza (2017), “Es una medida cualitativa que describe las condiciones de operación de un flujo vehicular, y de su percepción por los motoristas y/o pasajeros. Estas condiciones se describen en términos de factores como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobras, la comodidad, la conveniencia y la seguridad” (p. 119).

Tabla 4

“Nivel de Servicio (V/C) para carretera de dos carriles”

Nivel de Servicio (NS)	Terreno plano						Terreno Ondulado						Terreno Montañoso					
	Restriccion de paso %						Restriccion de paso %						Restriccion de paso %					
	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100
A	0.15	0.12	0.09	0.07	0.05	0.04	0.15	0.10	0.07	0.05	0.04	0.03	0.14	0.09	0.07	0.04	0.02	0.01
B	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.26	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.25	0.20	0.16	0.13	0.12	0.10
C	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33	0.32	0.42	0.39	0.35	0.32	0.30	0.28	0.39	0.33	0.28	0.23	0.20	0.16
D	0.64	0.62	0.60	0.59	0.58	0.57	0.62	0.57	0.52	0.48	0.46	0.43	0.58	0.50	0.45	0.40	0.37	0.33
E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.94	0.92	0.91	0.90	0.90	0.91	0.87	0.84	0.82	0.80	0.78

Fuente: Highway Capacity Manual TRB 2000.

- **Volumen de transito**

En opinión de Cereceda & Román (2018), “Con base en la hora seleccionada se define los siguientes volúmenes de tránsito horario, dado en vehículos por hora” (p. 24).

- **Tasa de Flujo**

Al respecto Cereceda & Román (2018), “La tasa de demanda de flujo para una intersección a la circulación de tráfico se define como el número de vehículos que llegan a la intersección durante el período de análisis dividido por la duración del período de análisis. Se expresa como una tasa de flujo por horario, pero puede representar un período de análisis de menos de 1 h. La tasa de demanda de flujo representa la tasa de flujo de vehículos que arriban a la intersección” (p. 24).

$$v = \frac{VHMD}{(FHMD)(f_{HV})}$$

Donde: v = Tasa de demanda de flujo.

VHMD = Volumen horario de máxima demanda.

FHMD = Factor horario de máxima demanda.

f_{HV} = Factor de ajuste por presencia de vehículos pesados.

Volumen Horario de Máxima Demanda

Al respecto Cereceda & Román (2018), “Es el máximo número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos. Es el representativo de los 57 períodos de máxima demanda que se pueden presentar durante un día en particular” (p. 25).

Factor de Hora Pico

De la perspectiva de Apaza (2017), “El factor de hora pico (FHP) representa la variación en la circulación dentro de una hora. Las observaciones de la

circulación indican constantemente que los volúmenes encontrados en el periodo de 15 minutos del pico dentro de una hora no se encuentran sostenidos a través de la hora completa. El uso del factor de la hora pico en la ecuación para determinar la tasa de flujo considera este fenómeno” (p. 150).

“En vías multicarriles, los valores típicos del factor de hora pico, FHP varían entre 0.80 y 0.95. Un factor de hora pico bajo es característico de condiciones rurales” (Apaza, 2017, pag. 150).

“Factores altos son condiciones típicas de entornos urbanos y suburbanos en condiciones de hora pico. Los datos del campo deben ser utilizados en lo posible para desarrollar el cálculo del factor de hora pico de condiciones locales” (Apaza, 2017, pag. 150)

“El factor de hora pico es la relación entre el volumen horario de máxima demanda (VHMD) y el flujo máximo (q_{\max}), que se presenta en un periodo dado dentro de dicha hora como se aprecia en la siguiente Ecuación” (Apaza, 2017, pag. 150)

$$FHP = \frac{VHMD}{q_{\max} * N}$$

“El factor de la hora de pico es un indicador de las características del flujo de tránsito en periodos máximos. Si este valor es igual a 1 significa uniformidad, en cambio valores muy pequeños indicarán concentraciones de flujos máximos” (Apaza, 2017, pag. 150).

2.2.2.4. Niveles de Servicio

En estos niveles de servicio se separan en 6 niveles según el “Highway

Capacity Manual” que van desde la saturación máxima de la vía hasta condiciones ideales donde el desplazamiento de los vehículos se desarrolla de manera perfecta, normalmente no se llega a estar en el primer nivel porque los diseños se realizaron para un tiempo específico y de acuerdo al paso del tiempo este incrementa el parque automotor y comienzan a generarse tráfico, para poder entender a cada uno de ellos el “Highway Capacity Manual (HCM) establece los niveles de servicio en Leve lof Services por sus siglas conocido como (LOS) en niveles desde la A hasta la F”. Los cuales nos muestra los niveles separados por la cantidad vehicular (Palma, 2006, pag. 17).

“Conviene aclarar que al hablar de congestionamiento en una carretera no es hablar de paralización de todo el movimiento” (Palma, 2006, pag. 17).

Según el criterio de Palma (2006), “El diseñador debe escoger, entre dichos extremos, el nivel de servicio que mejor se adecua a la realidad del proyecto a desarrollar. Como criterio de análisis, se expresa que el flujo vehicular de servicio para diseño debe ser mayor que el flujo de tránsito durante el período de 15 minutos de mayor demanda durante la hora de diseño” (p. 17).

Concepto del nivel de servicio

Para tener una idea clara de la cantidad vehicular que deben transitar en una vía, se separan en niveles los cuales también están en función a las velocidades en que se desplazan, son seis niveles en los que se dividen los cuales se mencionaran a continuación, mencionar además que estos son separados “Desde la letra A hasta la letra F (Palma, 2006, pag. 18)”

- **Nivel de servicio A**

Desde el punto de vista de Palma (2006), “Flujo libre de vehículos, bajos volúmenes de tránsito y relativamente altas velocidades de operación (90 km/hr o más). La demora de los conductores no es mayor al 35% del total del tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 490 veh/hr” (p. 18).

- **Nivel de servicio B**

Al respecto de Palma (2006), “Flujo libre razonable, pero la velocidad empieza a ser restringida por las condiciones del tránsito (80 km/hr). La demora de los conductores no es mayor al 50% del total del tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 780 veh/hr” (p. 18).

- **Nivel de servicio C**

Para Palma (2006), “Se mantiene en zona estable, pero muchos conductores empiezan a sentir restricciones en su libertad para seleccionar su propia velocidad (70 Km./hr). La demora de los conductores alcanza el 65% del total del tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 1,190 veh/hr” (p. 19).

- **Nivel de servicio D**

Según la manera de ver Palma (2006), “Acercándose a flujo inestable, los conductores tienen poca libertad para maniobrar. La velocidad se mantiene alrededor de los 60 Km./hr. La demora de los conductores es cercana al 80% del total del tiempo de viaje y la razón de flujo total para ambas direcciones es de 1,830 veh/hr” (p. 19).

- **Nivel de servicio E**

“Flujo inestable, suceden pequeños congestionamientos. La velocidad cae hasta 40 Km./hr. La demora de los conductores es mayor al 80% del total del tiempo de viaje” (Palma, 2006, pag. 20).

- **Nivel de servicio F**

“Flujo forzado, condiciones de “pare y siga”, congestión de tránsito” (Palma, 2006, pag. 20).

2.2.2.4. Software Synchro 8.0

Según la perspectiva de Vertiz & Ramon (2020), “El software Synchro 8.0 toma lo indicado en el HCM 2010 para dividir los volúmenes de tráfico entre el FHP para determinar la tasa de flujo durante los 15 minutos más cargados. Se necesitan definir los datos: Distribución del grupo de carriles, volumen de tráfico, volumen de peatones, volumen de ciclistas, factor de crecimiento, factor de vehículos pesados, número de paradas de buses y número de maniobras por parqueo” (p. 39).

Determinación de la capacidad con el Software Synchro 8.0

Según la manera de pensar de Vertiz & Ramon (2020), “Para determinar la relación v/c , el software Synchro 8.0 usa todos los ajustes y ecuaciones planteadas por el HCM 2010. Con la opción de optimizar y define la longitud del ciclo y los tiempos de las luces verdes que mejor resulte para las características de tráfico ingresadas previamente. Solo se necesita ingresar datos de entrada” (p. 39).

Medidas de eficiencia con el Software Synchro 8.0

“Cálculo de demoras: Se calcula automáticamente al optimizar la intersección, está representada en segundos y se calcula con el mismo método que usa el HCM 2010” (Vertiz & Ramon, 2020, pag. 39).

“Cálculo de niveles de servicio: También se calcula automáticamente al optimizar la intersección. Para este cálculo, al igual que todo lo anterior, lo hace de la misma manera que el HCM 2010 que toma en cuenta la demora total de la intersección” (Vertiz & Ramon, 2020, pag. 40).

“Cálculo de niveles de servicio ICU (Intersection Capacity Utilization): El Synchro 8.0 cuenta con su propia metodología para estimar la capacidad de la intersección y las iniciales ICU corresponden a las siglas en inglés de Intersection Capacity Utilization, que corresponden a la utilización de la capacidad para cada intersección y estos son los siguientes” (Vertiz & Ramon, 2020, pag. 40).

Tabla 5

“Nivel de Servicio (ICU LOS) metodología propia del Software Synchro 8.0”

ICU	ICU LOS (NIVEL DE SERVICIO ICU)	DESCRIPCION
0 - 55%	A	La interseccion no tiene congestion vehicular
> 55% - 64%	B	La interseccion tiene muy poca congestion vehicular
> 64% - 73%	C	La interseccion no tiene congestion vehicular importante
> 73% - 82%	D	La interseccion normalmente no tiene congestios vehicular
> 82% - 91%	E	La interseccion esta justo al borde de condiciones congestionadas
> 91% - 100%	F	La interseccion esta por encima de su capacidad y es probable que experimente periodos de congestion vehicular de 15 a 60 min. Por dia
> 100% - 109%	G	La interseccion es de 10% a 20% por encima de la capacidad y es probable que experimente periodos de congestion de 60 a 120 min. Por dia
> 109%	H	La interseccion tiene un 20% de capacidad y podria experimentar periodos de congestion de mas de 120 min. Por dia

Fuente: Software Synchro 8.0

Según la perspectiva de Vertiz & Ramon (2020), “La tabla muestra los niveles de servicio propios del software Synchro 8.0, que se basa en la utilización de la capacidad de cada intersección para determinar su ICU LOS (nivel de servicio por utilización de capacidad de intersección), donde se considera desde el ICU “A” hasta el “D” niveles de servicios aceptables. Desde el ICU “E” hasta el “F” se encuentran a punto de llegar a su capacidad máxima o ligeramente por encima de su capacidad, mientras que los ICU “G” y “F” indican que es probable que experimenten periodos de congestión desde 60 a 120 min. a más por día” (p. 40).

2.3. Definición de términos

Synchro 8.0: “Es un software con aplicación en la planificación, diseño, control y optimización de tiempos de semáforos en intersecciones y arterias viales. Realiza el análisis de capacidad en intersecciones sin semáforos y con semáforos aplicando la metodología del HCM 2010” (Vertiz & Ramon, 2020, pag. 215).

ICU LOS (Intersection Capacity Utilization; Levels of Service): “Son las iniciales en el idioma inglés de los niveles de servicio de la utilización de la capacidad para cada intersección, la cual el software Synchro 8.0” (Vertiz & Ramon, 2020, pag. 215).

Tráfico: “Se relaciona con el movimiento de personas y mercancías a través de los medios de transporte” (Vertiz & Ramon, 2020, pag. 216).

Camara: “Una cámara, por otra parte, es un aparato o dispositivo que permite captar, registrar y reproducir imágenes. Según sean los servicios y tecnologías que incluya cada equipo, es posible hablar, por lo tanto, de cámara fotográfica, cámara de televisión, cámara de cine, etc”. (Cedeño & Quiroz, 2015, pag. 17).

Sensores: “Un sensor o captador, como prefiera llamársele, no es más que un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, que seamos capaces de cuantificar y manipular” (Cedeño & Quiroz, 2015, pag. 30).

Sensor Laser: “La reflectancia de la superficie de los objetos es la propiedad que permite el funcionamiento del Sensor Laser. Si un objeto con una superficie que refleje la señal emitida, el sensor no recibirá la respuesta para determinar la distancia y colocará el límite en infinito, que se sitúa en el máximo alcance del sensor” (López, 2006, pag. 9).

Carretera de dos carriles: “Una carretera de dos carriles es una vía sin división con dos carriles, cada uno para el uso del tránsito en direcciones opuestas. Rebasar vehículos requiere del uso del carril opuesto, solo si el tránsito opuesto lo permite y haya buena visibilidad, así como una buena distancia de rebase” (López, 2006, pag. 9).

Capacidad: “La capacidad es el máximo número de vehículos que pueden circular en un punto dado durante un período específico de tiempo, bajo condiciones prevalecientes de la carretera y el tránsito. Asumiendo que no hay influencia del tránsito más adelante, dentro del punto en análisis” (Palma, 2006, pag. 13).

Aceleración Autorregresiva: “Es un acercamiento intuitivo para representar apropiadamente el movimiento dinámico de los objetos sólidos” (Tejada, 2018, pag. 43).

Factor de vehículo pesado: “Las equivalencias en automóviles para Camiones Pesados (ET), para autobuses (EB) y vehículos recreacionales (ER), afectadas por el alineamiento horizontal, son tomadas de las tablas del Manual de Capacidades. Los factores PT, PB y PR corresponden a la fracción decimal de la proporción de camiones, autobuses y vehículos recreacionales en el volumen de tránsito total” (Leclair, 2004, pag. 218).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Los vehículos autónomos afectan favorablemente en el flujo de tráfico vehicular en las vías urbanas de la ciudad de Huancayo.

2.4.2 Hipótesis específicas

- a. Los vehículos autónomos afectan favorablemente en el flujo continuo vehicular de las vías principales del distrito de Huancayo.
- b. Los vehículos autónomos afectan favorablemente en el flujo discontinuo vehicular de las vías urbanas de la ciudad de Huancayo.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Variable independiente (x)

Vehículos autónomos: Según (Bernuy, 2017), “Es un vehículo que está en contacto con el suelo y que se controla automáticamente”

Variable dependiente (y)

Flujo de tráfico vehicular: Según (Arce, 2017), “Es la congestión de las vías de tránsito que da como resultado el un cuello de botella, afectando toda una avenida principal y también a las calles aledañas que convergen a las avenidas principales”.

2.5.2. Definición operacional de la variable

Variable independiente (x)

Vehículos autónomos: El vehículo autónomo, es aquel capaz de percibir el medio que le rodea y navegar en consecuencia. El conductor podrá elegir el destino, pero no se le requiere para activar ninguna operación mecánica del vehículo.

Variable dependiente (y)

Flujo de tráfico vehicular: Es aquel flujo que puede clasificarse en continuo y discontinuo.

2.6. Operacionalización de variables

Tabla 6

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente Vehículos autónomos	Según (Bernuy, 2017), “Es un vehículo que está en contacto con el suelo y que se controla automáticamente”.	“El vehículo autónomo, es aquel capaz de percibir el medio que le rodea y navegar en consecuencia. El conductor podrá elegir el destino, pero no se le requiere para activar ninguna operación mecánica del vehículo”	Destino	Lugar (Mapas) Seguridad (% Incidencias)
			Navegar	Símbolos (Unidad) Aplicaciones (Bytes)
Variable Dependiente Flujo de tráfico vehicular	Según (Arce, 2017), “Es la congestión de las vías de tránsito que da como resultado el un cuello de botella, afectando toda una avenida principal y también a las calles aledañas que convergen a las avenidas principales”.	Es aquel flujo que puede clasificarse en continuo y discontinuo.	Flujo continuo	Tráfico de carreteras (Veh/h) Destino específico (Mapas)
			Flujo discontinuo	Interrupciones frecuentes (Veh/h) Señales de tránsito (Unidad)

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1. Método General de investigación

Desde la perspectiva Tacillo (2016), “El método científico trata sobre resolver o esclarecer problemas reales bajo procedimientos especiales de la ciencia para buscar explicarlos de la mejor manera o aproximadamente” (p. 31).

3.1.1. Método específico

Método hipotético-deductivo

Desde la perspectiva de Sánchez (2019), el método hipotético-deductivo “Tiene la finalidad de comprender los fenómenos y explicar el origen o las causas que la generan. [...] se parte de premisas generales para llegar a una conclusión particular, que sería la hipótesis a falsar para contrastar su veracidad” (p. 108).

3.2. Tipo de investigación

Al respecto Valderrama, S. (2015) nos dice que: “La investigación aplicada también llamada práctica, empírica, activa o dinámica, busca conocer el tipo de investigación para hacer, actuar, construir y modificar, para poder aplicarlo en la realidad. Se encuentra íntimamente ligada a la investigación básica, ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos para poder generar beneficios y bienestar a la sociedad” (p. 39)

3.3. Nivel de investigación

El nivel de la investigación es explicativo ya que se busca evaluar la influencia de la gestión por competencias en el desempeño docente de la Universidad Peruana Los Andes, sede La Merced, en el semestre académico 2018-II. Frente a la elección se resalta a Valderrama, S. (2015) quien nos dice que “Este nivel de investigación, centra su interés en descubrir la razón por la que ocurre un fenómeno determinado, así como establecer en qué condiciones se da este, o por qué dos o más variables están relacionadas” (p. 45).

3.4. Diseño de investigación

A criterio de Sánchez et al. (2018), el diseño de investigación es el “Modelo o esquema que adopta el investigador para establecer un mejor control de las variables en estudio” (p. 53).

A). No experimental

Desde la perspectiva de Valderrama (2016), el diseño no experimental es una “investigación sistemática y empírica, en donde que las variables independientes no se manipulan” (p. 67).

a) Transversal

En opinión de Fresno (2019), en el diseño transeccional “se hace un corte en el tiempo y se estudian las variables simultáneamente” (p. 85).

• Descriptivo

Desde el punto de vista de Hernández y Mendoza (2019), en el diseño descriptivo los “estudios buscan indagar el nivel o estado de una o más variables en una población” (p. 177).

3.5. Población y muestra

Población:

La población estuvo conformada por las vías urbanas de la ciudad de Huancayo, del departamento de Junín.

Muestra:

La muestra será la Av. Ferrocarril de la provincia de Huancayo, el tramo comprendido entre la Av. San Carlos y el Jr. Piura.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas de recolección de datos:

Fuentes primarias

Desde la posición de Ñaupas et al. (2018), las técnicas e instrumentos de recolección son “los procedimientos y herramientas mediante los cuales vamos a recoger los datos e informaciones necesarias para probar o contrastar nuestras hipótesis de investigación” (p. 135).

A. Diseño de campo

De acuerdo con Cajal (2019), en el diseño de campo “los datos que se necesitan para hacer la investigación se toman en ambientes reales no controlados” (p. 1).

a. Fuentes primarias

A criterio de Heinemann (2017), en las fuentes primarias “los datos se obtienen de una investigación empírica basada en los datos recogidos mediante un cuestionario propio” (p. 224).

B. Diseño documental

En opinión de Reyes y Carmona (2020), el diseño documental “se encarga de recolectar, recopilar y seleccionar información de las lecturas de documentos, revistas, libros, grabaciones, filmaciones, periódicos, artículos resultados de investigaciones, memorias de eventos, entre otros” (p. 1).

b. Fuentes secundarias

Desde la perspectiva de Pulido (2016), las fuentes secundarias “son datos extraídos de los datos originales recogidos por otras personas” (p. 1152).

3.6.2. Instrumentos:

Desde la posición de Sánchez y Reyes (2016), los instrumentos de recolección “Son las herramientas que se emplean en el proceso de recogida de datos. Los instrumentos se seleccionan a partir de la técnica previamente elegida” (p. 153).

3.7. Procesamiento de la información

A juicio de Hernández y Mendoza (2019), “Recolectar los datos significa aplicar uno o varios instrumentos de medición para recabar la información pertinente de las variables del estudio en la muestra” (p. 226).

3.8. Técnicas y análisis de datos

Desde la posición de Arbaiza (2017), el procesamiento de datos “implica una serie de labores sistemáticas y relacionadas, como el vaciado de datos y las tareas de codificación, clasificación, tabulaciones” (p. 225).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Llegamos a la parte donde se podrá procesar los resultados de la investigación realizada, los que se podrán plasmar de la siguiente manera en que los vehículos autónomos afectan el flujo de tráfico vehicular en las vías urbanas, mediante los resultados obtenidos podremos afirmar o negar que los vehículos autónomos son beneficiosos, además que se recomendaría para poder usarlos en nuestra realidad.

Nuestro objetivo primordial es poder conocer el efecto de los vehículos autónomos en el flujo de tráfico vehicular en las vías urbanas de la ciudad de Huancayo, los cuales se darán apoyo científico para ver la validez, mediante el uso de la estadística, apoyados en las tablas elaboradas con los estudios, además de especificaciones técnicas y revistas científicas que nos proporcionan los diferentes empresas de los vehículos autónomos, también se utilizara estudios realizados en el lugar de estudio.

Cabe aclarar que el estudio de tráfico se realizó por seis días en las horas indicadas en los conteos vehicular, no se realizaron las 24 horas porque solo necesitamos poder saber cuál es el factor de hora pico, mas no para realizar un diseño de carretera, realizando estas aclaraciones se procede a realizar los cálculos en base a toda la información recolecta.

Ubicación del área de investigación

Región : Junín
 Provincia : Huancayo
 Distrito : Huancayo

Figura 6

Ubicación geográfica de la provincia de Huancayo - Región Junín



Figura 7

Distritos de la provincia de Huancayo



En el presente se estudió de tráfico, se realizara para poder saber la cantidad vehicular, clasificar y saber el volumen de los vehículos que se desplazan en las horas de demanda máxima para poder conocer el nivel de servicio del área de estudio, que está ubicada en la Av. Ferrocarril de la ciudad de Huancayo comprendido entre la Av. San Carlos y el Jr. Piura.

Ubicación de la vía:

Departamento : Junín

Provincia : Huancayo

Distrito : Huancayo

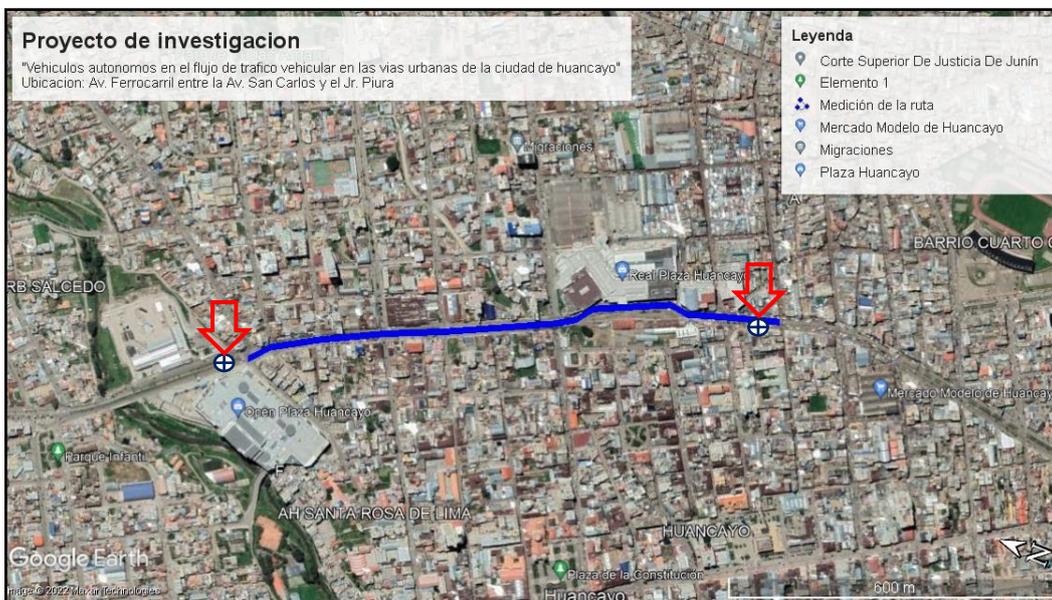
Lugar : Av. Ferrocarril, entre la Av. San Carlos y el Jr. Piura.

Longitud:

982.00 ml. Aprox.

Figura 8

Tramo de la vía estudiada



Fuente: Google Earth.

4.1. Estudio de Trafico para la Intersección ubicada entre la Av. Ferrocarril y la Av. San Carlos

4.1.1. Volumen vehicular

En la Tabla 7, se muestra el volumen vehicular en ambos sentidos, de Norte a Sur y también de Sur a Norte comprendido desde el día 10 de enero hasta el día 15 de enero del 2022.

Tabla 7

Cantidad vehicular

VOLUMEN VEHICULAR DE LA INTERSECCION EN AMBOS SENTIDOS			
	Norte - Sur	Sur - Norte	Cantidad Vehicular
LUNES	21667	10358	32025
MARTES	20459	10074	30533
MIERCOLES	21082	10211	31293
JUEVES	20981	10105	31086
VIERNES	20699	9757	30456
SABADO	18562	6958	25520

4.1.2. Volumen Horario de Máxima Demanda y Flujo Máximo

En la siguiente Tabla Nro. 8, se presenta el Volumen horario de máxima demanda, se consideró el día lunes 10 enero entre las 18:00 y 19:00 hrs. El Flujo Máximo, lo expresaremos con razones de flujo cada 15 minutos como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 8

“Volumen Horario de Máxima Demanda y Flujo Máximo”

VOLUMEN VEHICULAR EN LA INTERSECCION EN AMBOS SENTIDOS				
Intervalo de tiempo	Vehiculos Norte - Sur	Vehiculos Sur - Norte	Razon de Flujo Norte - Sur	Razon de Flujo Sur - Norte
18:00 - 18:15	508	250	2032	1000
18:15 - 18:30	519	242	2076	968
18:30 - 18:45	549	279	2196	1116
18:45 - 19:00	513	236	2052	944
VHMD (veh/h)	2089	1007	-	-

4.1.3. Factor Hora Pico

En la Tabla 9, se presenta el Factor de hora pico obtenida de los valores hallados de la tabla anterior de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$FHP = \frac{VHMD}{q_{max} * N}$$

Tabla 9

“Factor de hora Pico”

HORA	Volumen	qmax * N	VHMD	FHP	Sentido
18:00 - 18:15	508	2032	2089	0.95	Norte - Sur
18:15 - 18:30	519	2076			
18:30 - 18:45	549	2196			
18:45 - 19:00	513	2052			
18:00 - 18:15	250	1000	1007	0.90	Sur - Norte
18:15 - 18:30	242	968			
18:30 - 18:45	279	1116			
18:45 - 19:00	236	944			
Promedio				0.93	

4.1.4. Velocidad del Proyecto

En la Tabla 10, se muestra las velocidades obtenidas en un espacio de 100 m.

Tabla 10

“Velocidad en ambos sentidos”

VELOCIDAD DEL PROYECTO (km/h)												
	Sentido Norte - Sur						Sentido Sur - Norte					
	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado
1	51	44	46	41	52	41	23	26	33	27	33	35
2	42	43	37	35	35	53	28	29	35	30	40	30
3	36	32	44	46	48	40	30	32	27	37	34	37
4	32	43	52	35	37	47	28	24	32	32	42	38
5	45	40	29	30	43	34	30	27	32	40	32	39
6	46	48	38	28	47	31	39	32	25	41	37	36
7	38	26	52	35	31	36	36	28	30	35	43	40
8	38	40	48	48	43	46	32	29	24	34	38	37
9	43	45	37	37	43	53	38	31	32	38	31	34
10	32	51	44	31	33	31	31	29	34	39	36	41
11	35	39	42	42	42	36	29	30	35	43	32	34
12	41	38	35	39	45	39	28	26	38	41	38	40
Promedio	36.50	37.58	39.08	34.00	37.83	37.33	28.67	26.42	28.25	33.00	33.17	33.42
Promedio Velocidad (km/h)	33.77											

4.1.5. Relación de Volumen/Capacidad del nivel de servicio

En la Tabla 11, está en función del tipo de terreno y restricción de rebase, en nuestro caso se utilizó los valores del terreno plano sin restricciones de paso, en base a la Tabla 4 y los valores que se utilizaran para nuestro estudio serán:

Tabla 11

“v/c relación volumen capacidad”

Niv. Serv.	V/C
A	0.15
B	0.27
C	0.43
D	0.64
E	1

Fuente: Highway Capacity Manual TRB 2000.

4.1.6. Factor de distribución direccional de tránsito

Esta distribución vehicular la realizaremos con ayuda de la Tabla 3 teniendo en consideración que nuestra distribución direccional es 70/30

Según tabla el factor direccional $fd = 0.89$

4.1.7. Factor para ancho carril y distancias a obstáculos laterales

En la Tabla 12, ubicaremos el factor de ancho de carril y lo realizaremos con ayuda de la Tabla 2, teniendo en consideración el ancho de carril 3.35 m y ancho de hombros 0 m.

Tabla 12

“fw factor para anchos de carril y hombros”

Niv. Serv.	Fw
A	0.65
B	0.65
C	0.65
D	0.65
E	0.82

Fuente: Highway Capacity Manual TRB 2000.

4.1.8. Factor de vehículo pesado

Sabiendo que el porcentaje de camiones es igual al 2.4%, el porcentaje de Buses es igual al 5.6% y el porcentaje de Vehículos recreativos es igual al 4.3%.

La Tabla 13, está en función de los automóviles equivalentes por Camión y Autobuses en función del tipo de Terreno, según indica la Tabla 1 y los valores que se utilizarán para nuestro estudio serán:

Tabla 13

“Factores de equivalencia de automóviles”

Tipo de Vehículo	Nivel Servicio	Terreno Plano
Camiones, Et	A	2.0
	B-C	2.2
	D-E	2.0
Buses, Eb	A	1.8
	B-C	2.0
	D-E	1.6
Vehículos Recreativos, ER	A	2.2
	B-C	2.5
	D-E	1.6

Fuente: Highway Capacity Manual TRB 2000.

El factor de vehículos pesados se expresa con la siguiente ecuación:

$$f_{hv} = 1/[1 + PT (ET-1) + PB (EB-1) + PR (ER-1)]$$

Introduciendo todos los datos y aplicando la formula se obtiene los factores de vehículos pesados para cada nivel:

$$F_{hv} (\text{Nivel A}) = 0.892538379$$

$$F_{hv} (\text{Nivel B}) = 0.870094840$$

$$F_{hv} (\text{Nivel C}) = 0.870094840$$

$$F_{hv} (\text{Nivel D}) = 0.923020122$$

$$F_{hv} (\text{Nivel E}) = 0.923020122$$

4.1.9. Cálculo del Servicio de la intersección de la Av. Ferrocarril y la Av. San Carlos.

Antes de iniciar con los cálculos para hallar el servicio de la intersección, hallaremos el cálculo de vehículo equivalente a través de la expresión:

$$VE = VThp/Fhp$$

$$VE = 3329 \text{ (Veh/Hora)}$$

Finalmente, el volumen de servicio se calculará con la siguiente ecuación:

$$Sfi = 2800x (v/c) x fd x fw x fhv$$

Introduciendo todos los datos anteriormente hallados y tabulados, se obtiene los factores para ingresar en la ecuación y poder hallar el nivel de servicio para cada nivel:

Nivel A (Veh/Hora) =	217
Nivel B (Veh/Hora) =	381
Nivel C (Veh/Hora) =	606
Nivel D (Veh/Hora) =	957
Nivel E (Veh/Hora) =	1886

El nivel que actualmente está operando la carretera estudiada, es el que refiere que se acerca más a los valores establecidos en los niveles antes descritos, el volumen equivalente encontrado en el paso anterior es de 3329 Veh/Hora

En nuestra intersección el nivel de servicio hallado sobrepasa la cantidad de vehículos en el Nivel E, entonces podemos decir que la intersección está operando en un **Nivel de Servicio F**.

4.2. Estudio de Trafico para la Intersección ubicada entre la Av. Ferrocarril y la Jr. Piura

4.2.1. Volumen vehicular

En la Tabla 14, se muestra el volumen vehicular en ambos sentidos, de Norte a Sur y de Sur a Norte comprendido desde el día 17 de enero hasta el día 22 de enero del 2022.

Tabla 14

“Cantidad vehicular”

VOLUMEN VEHICULAR DE LA INTERSECCION EN AMBOS SENTIDOS			
	Norte - Sur	Sur - Norte	Cantidad Vehicular
LUNES	12854	10039	22893
MARTES	13096	9572	22668
MIERCOLES	12569	9985	22554
JUEVES	13446	10545	23991
VIERNES	11578	9758	21336
SABADO	13158	9520	22678

4.2.2. Volumen Horario de Máxima Demanda y Flujo Máximo

En la Tabla 15, se presenta el Volumen horario más alto, se consideró el día jueves 20 enero entre las 17:30 y 18:30 hrs. El Flujo Maximo lo expresaremos con razones de flujo cada 15 minutos como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 15

“Volumen Horario de Máxima Demanda y Flujo Máximo”

VOLUMEN VEHICULAR EN LA INTERSECCION EN AMBOS SENTIDOS				
Intervalo de tiempo	Vehiculos Norte - Sur	Vehiculos Sur - Norte	Razon de Flujo Norte - Sur	Razon de Flujo Sur - Norte
17:30 - 17:45	219	187	876	748
17:45 - 18:00	237	198	948	792
18:00 - 18:15	239	189	956	756
18:15 - 18:30	223	188	892	752
Volumen Horario	918	762	-	-

4.2.3. Factor Hora Pico

En la Tabla 16, se presenta el factor de hora pico obtenida de los valores hallados de la tabla anterior utilizando la siguiente ecuación:

$$FHP = \frac{VHMD}{q_{max} * N}$$

Tabla 16

“Factor de hora Pico”

HORA		Volumen qmax * N		VHMD	FHP	Sentido
17:30	17:45	219	876	918	0.96	Norte - Sur
17:45	18:00	237	948			
18:00	18:15	239	956			
18:15	18:30	223	892			
17:30	17:45	187	748	762	0.96	Sur - Norte
17:45	18:00	198	792			
18:00	18:15	189	756			
18:15	18:30	188	752			
Promedio					0.96	

4.2.4. Velocidad del Proyecto

En la Tabla 17, se muestra las velocidades obtenidas en un espacio de 100 m.

Tabla 17

“Velocidad en ambos sentidos”

VELOCIDAD DEL PROYECTO (km/h)												
	Sentido Norte - Sur						Sentido Sur - Norte					
	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado
1	15	14	12	11	13	15	7	5	6	5	7	6
2	16	12	15	12	16	12	6	6	6	6	5	7
3	19	11	17	15	17	14	6	7	7	7	5	7
4	13	12	16	12	19	12	7	5	5	7	6	5
5	11	13	17	11	20	16	5	4	8	6	6	5
6	11	13	18	11	22	18	5	6	5	5	7	7
7	14	17	18	20	21	17	5	5	6	5	7	6
8	19	15	14	15	17	15	6	5	6	6	6	6
9	16	18	16	17	18	17	6	5	7	6	5	5
10	17	18	11	16	14	16	6	5	5	6	5	5
11	20	21	13	15	16	14	6	6	5	5	6	6
12	18	14	19	13	13	12	5	7	5	5	6	5
Promedio	14.25	13.67	13.92	12.92	16.08	13.83	5.42	4.92	5.50	5.33	5.42	5.42
Promedio Total	9.72											

4.2.5. Relación de Volumen/Capacidad del nivel de servicio

En la Tabla 18, está en función del tipo de terreno y restricción de rebase, en nuestro caso se utilizó los valores del terreno plano sin restricciones de paso, en base a la Tabla 4 y los valores que se utilizaran para nuestro estudio serán:

Tabla 18

“v/c relación volumen capacidad”

Niv. Serv.	V/C
A	0.12
B	0.24
C	0.39
D	0.62
E	1

Fuente: Highway Capacity Manual TRB 2000.

4.2.6. Factor de distribución direccional de tránsito

Esta distribución vehicular la realizaremos con ayuda de la Tabla 3 teniendo en consideración que nuestra distribución direccional es 60/40

Según tabla el factor direccional $fd = 0.94$

4.2.7. Factor para ancho carril y distancias a obstáculos laterales

En la Tabla 19, ubicaremos el factor de ancho de carril y lo realizaremos con ayuda de la Tabla 2 teniendo en consideración el ancho de carril 3.05 m y ancho de hombro o berma 0 m.

Tabla 19

“fw factor para anchos de carril y hombros”

Niv. Serv.	Fw
A	0.58
B	0.58
C	0.58
D	0.58
E	0.75

Fuente: Highway Capacity Manual TRB 2000.

4.2.8. Factor de vehículo pesado

Sabiendo que el porcentaje de camiones es igual al 0.74%, el porcentaje de Buses es igual al 9.16% y el porcentaje de Vehículos recreativos es igual al 2.90%.

La Tabla 20, está en función de los automóviles equivalentes por Camión y Autobuses en función del tipo de Terreno, según indica la Tabla 1 y los valores que se utilizarán para nuestro estudio serán:

Tabla 20

“Factores de equivalencia de automóviles”

Tipo de Vehículo	Nivel Servicio	Terreno Plano
Camiones, Et	A	2.0
	B-C	2.2
	D-E	2.0
Buses, Eb	A	1.8
	B-C	2.0
	D-E	1.6
Vehículos Recreativos, ER	A	2.2
	B-C	2.5
	D-E	1.6

Fuente: Highway Capacity Manual TRB 2000.

El factor de vehículos pesados se expresa con la siguiente ecuación:

$$f_{hv} = 1/[1 + PT (ET-1) + PB (EB-1) + PR (ER-1)]$$

Introduciendo todos los datos y aplicando la formula se obtiene los factores de vehículos pesados para cada nivel:

$$F_{hv} (\text{Nivel A}) = 0.896475060$$

$$F_{hv} (\text{Nivel B}) = 0.874141156$$

$$F_{hv} (\text{Nivel C}) = 0.874141156$$

$$F_{hv} (\text{Nivel D}) = 0.926131733$$

$$F_{hv} (\text{Nivel E}) = 0.926131733$$

4.2.9. Cálculo del Servicio de la intersección de la Av. Ferrocarril y la Av. San Carlos.

Antes de iniciar con los cálculos para hallar el servicio de la intersección, hallaremos el cálculo de vehículo equivalente a través de la expresión:

$$VE = VThp/Fhp$$

$$VE = 1839 \text{ (Veh/Hora)}$$

Finalmente, el volumen de servicio se calculará con la siguiente ecuación:

$$Sfi = 2800x (v/c) x fd x fw x fhv$$

Introduciendo todos los datos anteriormente hallados y tabulados, se obtiene los factores para ingresar en la ecuación y poder hallar el nivel de servicio para cada nivel:

Nivel A (Veh/Hora) =	164
Nivel B (Veh/Hora) =	320
Nivel C (Veh/Hora) =	520
Nivel D (Veh/Hora) =	877
Nivel E (Veh/Hora) =	1828

El nivel que actualmente está operando la carretera estudiada, es el que refiere que se acerca más a los valores establecidos en los niveles antes descritos, el volumen equivalente encontrado en el paso anterior es de 1839 Veh/Hora

En nuestra intersección el nivel de servicio hallado sobrepasa la cantidad de vehículos en el Nivel E, entonces podemos decir que la intersección está operando en un **Nivel de Servicio F**.

Para poder evidenciar cuanto es la saturación de la vía estudiada, se determinó los niveles de servicio de las intersecciones ubicadas en el lugar de estudio de la Av. Ferrocarril, en las intersecciones de la Av. San Carlos y el Jr. Piura y se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla 21

“Niveles de Servicio según Intersección”

Intersecciones	Nivel de servicio
Av. Ferrocarril - Av. San Carlos	F
Av. Ferrocarril - Jr. Piura	F

4.3. Prueba de Hipótesis

4.3.1. Prueba de hipótesis general.

VELOCIDAD DE OPERACIÓN DE UN VEHICULO CON CONDUCTOR / VEHICULO AUTONOMO

N°	Velocidad (C) (Km/h)	Velocidad (V.A.) (Km/h)
1	37.67	50
2	36.42	60
3	36.92	55
4	36.83	55
5	35.08	50
6	37.33	60
7	35.83	50
8	38.08	50
9	38.50	55
10	36.00	40
11	36.58	40
12	37.33	40

NOTA: Sobre el apoyo de los vehículos autónomos podemos comparar la velocidad de operación de la vía estudiada y las velocidades de los vehículos autónomos según especificaciones técnicas.

- **Planteamiento de hipótesis General**

Hipótesis nula

Ho: Los vehículos autónomos no afectan favorablemente la velocidad de operación de los vehículos en el flujo de tráfico vehicular en las vías urbanas de la ciudad de Huancayo.

Hipótesis alternativa

Ha: Los vehículos autónomos afectan favorablemente la velocidad de operación de los vehículos en el flujo de tráfico vehicular en las vías urbanas de la ciudad de Huancayo.

	Velocidad (C) (Km/h)	Velocidad (V.A.) (Km/h)	Diferencia
1	37.67	50	-12.33
2	36.42	60	-23.58
3	36.92	55	-18.08
4	36.83	55	-18.17
5	35.08	50	-14.92
6	37.33	60	-22.67
7	35.83	50	-14.17
8	38.08	50	-11.92
9	38.50	55	-16.50
10	36.00	40	-4.00
11	36.58	40	-3.42
12	37.33	40	-2.67

Primero se realizó la prueba de normalidad, de donde se obtuvo:

Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
DIFERENCIA	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA	,161	12	,200*	,920	12	,289

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como los datos son menores que 35, es preferible usar la prueba de Shapiro-Wilk y se observa que $p > 0.05$ por tal motivo se recomienda usar una prueba paramétrica.

- **Prueba T**

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	VELOCIDAD CONDUCTOR	36,8808	12	,97776	,28225
	VELOCIDAD AUTO AUTONOMO	50,4167	12	7,21688	2,08333

. Prueba de muestras emparejadas

	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Par 1 VELOCIDAD CONDUCTOR – VELOCIDAD AUTO AUTONOMO	-13,53583	7,08995	2,04669	-18,04057	-9,03109	-6,614	11	,000

- **Conclusión Estadística**

La significancia en la prueba T es menor a 0.05; se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa: Los vehículos autónomos afectan favorablemente la velocidad de operación de los vehículos en el flujo de tráfico vehicular en las vías urbanas de la ciudad de Huancayo y es altamente significativa ya que $p < 0.01$.

4.3.2. Prueba de hipótesis específicas.

4.3.2.1. Prueba de la primera hipótesis específica.

VELOCIDAD EN RETROCESO Y EL REGISTRO Y RECOLECCION DE DATOS

N°	Velocidad (C) (Km/h)	Velocidad (V.A.) (Km/h)
1	3.37	2.63
2	3.27	2.63
3	3.07	2.63
4	3.30	2.63
5	2.99	2.63
6	3.84	2.63
7	3.55	2.63
8	2.74	2.63
9	3.14	2.63
10	3.57	2.63
11	2.96	2.63
12	3.83	2.63

NOTA: En el flujo continuo según teoría nos dice que es el que se causa por causas inherentes al tráfico, en este caso si ocurre algún accidente y se ven forzados a detenerse la velocidad del conductor se observa la conducción en retroceso para liberar el tráfico, y el del vehículo autónomo tomamos en referencia la velocidad para registrar suficientes datos para poder moverse y liberar el tráfico.

- **Planteamiento de hipótesis General**

Ho: Los vehículos autónomos no afectan favorablemente la velocidad en retroceso y el registro y recolección de datos en el flujo continuo vehicular de las vías urbanas de la ciudad de Huancayo.

Ha: Los vehículos autónomos afectan favorablemente la velocidad en retroceso y el registro y recolección de datos en el flujo continuo vehicular de las vías urbanas de la ciudad de Huancayo.

N°	Velocidad (C) (Km/h)	velocidad (V.A)(km/h)	Diferencia
1	3.37	2.63	0.74
2	3.27	2.63	0.64
3	3.07	2.63	0.44
4	3.30	2.63	0.67
5	2.99	2.63	0.36
6	3.84	2.63	1.21
7	3.55	2.63	0.92
8	2.74	2.63	0.11
9	3.14	2.63	0.51
10	3.57	2.63	0.94
11	2.96	2.63	0.33
12	3.83	2.63	1.20

Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
DIFERENCIA	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA	,103	12	,200*	,962	12	,817

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Como los datos son menores que 35, es preferible usar la prueba de Shapiro-Wilk y se observa que $p > 0.05$ por tal motivo se recomienda usar una prueba paramétrica.

- **Prueba T**

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	VELOCIDAD CON CONDUCTOR	3,3025	12	,34607	,09990
	VELOCIDAD CON VEHICULO AUTÓNOMO	2,6300	12	,00000	,00000

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	VELOCIDAD CON CONDUCTOR – VELOCIDAD CON VEHICULO AUTÓNOMO	,67250	,34607	,09990	,45262	,89238	6,732	11	,000

- **Conclusión Estadística**

La significancia en la prueba T es menor a 0.05; se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa: Los vehículos autónomos afectan favorablemente la velocidad en retroceso y el registro de recolección de datos en el flujo continuo vehicular de las vías urbanas de la ciudad de Huancayo y es altamente significativa ya que $p < 0.01$.

4.3.2.2. Prueba de la segunda hipótesis específica.

ERROR DEL CÁLCULO HUMANO EN HUANCAYO/ PRECISIÓN DE LOS SENSORES LIDAR

N°	Precisión de los conductores (m)	Precisión V.A.(m)
1	0.09	0.05
2	0.12	0.05
3	0.12	0.05
4	0.16	0.05
5	0.11	0.05
6	0.17	0.05
7	0.13	0.05
8	0.15	0.05
9	0.23	0.05
10	0.12	0.05
11	0.22	0.05
12	0.20	0.05

NOTA: En el flujo discontinuo según teoría nos dice que es el que ocurre constantemente por las señales de control de tránsito, aquí evaluamos la precisión en la conducción en espacios reducidos, de la precisión de los conductores de la ciudad de Huancayo con los sensores LIDAR de los vehículos autónomos.

- **Planteamiento de hipótesis General**

Ho: Los vehículos autónomos no afectan favorablemente en la reducción del error del cálculo en el flujo discontinuo vehicular de las vías urbanas de la ciudad de Huancayo.

Ha: Los vehículos autónomos afectan favorablemente en la reducción del error del cálculo en el flujo discontinuo vehicular de las vías urbanas de la ciudad de Huancayo.

	Precisión de los conductores (m)	Precisión V.A. (m)	Diferencia
1	0.09	0.05	0.04
2	0.12	0.05	0.07
3	0.12	0.05	0.07
4	0.16	0.05	0.11
5	0.11	0.05	0.06
6	0.17	0.05	0.12
7	0.13	0.05	0.08
8	0.15	0.05	0.10
9	0.23	0.05	0.18
10	0.12	0.05	0.07
11	0.22	0.05	0.17
12	0.20	0.05	0.15

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
DIFERENCIA	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DIFERENCIA	,184	12	,200*	,922	12	,302

Como los datos son menores que 35, es preferible usar la prueba de Shapiro-Wilk y se observa que $p > 0.05$ por tal motivo se recomienda usar una prueba paramétrica.

- **Prueba T**

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	PRECISIÓN DE LOS CONDUCTORES	,1517	12	,04529	,01308
	PRECISIÓN VEHÍCULOS AUTÓNOMOS	,0500	12	,00000	,00000

Prueba de muestras emparejadas

		Media	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)	
			Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	PRECISIÓN DE CONDUCTORES – PRECISIÓN VEHÍCULOS AUTÓNOMOS	,10167	,04529	,01308	,07289	,13044	7,776	11	,000

- **Conclusión Estadística**

La significancia en la prueba T es menor a 0.05; se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa: Los vehículos autónomos afectan favorablemente en la reducción del error del cálculo en el flujo discontinuo vehicular de las vías urbanas de la ciudad de Huancayo y es altamente significativa ya que $p < 0.01$.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

2.1. Vehículos Autónomos en el flujo de tráfico vehicular

Según nuestros resultados los vehículos autónomos afectaran favorablemente la velocidad de operación de los vehículos en el flujo de tráfico vehicular en las vías urbanas de la ciudad de Huancayo. Se afirma que sí, porque los vehículos autónomos trabajan de manera coordinada mediante movimientos fluidos evitando generar atascos vehiculares, se desplazan a una mayor velocidad de operación y por su programación solo se detendrán en lugares establecidos, respetando la velocidad permitida según vía donde se esté desplazando, además de manejar de manera coordinada, mediante esto prevendremos que no se realice ninguna parada intempestiva que pueda ocasionar alguna colisión.

Estos resultados guardan relación con la conclusión de Tejada, (2018), “Soluciones para mejorar el Flujo Vehicular en una ciudad inteligente: Modelo de Flujo, Métrica de Sinuosidad y Plataforma de Ruteo Vehicular”, en la Universidad de Chile, Santiago de Chile. “Inicialmente el trabajo se direcciono a la dinámica de movimiento, de cómo se realiza el desplazamiento de un vehículo y poder observar el congestionamiento que se crea en un flujo de tráfico vehicular, también se analizó como afectan las aceleraciones autorregresivas y poder ver la seguridad que nos ofrece, al presentarse alguna situación peligrosa y que este pueda prever un choque.”

Se puede observar que, el movimiento de los vehículos autónomos se realizan mediante mecanismos, sensores y programas que hacen que los vehículos se puedan desplazar a una velocidad apropiada, previniendo que no se produzca choques o paradas abruptas, conocidos como mecanismos anticollisiones, si bien Tejada hace referencia a las aceleración autorregresiva, mediante la información recolectada se puede cotejar que de una manera similar que los mecanismos anticollisiones tienen el mismo objetivo, si bien no se utilizan los mismos componentes, pero la meta es la misma que un vehículo autónomo se desplaza a una velocidad de acuerdo a la carretera donde se esté desplazando de manera cooperativa, además de evitar alguna colisión.

2.2. Vehículos Autónomos en el flujo continuo vehicular

Respecto a que los vehículos autónomos afectan favorablemente en la velocidad de retroceso y registro de recolección de datos en el flujo continuo vehicular de las vías urbanas de la ciudad de Huancayo, de los resultados obtenidos podemos mencionar que brindan mayor confianza a la hora de retroceder, se incrementan la seguridad en el desplazamiento de retroceso en base a la recolección de datos obtenidos de los GPS en tiempo real, cámaras alta precisión y sensores LIDAR que le permiten ubicar los objetos que le rodean, mediante esto puedan regular y estabilizar la velocidad de desplazamiento en retroceso evitando choques y paradas abruptas .

Estos resultados guardan relación con la conclusión de Galarza, (2018), “Sistema de detección de peatones para vehículos autónomos”, en la Universidad Carlos III de Madrid, España. “Se denota que los resultados obtenidos no se pretenden que sea algo definitivo, sino que sirva de parte de un conjunto de más sensores y programas que puedan dar un veredicto más preciso. Inicialmente se utiliza una cámara

para poder obtener datos, pero el uso de 2 cámaras en paralelo puede para afianzar los resultados obtenidos, pero aparte de toda la información recolectada se necesita poder interpretarla, se buscaba identificar peatones y se logró el objetivo trasado”

Podemos contemplar que Galarza, al igual de la información que se recolecto utiliza sensores y cámaras para poder recopilar información, para que coordinen los movimientos de los vehículos autónomos que realizara, una vez procesada toda la información el vehículo retrocederá con total seguridad ya que este desplazamiento los realizara con mucha mayor precisión, de la que lo realizaría un conductor de un vehículo tradicional, y así aliviando mucho más rápido el tráfico generado.

2.3. Vehículos Autónomos en el flujo discontinuo vehicular

Finalmente mencionaremos en cuanto respecto a que los vehículos autónomos afectaran favorablemente en la reducción del error de cálculo en el flujo discontinuo vehicular de las vías urbanas de la ciudad de Huancayo, podemos decir que sí, porque los vehículos autónomos no van a tener el problema del espacio físico reducidos, por la gran cantidad de sensores que estos poseen, que le permite mayor fluides a la hora de desplazarse en lugares de difícil acceso, el seguimiento de vehículos apoyados en la utilización de Antenas GNSS, Radares además de sensores ópticos de alta precisión conocidos como sensores LIDAR que le permiten saber a detalle de los objetos que le rodean. Con esto se puede afirmar que, no invadirán carriles, además que no chocarán con otros vehículos o atropellar a alguna persona que se esté desplazando cerca del vehículo autónomo.

Estos resultados si guardan relación con los resultados de Vargas, (2021) “Diseño conceptual de un vehículo autónomo para el traslado de una máquina de soldadura orbital”, la cual fue sustentada en la Pontificia Universidad Católica del Perú,

en la ciudad de Lima, Perú. “Lo primordial que necesita el vehículo autónomo para poder desplazarse es la recopilación de toda información visual, a la vez acompañado de la facultad de reconocimiento de los obstáculos que tenga a su alrededor para que no ocurra alguna colisión, para prevenir que ocurra un fallo inesperado el vehículo deberá de poseer un sistema que se pueda manipularse vía remota que se pueda utilizar manualmente.”

Podemos concluir que la utilización de Sensores LIDAR cuentan con una alta precisión de detección de objetos, además que se apoyan en radares y antenas que dan una ubicación precisa del vehículo y los obstáculos a su alrededor. Una vez mapeado todos los objetos, basados en los programas evaluarán si es factible desplazarse por el espacio reducido, una vez realizado el cálculo este se desplazará con total libertad en espacios reducidos, cosa que personas por falta de experiencia evitarían ingresar a espacios reducidos por miedo a chocar con otro vehículo colindante.

CONCLUSIONES

1. En esta tesis se determinó, que las intersecciones estudiadas se encuentran saturadas en sus aproximaciones, operando en un Nivel de Servicio “F”, llegando a desplazarse a una velocidad mínima de 9.72 km/h en hora pico, mediante el uso de los vehículos autónomos estos afectaran favorablemente en la velocidad de operación de los vehículos en el flujo de tráfico vehicular, ya que gracias a su programación, y la cooperación de los vehículos autónomos, estos actuaran de manera coordinada con los vehículos de su alrededor y así se evitaran de generar congestión vehicular.
2. De los resultados obtenidos, con el uso de los vehículos autónomos, estos brindarían mayor confianza al desplazarse en retroceso en base al registro y recolección de datos en el flujo continuo vehicular, el vehículo autónomo mediante los diferentes sensores que posee, realiza el escaneo de los objetos fijos y móviles, para que al momento de retroceder, esta se realicen sean total seguridad y fluides, además de poseer GPS que trabaja a todo momento brindando información en tiempo real sobre los objetos que los rodean, para saber cuan cerca se encuentran y poder desplazarse en el área libre que posee, de esta manera no se pone a ningún vehículo en peligro de ser colisionado.
3. Del análisis los datos y recolección de información, demostramos que los vehículos autónomos afectaran favorablemente en la reducción del error del cálculo en el flujo discontinuo vehicular, porque si ocurre alguna interrupción vehicular a causa de alguna señal reguladora de tránsito y se llegan a generar espacios reducidos, los vehículos autónomos no tendrían ningún problema en desplazarse, ya que mediante los diferentes sensores de alta precisión que poseen, estos analizaran toda la información existente mediante los programas que poseen y realizaran la ejecución

de maniobras para desplazarse con total fluides en los espacios reducidos garantizando que no ocurra alguna colisión con otro automóvil y así poder liberar los atascos vehiculares.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda apoyarse en este trabajo de investigación, para poder realizar trabajos futuros sobre la determinación de los cálculos de los factores para poder obtener los niveles de servicios en el que operan las intersecciones estudiadas, en la ciudad de Huancayo.
2. Recomendamos realizar estudios similares para cotejar los resultados obtenidos en esta investigación e investigar sobre las nuevas tecnologías que día a día se incorporan a nuestro parque automotor, dejar de pensar que la tecnología solo se dirige en computadoras o celulares, y tener una nueva vista de que los vehículos ahora se podrían considerar como computadoras móviles que pueden controlar un vehículo y llegar a ser más confiable viajar con un vehículo autónomo que con un conductor de un vehículo tradicional.
3. Finalmente, recomendaríamos que debemos de emprender e innovar en el uso de nuevos vehículos modernos progresivamente, ya que en el tiempo se están automatizando y tienen un sofisticado sistema de navegación, que permiten ser más independientes y autónomos al momento de ser conducidos respecto al desplazamiento tradicional al que estamos acostumbrados a utilizar.

REFERENCIAS

- Alfaro Purisaca, P. A. (2020). *CONTROL DE ROBOTS MÓVILES AUTÓNOMOS EN FORMACIÓN USANDO EL ESQUEMA LÍDER-SEGUIDOR*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.
- Alvarado Castillo, D. A. (2018). *UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL*. Universidad Peruana de Ciencias aplicadas.
- Anitua Galdón, M. G. (2019). *LAS ESTRATEGIAS DE LAS EMPRESAS AUTOMOVILÍSTICAS CON EL COCHE AUTÓNOMO Y LOS NUEVOS JUGADORES*. Universidad Pontificia Comillas.
- Apaza Sinti, R. (2017). *“DETERMINACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS DE CARACTERIZACIÓN DE FLUJO VEHICULAR PARA EL CENTRO HISTORICO DE LA CIUDAD DE JULIACA.”*
- Arbaiza, L. (2017). *Cómo elaborar una tesis de grado*. Lima: Esan.
- Arce Cigueñas, D. M. (2017). *SISTEMA AUTÓNOMO DE CONTROL DE TRÁFICO VEHICULAR PARA INTERSECCIONES DE AVENIDAS*.
- Arguedas Bernal, C. A. (2018). *PROPUESTA DE SOLUCIÓN INTEGRAL EN LA AV. DEL AIRE ENTRE LAS AVENIDAS AVIACIÓN, SAN LUIS Y ROSA TORO, MEDIANTE UN ANÁLISIS DE LA CONGESTIÓN VEHICULAR APLICANDO LA METODOLOGÍA HCM 2010* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://doi.org/10.19083/tesis/624071>
- Assina Flores, W. F., & Masías Saldarriaga, J. D. (2020). *PROPUESTA DE UN MODELO CON VELOCIDAD VARIABLE COMO MEJORA DE LA CONGESTION VEHICULAR EN LA VIA EXPRESA JAVIER PRADO, ENTREEL OVALO MANITOR HUASCAR Y PASEO DE LA REPUBLICA* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/650404>
- Avilés García, C. (2017). *MICROANÁLISIS DE LOS DESPLAZAMIENTOS PEATONALES Y VEHICULARES EN LAS AFUERAS DEL HOSPITAL DEL NIÑO*.

- Bernuy Bahamóndez, F. J. (2017). *MODELAMIENTO SEMÁNTICO DEL ENTORNO PARA LA CONDUCCIÓN AUTÓNOMA DE UN VEHÍCULO TERRESTRE*. Universidad de Chile.
- Cajal, A. (2019). Investigación de Campo. *Lifeder*, 1-13.
- Cedeño Macías, C. E., & Quiroz Vera, M. A. (2015). *CONTROL DE ACCESO POR MEDIO DE CÁMARAS Y SENSORES EN LA EMPRESA MELPROYECTDELA CIUDAD PORTOVIEJO*. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
- Cereceda Bautista, C. J., & Román Chávez, J. A. O. (2018). *Rediseño geométrico aplicando la canalización de las intersecciones de la Av. Universitaria con la Av. Los Alisos y de la Av. Universitaria con la Av. Naranjal para reducir la congestión vehicular* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://doi.org/10.19083/tesis/624787>
- Cetelem. (2016). *El coche autónomo*. www.elobservatoriocetelem.es
- Diario Correo. (2017, January 9). *Más de 61 mil vehículos circulan por las vías de Huancayo, generando congestión | EDICION | CORREO*. <https://diariocorreo.pe/edicion/huancayo/mas-de-61-mil-vehiculos-circulan-por-las-vias-de-huancayo-generando-congestion-722822/>
- Fresno, C. (2019). *Metodología de la investigación: así de fácil*. Córdoba: El Cid Editor.
- Galarza Sánchez, F. J. (2018). *SISTEMA DE DETECCIÓN DE PEATONES PARA VEHÍCULOS AUTÓNOMOS*. Universidad Carlos III.
- Heinemann, K. (2017). *Introducción a la metodología de la investigación empírica en las ciencias del deporte*. Schorndorf: Editorial Paidotribo.
- Hernández, R., & Mendoza, C. P. (2019). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativas, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill.
- Hernández de Santamaría, G. R. (2020). *Impacto de la automatización de los vehículos en la movilidad por carretera*. Universidad Pontificia Comillas.

- Hyldmar, N., He, Y., & Prorok, A. (2019). *A Fleet of Miniature Cars for Experiments in Cooperative Driving*. <http://arxiv.org/abs/1902.06133>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2022). *Perú: Índice Nacional del Flujo Vehicular, 2020-2022*.
- Leclair, R. (2004). *NORMAS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LAS CARRETERAS REGIONALES*.
- López Merino, I. (2006). *Detección de obstáculos fijos y móviles, mediante un Sensor Laser, para verificar la viabilidad de la trayectoria planeada por un VA*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Monterrey.
- Navya. (2019). *NAVYA SAFETY REPORT*. WWW.NAVYA.TECH
- Ñaupas, H., Valdivia, M. R., Palacios, J. J., & Romero, H. E. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis (5a ed.)*. Ediciones de la U.
- Palma Álvarez, R. I. (2006). *Aplicación del manual de capacidad de carreteras (HCM) versión 2,000, para la evaluación del nivel de servicio de carreteras de dos carriles*.
- Pérez Nasser, J. (2019). *ANÁLISIS DE TRÁFICO VEHICULAR MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL*. Universidad Técnica de Ambato.
- Pulido, M. (2016). Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. *Opción*, 31(1), 1137-1156.
- Reyes, ., & Carmona, F. (2020). La investigación documental para la comprensión ontológica del objeto de estudio. *Universidad Simón Bolívar*, 1-4.
- Rodríguez Hernández de Santamaría, G. (2020). *Impacto de la automatización de los vehículos en la movilidad por carretera*. Comillas Universidad Pontificia.
- Sánchez, F. A. (2019). Fundamentos Epistémicos de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa: Consensos y Disensos. *RIDU*, 13(1), 102-122.

Sánchez, H., & Reyes, C. (2016). Metodología y diseños en la investigación científica (Quinta ed.).

Lima: Visión Universitaria.

Sánchez, H., Reyes, C., & Mejía, K. (2018). Manual de términos en investigación científica,

tecnológica y humanística. Lima: Universidad Ricardo Palma.

Tacillo, E. F. (2016). Metodología de la Investigación. Lima: Universidad Jaime Bausate y Meza.

Tejada Estay, F. adres. (2018). *SOLUCIONES PARA MEJORAR EL FLUJO VEHICULAR EN UNA*

CIUDADINTELIGENTE: MODELO DE FLUJO, MÉTRICA DE SINUOSIDAD Y PLATAFORMA DE

RUTEO VEHICULAR. Universidad de Chile.

Tom Tom Traffic Index. (2022). *TomTom Traffic Index: estadísticas de congestión en vivo y datos*

históricos. <https://www.tomtom.com/traffic-index/>

Torrejón Pinedo, R. (2019). *SOLUCION INTEGRAL DEL FLUJO VEHICULAR ENTRE LAS CUADRAS 1-8 DEL*

JR. ORELLANA - TARAPOTO - SAN MARTIN, 2018. Universidad Cesar Vallejo.

Uresti Morales, D. (2019). *CONTROL DE VEHICULOS AUTONOMOS EN TAREAS COORDINADAS*.

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL.

Valderrama, S. (2015). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Cuantitativa,

cualitativa y mixta. Lima, Perú: San Marcos.

VALENZUELA IBAÑEZ, N. J. (2020). *DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE TOMA DE DATOS DE*

FLUJO VEHICULAR PARA UNA CONSULTORA. UNIVERSIDAD DE CHILE.

Vargas Núñez, J. D. (2021). *DISEÑO CONCEPTUAL DE UN VEHICULO AUTONOMO PARA EL TRASLADO*

DE UNA MAQUINA DE SOLDADURA ORBITAL.

Vega Cuevas, Z. Y. (2018). *“Análisis de la Capacidad y Niveles de Servicio de las vías de ingreso a la*

ciudad de Cajamarca pertenecientes a la Red Vial Nacional.”

Vertiz Zavaleta, J. C., & Ramon Avalos, V. E. (2020). *Propuesta de mejora de niveles de servicio en la intersección vial entre la carretera Panamericana Sur km 37.5 y el puente Arica en la ciudad de Lima.*

ANEXOS

- Matriz de consistencia.
- Tabla de operacionalización de variables.
- Simulación de la situación actual con el programa Synchro 8.0
- Fotografías y cortes de sección de vía
- Validación de Conteo vehicular.
- Vehículos autónomos testeados.
- Especificaciones técnicas de Vehículos autónomos.
- Tablas de la recolección de datos sobre los vehículos tradicionales de la vía estudiada.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

VEHÍCULOS AUTÓNOMOS EN EL FLUJO DE TRÁFICO VEHICULAR EN LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>Problema General</p> <p>¿Cuál es el efecto de los vehículos autónomos en el flujo de tráfico vehicular en las vías urbanas de la ciudad de Huancayo?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Conocer el efecto de los vehículos autónomos en el flujo de tráfico vehicular en las vías urbanas de la ciudad de Huancayo.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Los vehículos autónomos afectan favorablemente en el flujo de tráfico vehicular en las vías urbanas de la ciudad de Huancayo.</p>	<p>Variable 1:</p> <p>Vehículos autónomos</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Destino - Navegar 	<p>Método General: Científico</p> <p>Método Específico: Hipotético deductivo (Análisis de datos)</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Explicativo</p> <p>Diseño: Descriptivo comparativo, no Experimental, transversal.</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>a. ¿Cuál es el efecto de los vehículos autónomos en el flujo continuo vehicular de las vías urbanas de la ciudad de Huancayo?</p> <p>b. ¿Cuál es el efecto de los vehículos autónomos al flujo discontinuo vehicular de las vías urbanas de la ciudad de Huancayo?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>a. Conocer el efecto de los vehículos autónomos en el flujo continuo vehicular de las vías urbanas de la ciudad de Huancayo.</p> <p>b. Conocer el efecto de los vehículos autónomos al flujo discontinuo vehicular de las vías urbanas de la ciudad de Huancayo.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>a. Los vehículos autónomos afectan favorablemente en el flujo continuo vehicular de las vías principales del distrito de Huancayo.</p> <p>b. Los vehículos autónomos afectan favorablemente en el flujo discontinuo vehicular de las vías urbanas de la ciudad de Huancayo.</p>	<p>Variable 2:</p> <p>Flujo de tráfico vehicular</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flujo continuo - Flujo discontinuo 	<p>Población:</p> <p>La población fue las vías urbanas de la ciudad de Huancayo.</p> <p>Muestra:</p> <p>La muestra fue la Avenida Ferrocarril de la ciudad de Huancayo, el tramo comprendido entre la avenida San Carlos y el Jirón Piura.</p>

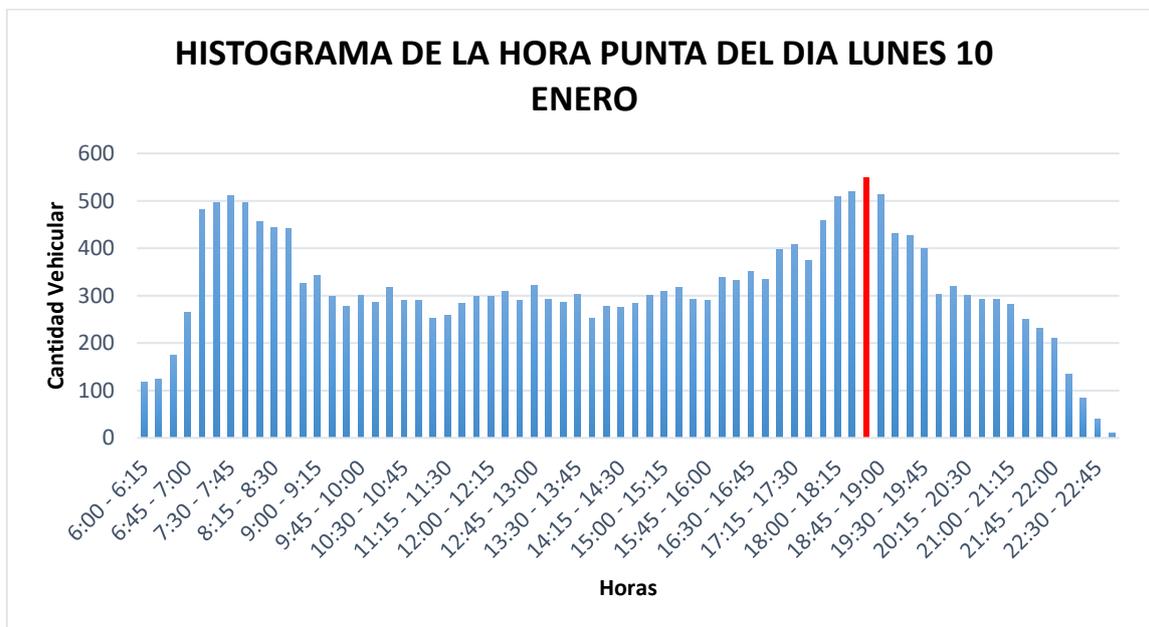
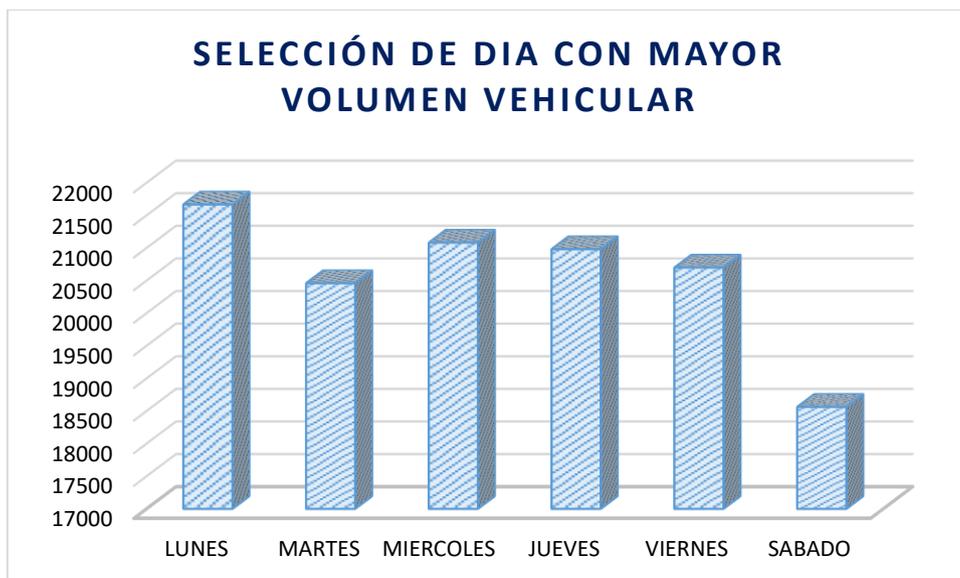
TABLA DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente Vehículos autónomos	Según (Bernuy, 2017), “Es un vehículo que está en contacto con el suelo y que se controla automáticamente”.	“El vehículo autónomo, es aquel capaz de percibir el medio que le rodea y navegar en consecuencia. El conductor podrá elegir el destino, pero no se le requiere para activar ninguna operación mecánica del vehículo.”	Destino	Lugar (Mapas) Seguridad (% Incidencias)
			Navegar	Símbolos (Unidad) Aplicaciones (Bytes)
Variable Dependiente Flujo de tráfico vehicular	Según (Arce, 2017), “Es la congestión de las vías de tránsito que da como resultado el un cuello de botella, afectando toda una avenida principal y también a las calles aledañas que convergen a las avenidas principales”.	Es aquel flujo que puede clasificarse en continuo y discontinuo.	Flujo continuo	Tráfico de carreteras (Veh/h) Destino específico (Mapas)
			Flujo discontinuo	Interrupciones frecuentes (Veh/h) Señales de transito (Unidad)

HISTOGRAMAS

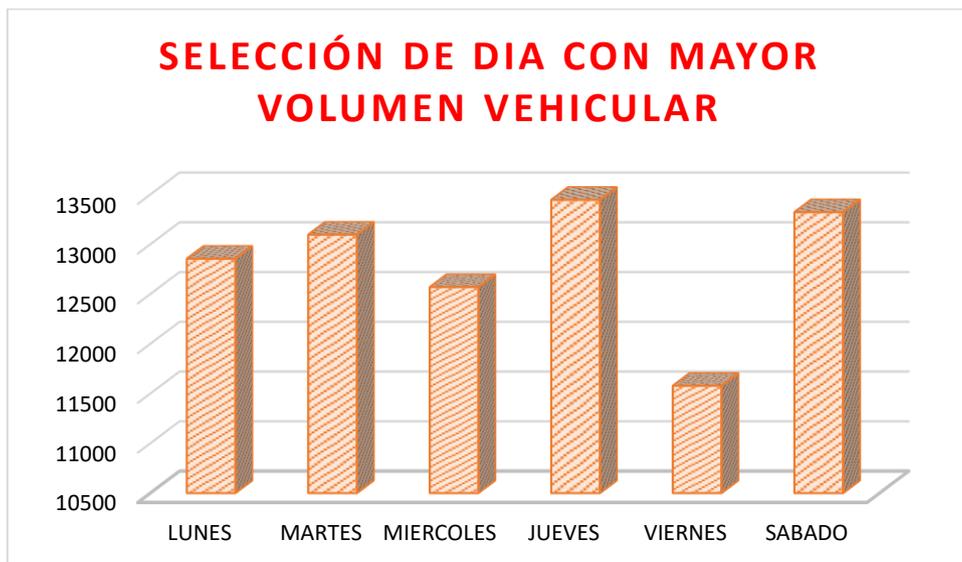
Intersección Av. Ferrocarril y Av. San Carlos

Se selecciono el día más representativo en que se obtuvo el mayor volumen vehicular en la semana, en este caso fue el día 10 de enero en la intersección de la Av. Ferrocarril y la Av. San Carlos de Norte a Sur



Intersección Av. Ferrocarril y Jr. Piura

Se selecciono el día más representativo en que se obtuvo el mayor volumen vehicular en la semana, en este caso fue el día Jueves 20 de enero en la intersección de la Av. Ferrocarril y el Jr. Piura de Norte a Sur.

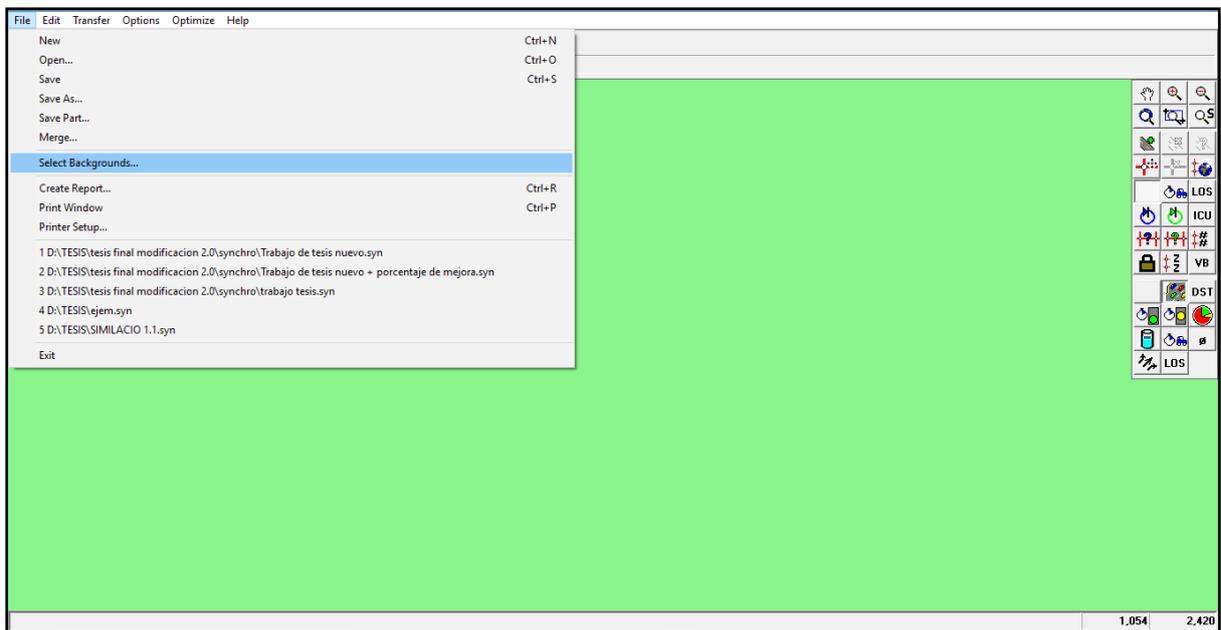


SIMULACION DE LA SITUACION ACTUAL CON EL PROGRAMA SYNCHRO 8.0

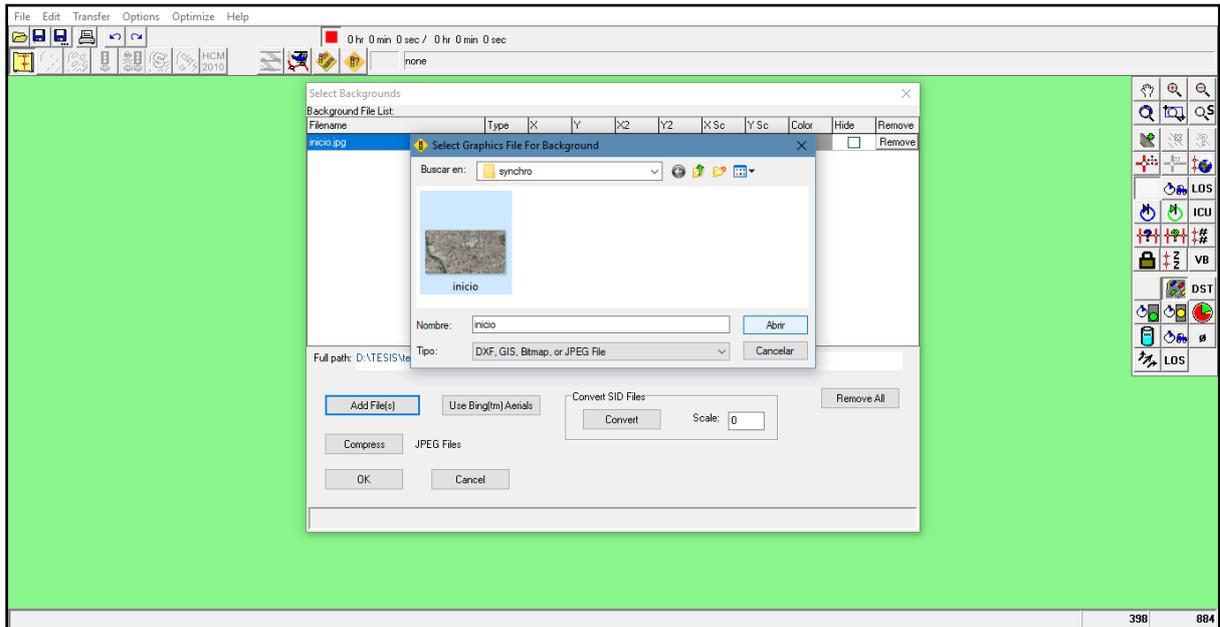
Modelamiento de la situación actual del lugar de estudio para poder cotejar los cálculos de Nivel de Servicio hallados anteriormente con ayuda del HCM 2000.



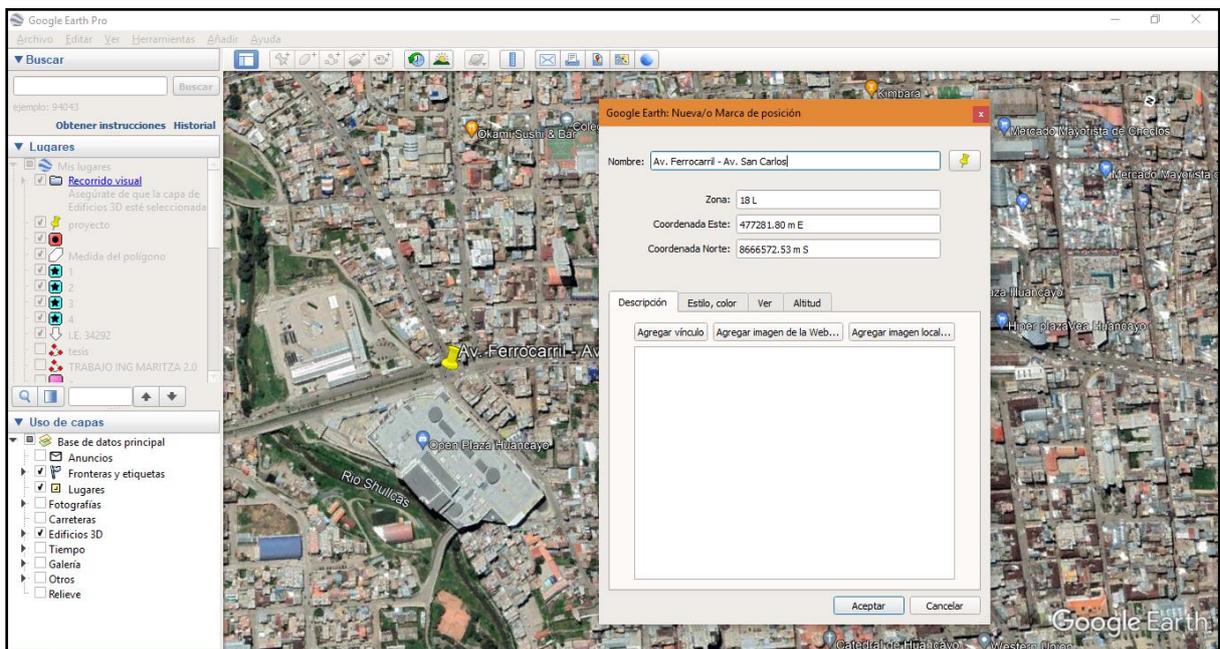
Seleccionamos el fondo según área a trabajar.



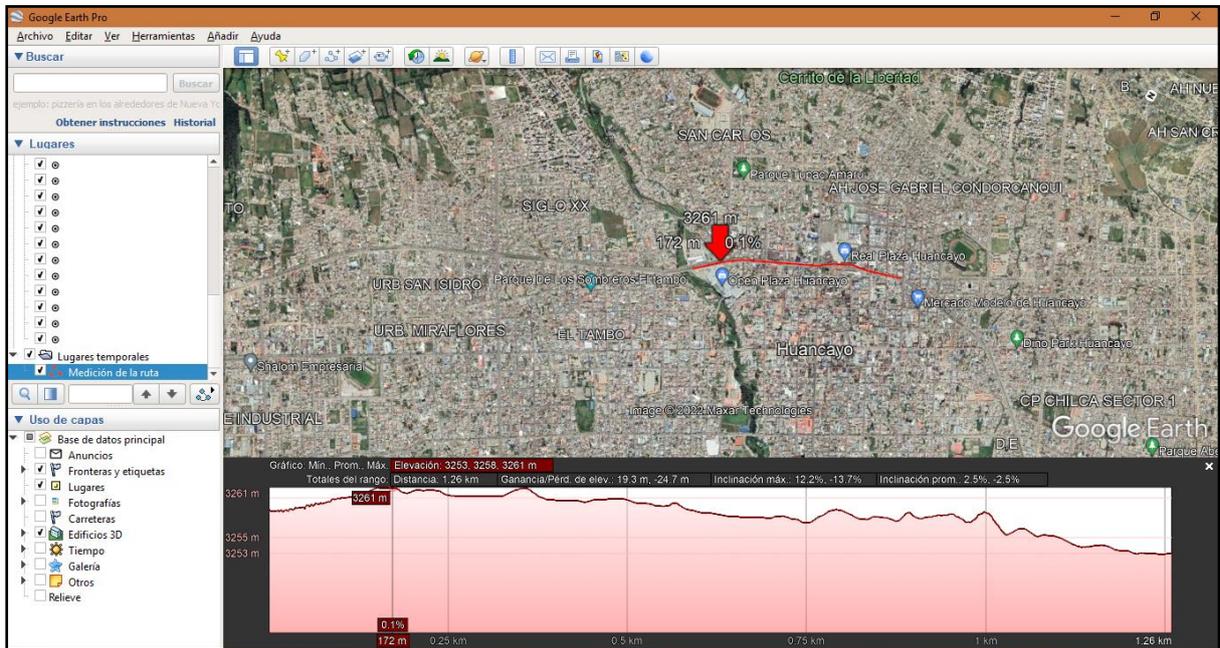
Seleccionamos el fondo, obtenida del Google Earth.



Obtenemos coordenadas UTM de la Av. Ferrocarril y la Av. San Carlos mediante Google Earth.



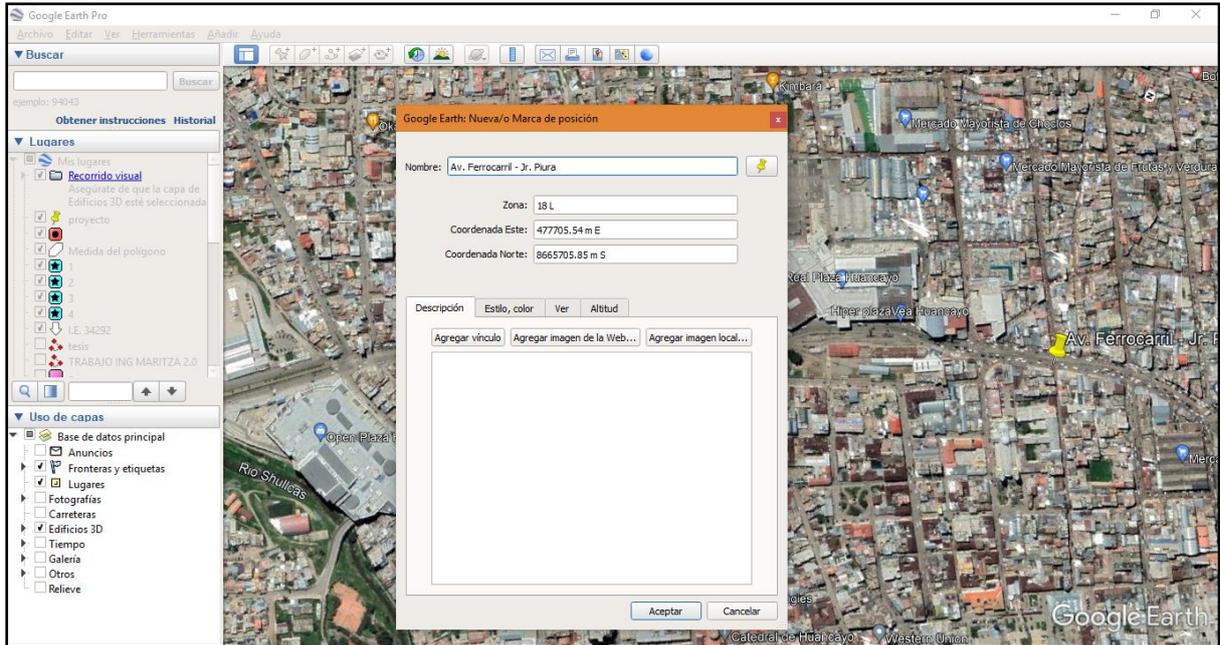
Obtenemos la elevación de la Av. Ferrocarril y la Av. San Carlos mediante Google Earth.



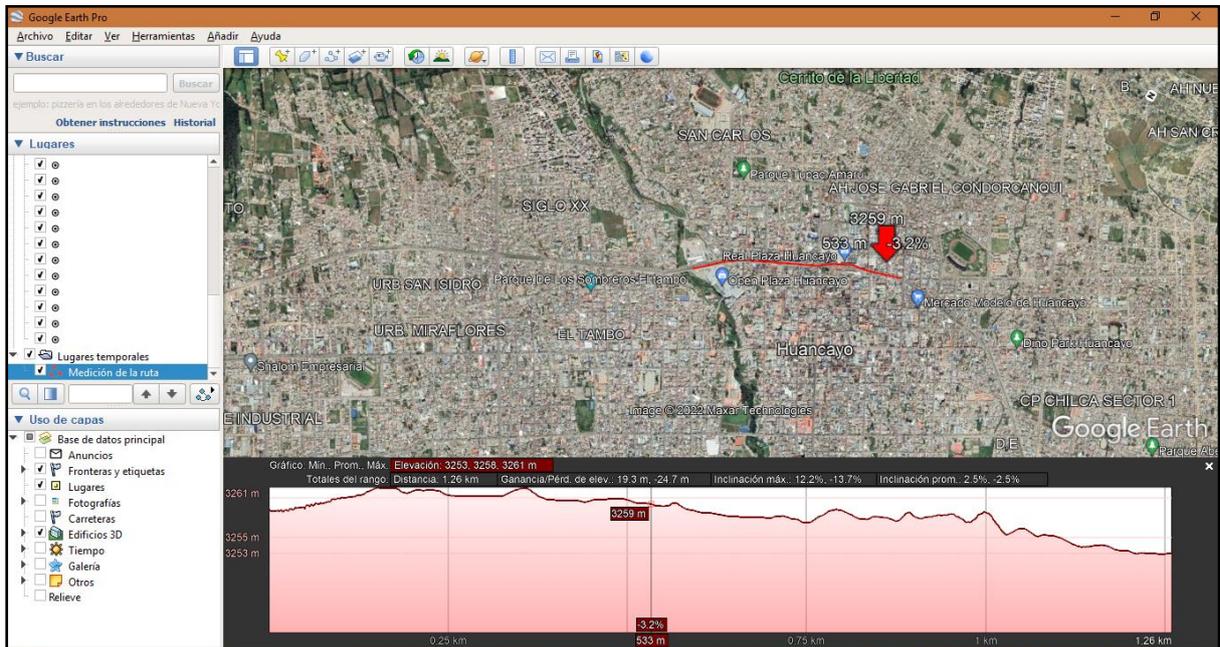
Realizamos la configuración de coordenadas y elevación del nodo Ubicado en la Av. Ferrocarril y la Av San Carlos.

NODE SETTINGS	
Node #	2
Zone:	
X East (m):	477281.8
Y North (m):	8666572.5
Z Elevation (m):	3261.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	3.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle 90th (s):	3.0
Actuated Cycle 70th (s):	3.0
Actuated Cycle 50th (s):	3.0
Actuated Cycle 30th (s):	3.0
Actuated Cycle 10th (s):	3.0
Natural Cycle(s):	40.0
Max v/c Ratio:	0.00
Intersection Delay (s):	0.0
Intersection LOS:	A
ICU:	0.00
ICU LOS:	A
Offset (s):	0.0

Obtenemos coordenadas UTM de la Av. Ferrocarril y el Jr. Piura mediante Google Earth.



Obtenemos la elevación de la Av. Ferrocarril y el Jr. Piura mediante Google Earth.



Realizamos la configuración de coordenadas y elevación del nodo Ubicado en la Av. Ferrocarril y el Jr. Piura.

NODE SETTINGS	
Node #	12
Zone:	
X East (m):	477705.5
Y North (m):	8665705.8
Z Elevation (m):	3259.0
Description	
Control Type	Pretimed
Cycle Length (s):	3.0
Lock Timings:	<input type="checkbox"/>
Optimize Cycle Length:	Optimize
Optimize Splits:	Optimize
Actuated Cycle 90th (s):	3.0
Actuated Cycle 70th (s):	3.0
Actuated Cycle 50th (s):	3.0
Actuated Cycle 30th (s):	3.0
Actuated Cycle 10th (s):	3.0
Natural Cycle(s):	40.0
Max v/c Ratio:	0.00
Intersection Delay (s):	0.0
Intersection LOS:	A
ICU:	0.00
ICU LOS:	A
Offset (s) :	0.0

Realizamos la configuración sobre el Volumen Vehicular de la intersección ubicada entre la Av. Ferrocarril y la Av. San Carlos obtenida del estudio de tráfico.

VOLUME SETTINGS	EBL			WBL			SBL2			NWL		
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	SBL2	SBL	SBR	NWL	NWR	NWR2
Lanes and Sharing (#RL)	↕↕↕			↕↕			↕↕			↕↕		
Traffic Volume (vph)	795	1069	225	73	900	34	0	155	123	0	0	0
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	0	0
Peak Hour Factor	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	2	6	0	8	8	3	0	3	2	0	0	0
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>											
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	0	—	—
Link OD Volumes	—	—	—	—	WB	—	—	—	—	—	—	—
Adjusted Flow (vph)	855	1149	242	78	968	37	0	167	132	0	0	0
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	2246	0	0	1083	0	0	167	132	0	0	0

Configuración de los Ajustes de Carril en la Intersección de la Av. Ferrocarril y la Av. San Carlos.

LANE SETTINGS	← EBL → EBT → EBR			← WBL → WBT → WBR			← SBL2 → SBL → SBR			← NWL → NWR → NWR2		
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	SBL2	SBL	SBR	NWL	NWR	NWR2
Traffic Volume (vph)	795	1069	225	73	900	34	0	155	123	0	0	0
Street Name	Av. Ferrocarril			Av. Ferrocarril			Av. San Carlos			Prol. San Carlos		
Link Distance (m)	267.1			238.7			216.2			236.1		
Links Speed (km/h)	35			34			36			35		
Set Arterial Name and Speed	EB			WB			SB			NW		
Travel Time (s)	27.5			25.3			21.6			24.3		
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.4	3.4	3.4	3.8	3.8	3.8	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Grade (%)	0			0			0			0		
Area Type CBD	<input type="checkbox"/>											
Storage Length (m)	0.0	—	0.0	0.0	—	0.0	—	0.0	0.0	0.0	0.0	—
Storage Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Right Turn Channelized	—	—	None									
Curb Radius (m)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Add Lanes (#)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Utilization Factor	0.91	0.91	0.91	0.95	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor	—	0.984	—	—	0.995	—	—	1.000	0.850	—	—	—
Left Turn Factor (prot)	—	0.981	—	—	0.996	—	—	0.950	1.000	—	—	—
Saturated Flow Rate (prot)	—	4715	—	—	3392	—	—	1752	1583	—	—	—
Left Turn Factor (perm)	—	0.744	—	—	0.556	—	—	0.950	1.000	—	—	—
Right Ped Bike Factor	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	1.000	—	—	—
Left Ped Factor	—	1.000	—	—	1.000	—	—	1.000	1.000	—	—	—
Saturated Flow Rate (perm)	—	3576	—	—	1893	—	—	1752	1583	—	—	—
Right Turn on Red?	—	—	<input checked="" type="checkbox"/>									
Saturated Flow Rate (RTOR)	—	62	—	—	10	—	—	0	42	—	—	—
Link Is Hidden	—	<input type="checkbox"/>	—									
Hide Name in Node Title	—	<input type="checkbox"/>	—									

Realizamos la configuración sobre el Volumen Vehicular de la intersección ubicada entre la Av. Ferrocarril y el Jr. Piura obtenida del estudio de tráfico.

VOLUME SETTINGS	← EBL → EBT → EBR			← WBL → WBT → WBR			← NBL → NBT → NBR			← SBL → SBT → SBR		
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Lanes and Sharing (#RL)	↑ ↑			↑ ↑			↑ ↑			↑ ↑		
Traffic Volume (vph)	0	844	74	58	704	0	0	0	0	9	12	83
Conflicting Peds. (#/hr)	0	—	0	0	—	0	0	—	0	0	—	0
Conflicting Bicycles (#/hr)	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0
Peak Hour Factor	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
Growth Factor	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Heavy Vehicles (%)	0	7	1	0	8	0	0	0	0	0	2	0
Bus Blockages (#/hr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Adj. Parking Lane?	<input type="checkbox"/>											
Parking Maneuvers (#/hr)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Traffic from mid-block (%)	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
Link OD Volumes	EB			—			—			—		
Adjusted Flow (vph)	0	870	76	60	726	0	0	0	0	9	12	86
Traffic in shared lane (%)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lane Group Flow (vph)	0	870	76	0	786	0	0	0	0	0	107	0

Configuración de los Ajustes de Carril en la Intersección de la Av. Ferrocarril y el Jr. Piura.

LANE SETTINGS												
	EBL	EBT	EBR	WBL	WBT	WBR	NBL	NBT	NBR	SBL	SBT	SBR
Traffic Volume (vph)	0	844	74	58	704	0	0	0	0	9	12	83
Street Name				Av. Ferrocarril			Jr. Piura			Jr. Piura		
Link Distance (m)	97.7			139.3			160.7			169.4		
Links Speed (km/h)	20			20			20			20		
Set Arterial Name and Speed	EB			WB			NB			SB		
Travel Time (s)	17.6			25.1			28.9			30.5		
Ideal Satd. Flow (vphpl)	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
Lane Width (m)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
Grade (%)	0			0			0			0		
Area Type CBD	<input type="checkbox"/>											
Storage Length (m)	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0.0
Storage Lanes (#)												
Right Turn Channelized			None			None			None			None
Curb Radius (m)												
Add Lanes (#)												
Lane Utilization Factor	1.00	1.00	1.00	0.95	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Right Turn Factor			0.850			1.000						0.891
Left Turn Factor (prot)			1.000			0.996						0.996
Saturated Flow Rate (prot)			1717			1546						1682
Left Turn Factor (perm)			1.000			0.589						0.996
Right Ped Bike Factor			1.000			1.000						1.000
Left Ped Factor			1.000			1.000						1.000
Saturated Flow Rate (perm)			1717			1546						1682
Right Turn on Red?			<input checked="" type="checkbox"/>									
Saturated Flow Rate (RTOR)			0			76						86
Link Is Hidden	<input type="checkbox"/>											
Hide Name in Node Title	<input type="checkbox"/>											

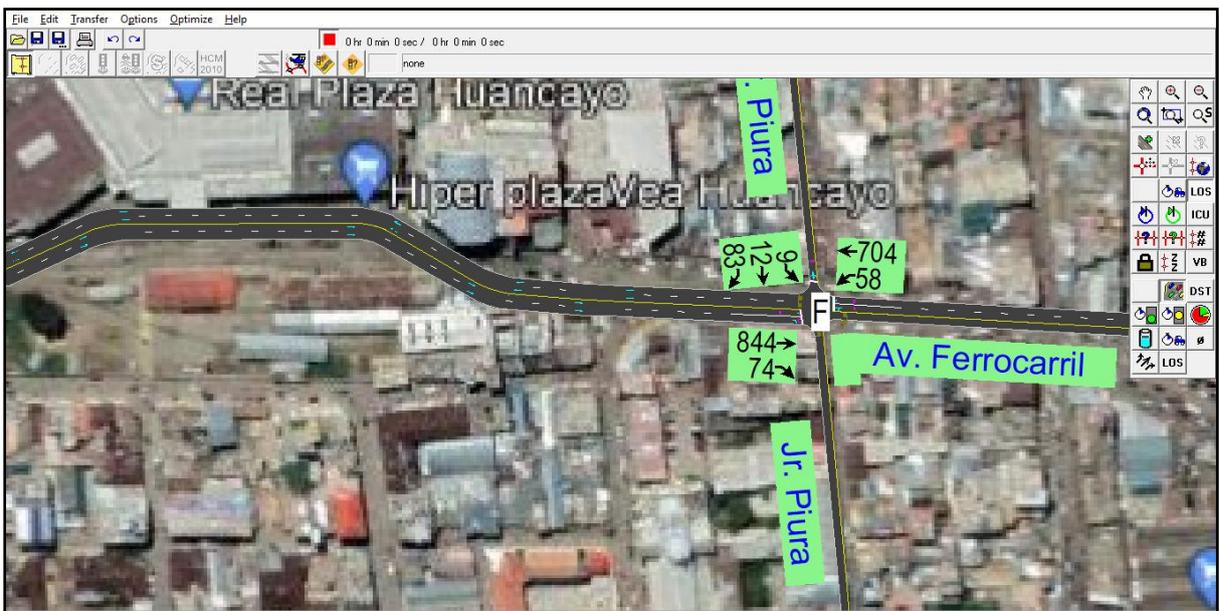
Proyección de la configuración de los carriles del área de trabajo.



Nivel de Servicio en el que está operando la Intersección de la Av. Ferrocarril y la Av. San Carlos, según parámetros del synchro 8.0 es igual a F.



Nivel de Servicio en el que está operando la Intersección de la Av. Ferrocarril y la Jr. Piura, según parámetros del synchro 8.0 es igual a F.



EXCEL PARA OBTENER LOS NIVELES DE SERVICIO SEGÚN INTERSECCION

Datos y características que se utilizaron para para obtener el NS de la Av. Ferrocarril con la Av. San Carlos.

Evacuación del Nivel de Servicio de la intersección de Av. Ferrocarril y la Av. San Carlos

Condiciones Iniciales de la intersección.

Características de la vía		Características del Tráfico	
Terreno	Plano	VThp =	3096
velocidad Proyecto (kmh)	33.8	Fph =	0.93
Ancho de Carriles (Pie)	11	Distribucion Direccional	70/30
Ancho de Hombros (Pie)	6	Tráfico:	
Restricciones de Rebase	0%	% Camiones	2.4
		% Buses	5.6
		% Veh. Recreativos	4.3

Esto consiste en encontrar los volúmenes de tráfico ideales para cada nivel de servicio Y luego compararlo con el volumen de la hora pico, volumen que debe ser expresado como equivalente (VE) a través de la expresión: $VE = VThp/Fph$

Por tanto $VE = \frac{3096}{0.93} = 3329$ Vehículos por Hora

$Sfi = 2800x (v/c) x fd x fhw x fhv$, donde
 Sfi = Volumen de servicio para el nivel de servicio seleccionado.
 2800 = Flujo de tránsito ideal en ambos sentidos, en vehículos por hora
 v/c = Relación Volumen/Capacidad del nivel de servicio.
 fd = Factor de distribución direccional del tránsito.
 fhw = Factor para anchos de carril y hombros.
 fhv = Factor de vehículos pesados.

Datos y características sobre Relación Volumen / Capacidad de NS para la intersección de la Av. San Carlos

v/c = Relación Volumen/Capacidad del nivel de servicio.

Este esta en funcion del la restricciones de rebase y del tipo de terreno.
 Para este caso las restricciones de rebase son: 0% Terreno: Plano
 Las restricciones de rebase se refiere a la capacidad que tiene un vehiculo para adelantar en determinada area o longitud de camino. (Cunetas, curvas, camino estrecho, construcciones)

En base a tabla 2.5, pag 2.18, con el tipo de terreno indicado sabemos que para los distintos niveles la relacion sera

Niv. Serv.	V/C
A	0.15
B	0.27
C	0.43
D	0.64
E	1

Nivel de Servicio (V/C) para carretera de dos carriles

Nivel de Servicio (V/C)	Terreno plano			Terreno Ondulado			Terreno Montañoso		
	Restricción de paso, %			Restricción de paso, %			Restricción de paso, %		
A	100	100	100	100	100	100	100	100	100
B	100	100	100	100	100	100	100	100	100
C	100	100	100	100	100	100	100	100	100
D	100	100	100	100	100	100	100	100	100
E	100	100	100	100	100	100	100	100	100

fd = Factor de distribución direccional del tránsito.

Depende de la distribución vehicular por sentido de flujo. Con ayuda de la tabla 2.6 y sabiendo Distribucion Direccional **70/30**

Según esta tabla el factor direccional sera: **0.89**

Distribución Direccional (%)	Factor
60/40	1.00
70/30	0.89
80/20	0.82
90/10	0.74
100/0	0.71

fhw = Factor para anchos de carril y hombros.

Datos y características sobre Factor para ancho de carril y hombros para la intersección de la Av. San Carlos

f_w = Factor para anchos de carril y hombros.

Para este se usa el ancho de carril y el de hombro pues en base a tabla 2.8 pag 2-20 para cada nivel de servicio.

De modo que

Ancho de carril en metros equivale a **3.35**

Ancho de Hombros en metros equivale **0**

Niv. Serv.	Fw
A	0.65
B	0.65
C	0.65
D	0.65
E	0.82

Factores de Ajuste por Efecto Combinado de Carriles Angostos y Hombros Restringidos, Carretera de dos Carriles

Hombro (m)	Carril de 3.65m		Carril de 3.35m		Carril de 3.05m		Carril de 2.75m	
	NS A-D	NS E						
1.8	1.00	1.00	0.93	0.94	0.83	0.87	0.70	0.76
1.2	0.92	0.97	0.85	0.92	0.77	0.85	0.65	0.74
0.6	0.81	0.83	0.75	0.80	0.68	0.81	0.57	0.70
0.0	0.73	0.88	0.65	0.82	0.53	0.75	0.40	0.68

f_{wv} = Factor de vehículos pesados.

Este esta expresado por:

$$f_{wv} = 1/[1 + PT (ET-1) + PB (EB-1) + PR (ER-1)]$$

Las equivalencias en automóviles para Camiones Pesados (ET), para autobuses (EB) y vehículos recreacionales (ER), afectadas por el alineamiento horizontal, son tomadas de las tablas del Manual de Capacidades. Los factores PT, PB y PR corresponden a la fracción decimal de la proporción de camiones, autobuses y vehículos recreacionales en el volumen de tránsito total.

Obtención del NS para la intersección de la Av. Ferrocarril con la Av. San Carlos

$f_{wv} = 1/[1 + PT (ET-1) + PB (EB-1) + PR (ER-1)]$

Debe introducirse los valores ET, EB y ER correspondiente

Por tanto el factor vehiculo pesado para cada nivel sera

F_{wv} (Nivel A) = **0.8925384**

F_{wv} (Nivel B) = **0.8700948**

F_{wv} (Nivel C) = **0.8700948**

F_{wv} (Nivel D) = **0.9230201**

F_{wv} (Nivel E) = **0.9230201**

Finalmente el Volumen de servicio para el nivel de servicio sera

$$S_f = 2800x (v/c) x f_d x f_w x f_{wv}, \text{ donde}$$

Nivel A (Veh/Hora) = **217**

Nivel B (Veh/Hora) = **381**

Nivel C (Veh/Hora) = **606**

Nivel D (Veh/Hora) = **957**

Nivel E (Veh/Hora) = **1886**

El nivel al que esta operando la carretera es el que esta mas próximo al volumen equivalente encontrado anteriormente equivalente a (Veh/Hora) = **3329**

En este caso el nivel sera **F**

Datos y características que se utilizaron para para obtener el NS de la Av. Ferrocarril con el Jr. Piura.

Evacuación del Nivel de Servicio de la intersección de Av. Ferrocarril y la Av. San Carlos

Condiciones Iniciales de la intersección.

Características de la vía		Características del Tráfico	
Terreno	Plano	VThp =	1784
velocidad Proyecto (kmh)	9.8	Fph =	0.97
Ancho de Carriles (Pie)	11	Distribucion Direccional	60/40
Ancho de Hombros (Pie)	0	Tráfico:	
Restricciones de Rebase	20%	% Camiones	0.74
		% Buses	9.16
		% Veh. Recreativos	2.90

Esto consiste en encontrar los volúmenes de trafico ideales para cada nivel de servicio
Y luego compararlo con el volumen de la hora pico, volumen que debe ser expresado como
equivalente (VE) a traves de la expresion: $VE = VThp/Fph$

Por tanto $VE = \frac{1784}{0.97}$ **VE = 1839** Vehiculos por Hora

Para resolver esto es necesario trabajar con el manual de sieca. Donde

$Sfi = 2800x (v/c) x fd x fw x fhw...$ donde

Datos y características sobre Relación Volumen / Capacidad de NS para la intersección del Jr. Piura

$v/c = \text{Relación Volumen/Capacidad del nivel de servicio.}$

Este esta en funcion del la restricciones de rebase y del tipo de terreno.
Para este caso las restricciones de rebase son: 20% Terreno: Plano
Las rectricciones de rebase se refiere a la capacidad que tiene un vehiculo para adelantar
en determinada area o longitud de camino. (Cunetas, curvas, camino estrecho, construcciones)

En base a tabla 2.5, pag 2.18, con el tipo de terreno indicado sabemos que para los distintos niveles la relacion sera

Cuadro 2.5

Niv. Serv.	V/C
A	0.12
B	0.24
C	0.39
D	0.62
E	1

Nivel de Servicio (V/C) para carretera de dos carriles

Nivel de Servicio	Terreno plano					Terreno Ondulado					Terreno Montañoso							
	Restricción de plano, %					Restricción de plano, %					Restricción de plano, %							
	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100	0	20	40	60	80	100
A	0.15	0.12	0.09	0.07	0.05	0.04	0.15	0.12	0.07	0.05	0.04	0.03	0.14	0.09	0.07	0.04	0.02	0.01
B	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.26	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.25	0.20	0.18	0.13	0.12	0.10
C	0.43	0.39	0.36	0.34	0.33	0.32	0.42	0.39	0.35	0.33	0.32	0.31	0.39	0.33	0.28	0.25	0.22	0.18
D	0.64	0.62	0.60	0.58	0.57	0.57	0.62	0.57	0.52	0.48	0.46	0.43	0.58	0.50	0.45	0.40	0.37	0.33
E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.94	0.82	0.81	0.80	0.80	0.91	0.87	0.84	0.82	0.80	0.78

$fd = \text{Factor de distribución direccional del tránsito.}$

Datos y características sobre Factor para ancho de carril y hombros para la intersección de la Av. San Carlos

f_w = Factor para anchos de carril y hombros.

Para este se usa el ancho de carril y el de hombro pues en base a tabla 2.8 pag 2-20 para cada nivel de servicio.
De modo que
Ancho de carril en metros equivale a **3.05**
Ancho de Hombros en metros equivale **0**

Cuadro 2.8
Factores de Ajuste por Efecto Combinado de Carriles Angostos y Hombros Restringidos, Carretera de dos Carriles

Hombro (m)	Carril de 3.65m		Carril de 3.35m		Carril de 3.05m		Carril de 2.75m	
	NS A-D	NS E						
1.8	1.00	1.00	0.93	0.94	0.83	0.87	0.70	0.76
1.2	0.92	0.97	0.85	0.92	0.77	0.85	0.65	0.74
0.6	0.81	0.93	0.75	0.86	0.68	0.81	0.57	0.70
0.0	0.70	0.88	0.65	0.82	0.58	0.75	0.49	0.66

Fuente: TRB, Highway Capacity Manual, 1994
NS: Nivel de Servicio

Niv. Serv.	Fw
A	0.58
B	0.58
C	0.58
D	0.58
E	0.75

f_{hv} = Factor de vehículos pesados.

Este esta expresado por:

Obtención del NS para la intersección de la Av. Ferrocarril con el Jr. Piura

$f_{hv} = 1 / (1 + PT(ET-1) + PB(EB-1) + PR(ER-1))$

Debe introducirse los valores ET, EB y ER correspondiente
Por tanto el factor vehiculo pesado para cada nivel sera

Fhv (Nivel A) = 0.89647506
Fhv (Nivel B) = 0.87414116
Fhv (Nivel C) = 0.87414116
Fhv (Nivel D) = 0.92613173
Fhv (Nivel E) = 0.92613173

Finalmente el Volumen de servicio para el nivel de servicio sera

$Sfi = 2800x (v/c) x fd x fw x f_{hv}$, donde

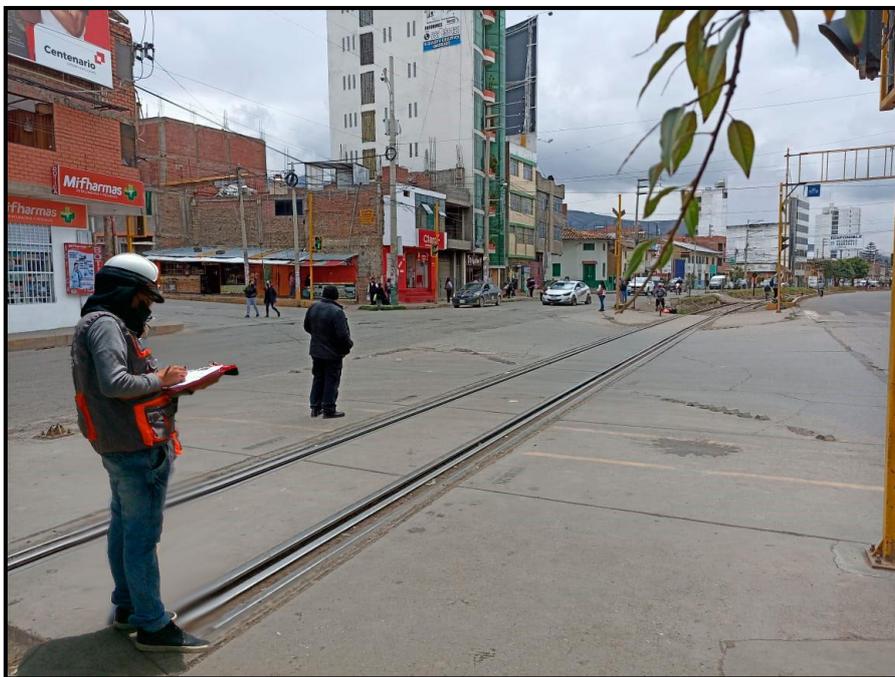
Nivel A (Veh/Hora) = 164
Nivel B (Veh/Hora) = 320
Nivel C (Veh/Hora) = 520
Nivel D (Veh/Hora) = 877
Nivel E (Veh/Hora) = 1828

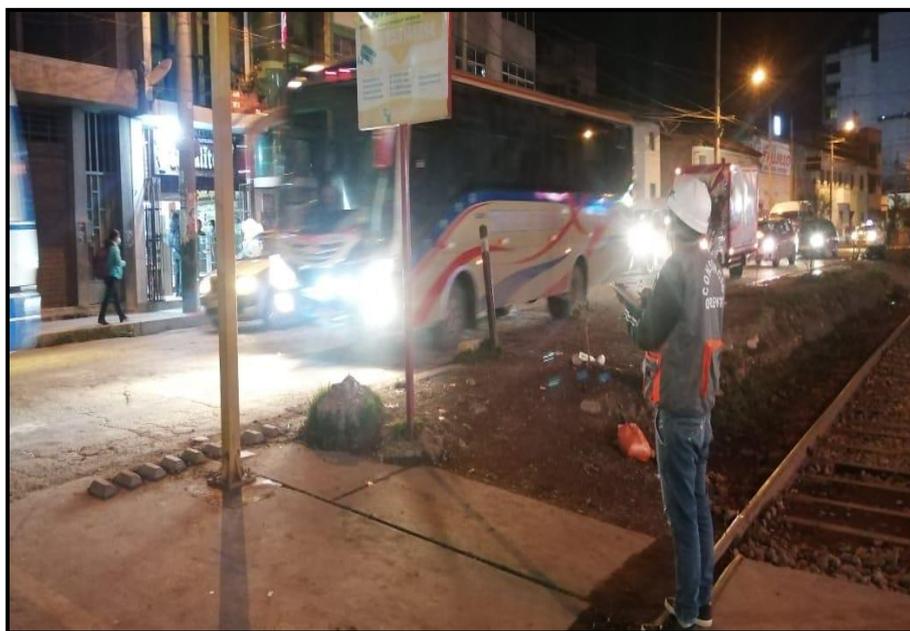
El nivel al que esta operando la carretera es el que esta mas próximo al volumen equivalente encontrado anteriormente equivalente a (Veh/Hora) = **1839**

En este caso el nivel sera **F**

FOTOGRAFIAS Y CORTES DE SECCION DE VIA

Recolección de datos para estudio de tráfico en la Av. Ferrocarril y la Av. San Carlos





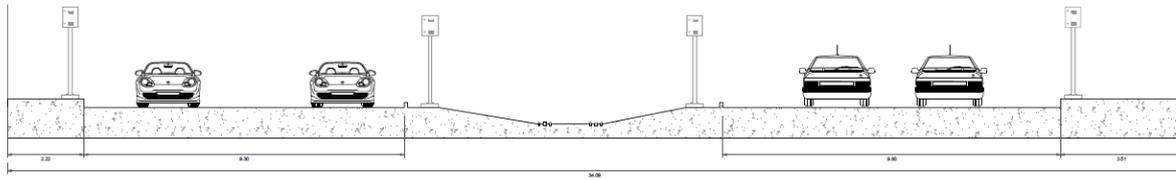
Verificando los anchos de las Sección de vía de la Av. San Carlos para poder ver la diferencia con la estación total.



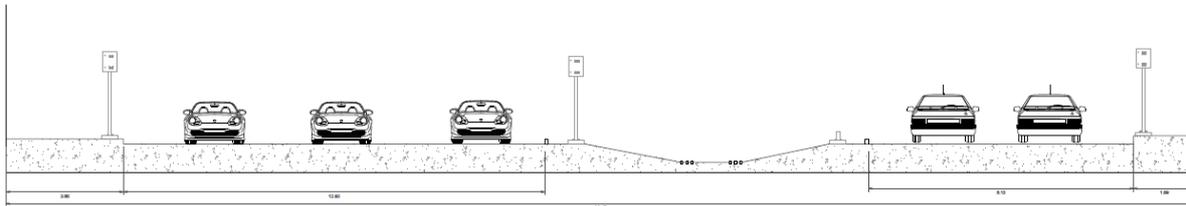
Ubicación estratégica para realizar levantamiento topográfico



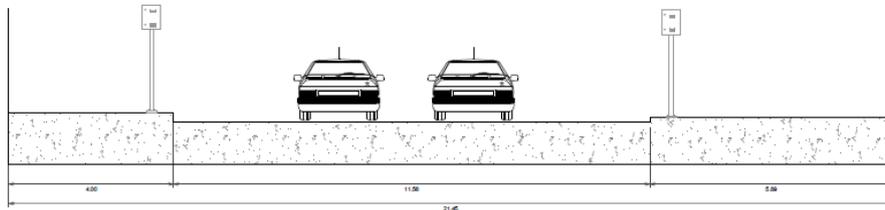
Corte de sección de vía cruce de la Av. Ferrocarril y Av. San Carlos



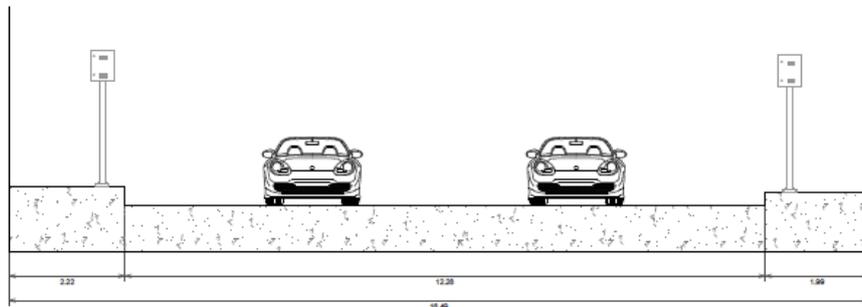
**CORTE DE VIA
FERROCARRIL ENTRE AV. SAN CARLOS Y URUGUAY**



**CORTE DE VIA
FERROCARRIL ENTRE AV. SAN CARLOS Y SALCEDO**



**CORTE DE VIA
AV. SAN CARLOS ENTRE AV FERROCARRIL Y AMAZONAS**



**CORTE DE VIA
AV. SAN CARLOS ENTRE AV FERROCARRIL Y GUIDO**

Recolección de datos de la Av. Ferrocarril y el Jr. Piura







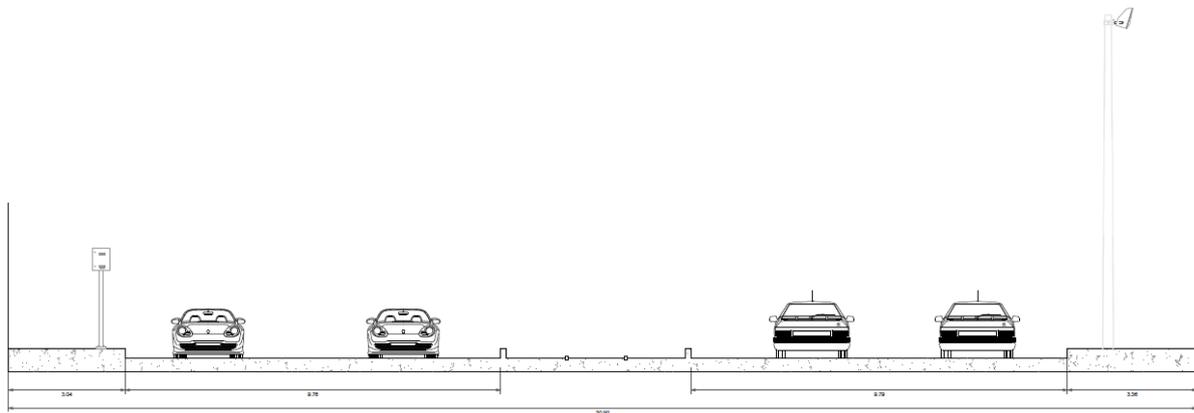
Seccionamiento de vía estudiada



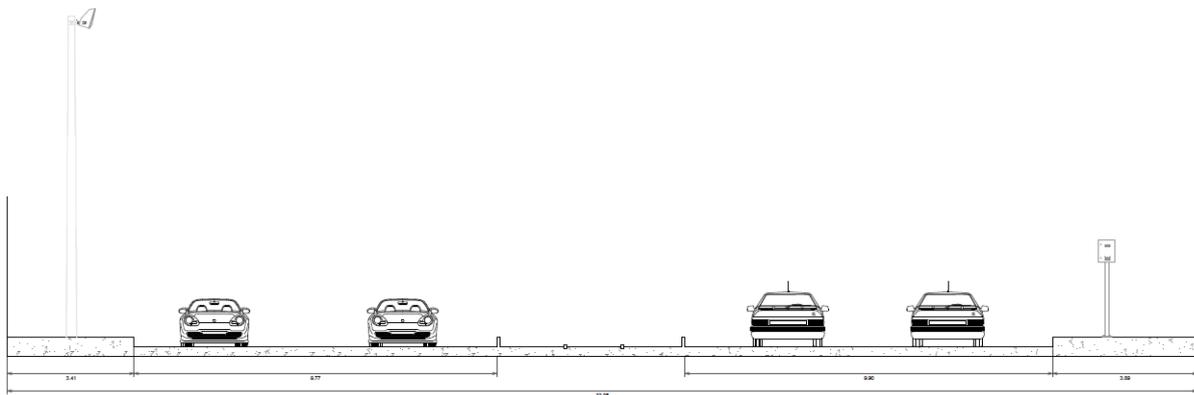
Toma de detalles para realizar los cortes de vía



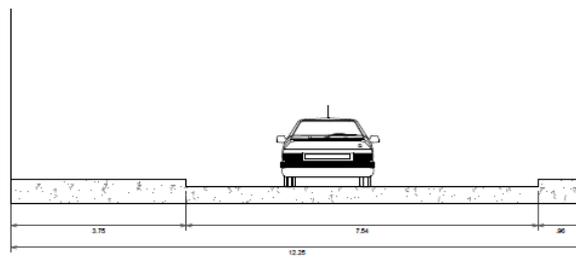
Corte de sección de vía cruce de la Av. Ferrocarril y Jr. Piura



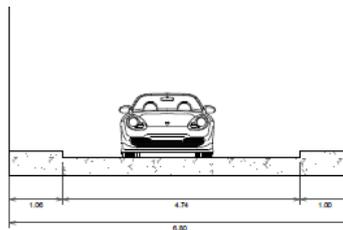
**CORTE DE VIA
FERROCARRIL ENTRE JR. PIURA Y JR. CAJAMARCA**



**CORTE DE VIA
FERROCARRIL ENTRE JR. PIURA Y JR. ICA**

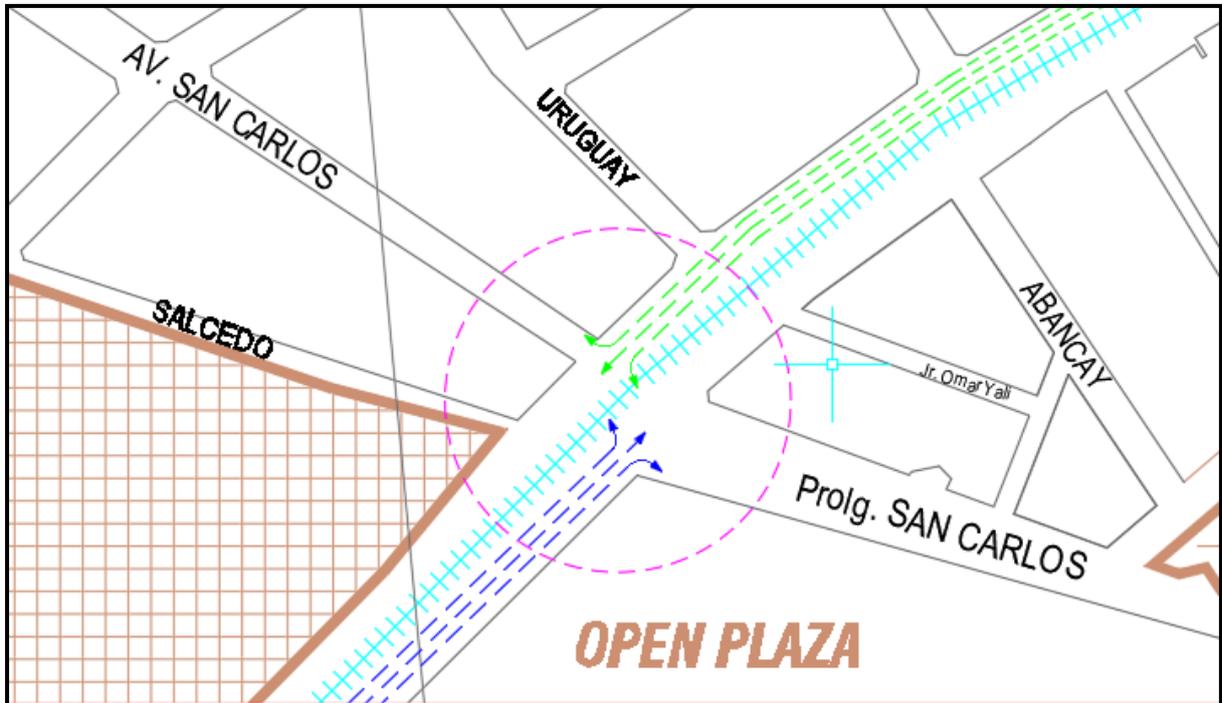


**CORTE DE VIA
JR. PIURA ENTRE AV. FERROCARRIL Y PSJE. PRAILE**

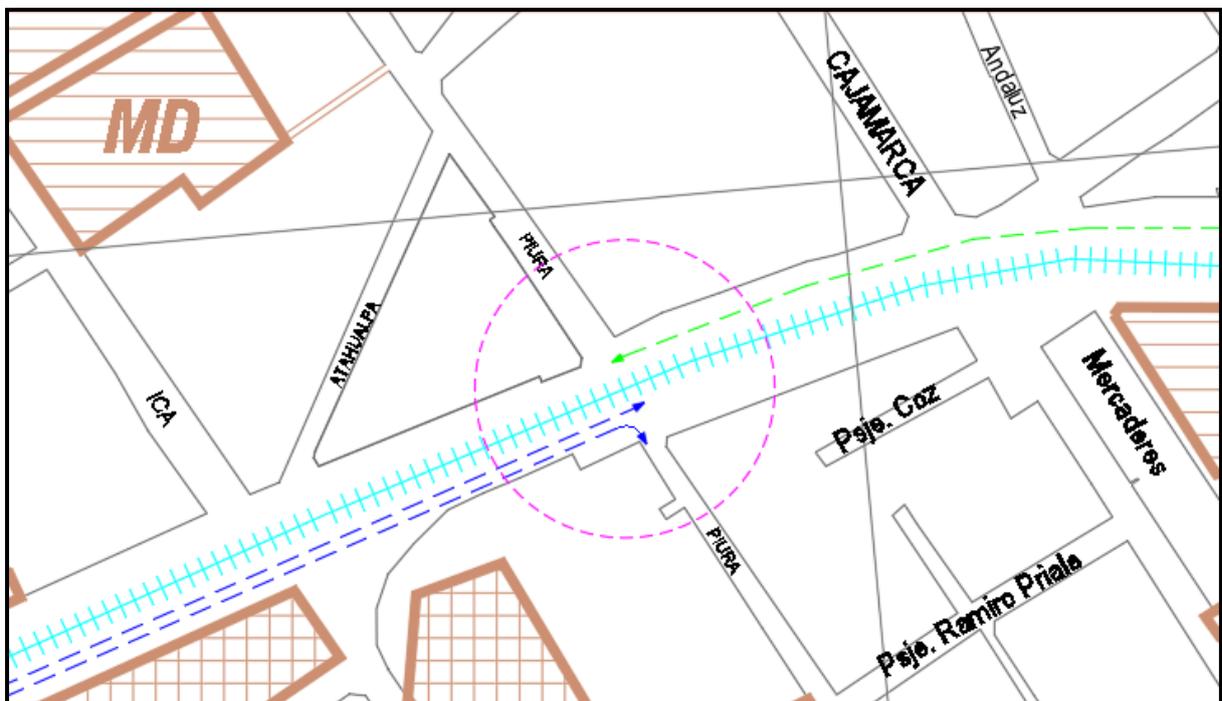


**CORTE DE VIA
JR. PIURA ENTRE AV. FERROCARRIL Y ATAHUALPA**

DIRECCIÓN VEHICULAR SEGÚN INTERSECCIÓN DE ESTUDIO



Intersección se la Av. Ferrocarril y la Av. San Carlos



Intersección se la Av. Ferrocarril y la Jr. Piura

VALIDACIÓN DE CONTEO VEHICULAR

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

SOLICITO: Juicio de experto

SEÑOR(A) JEFE DEL AREA DE INFRAESTRUCTURA DE LA D.R.E.J.
Ing. MARITZA MEJIA CHAMORRO

Tengo el agrado de dirigirme a Ud., para saludarlo(a) cordialmente y a la vez pedirle su Juicio de Experto para dar validación del conteo vehicular que se realizó desde el día 10,11,12,13,14,15,17,18,19,20,21,22 del mes de enero que se realizó desde las 6:00 am hasta las 11:00 pm, molesto su atención al elegirla como Juez Experto para revisar el contenido del estudio de tráfico Vehicular que pretendo utilizar en la Tesis para optar el grado de Ing. Civil.

El conteo vehicular tiene como objetivo ver el Nivel de Servicio en que está operando las intersecciones estudiadas, en este caso la intersección de la Av. Ferrocarril con la Av. San Carlos y la Av. Ferrocarril con el Jr. Piura, por lo que con la finalidad de determinar la validez de su contenido solicito a su persona evaluar de acuerdo a su amplia experiencia y conocimiento.

POR LO EXPUESTO:

Ruego a Ud. atender mi solicitud.

Huancayo, 01 de junio del 2022.



Ernie Gianfranco Romero Hilario
DNI 46271858



VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

[Handwritten Signature]
 Ing. Maritza Mejía Chamorro
 CIP. N° 74226

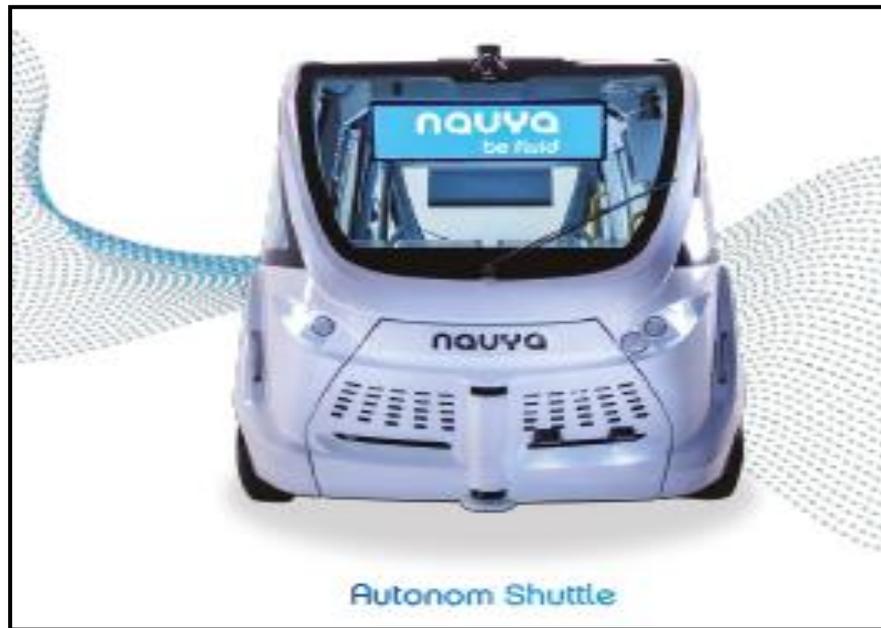
TRAMO: INTERSECCIÓN DE LA AV. FERROCARRIL Y JR. PUURA
 CODIGO DE ESTACION: E-03
 ESTACION: 04
 SENTIDO: NORTE - SUR

DIA: 18/01/2022

HORA	VEHICULOS LIGEROS												VEHICULOS PESADOS								TOTAL			
	MOTO		AUTOMOVIL				CAMIONETA PICK UP		CAMIONETA RURAL		OMNIBUS		CAMION		SEMIRAYLERS		TRAYLERS							
	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑						
6:00	6:15	0	01	0	02	40	0	0	01	0	0	28	0	0	02	0	0	0	0	0	0	0	80	
6:15	6:30	01	03	0	06	48	0	0	02	0	0	30	0	0	07	0	0	03	0	0	0	0	100	
6:30	6:45	02	08	0	09	60	0	0	05	0	01	61	0	0	19	0	0	02	0	0	01	0	168	
6:45	7:00	04	04	0	11	77	0	0	06	0	0	59	0	0	16	0	0	01	0	0	0	0	178	
7:00	7:15	02	10	0	13	55	0	0	10	0	02	63	0	0	20	0	0	02	0	0	01	0	178	
7:15	7:30	05	12	0	10	67	0	01	09	0	0	61	0	0	18	0	0	02	0	0	01	0	186	
7:30	7:45	0	05	0	02	76	0	0	11	0	0	72	0	0	16	0	0	0	0	0	02	0	184	
7:45	8:00	01	03	0	03	93	0	0	03	0	01	53	0	0	10	0	0	01	0	0	0	0	168	
8:00	8:15	0	04	0	06	35	0	0	04	0	0	43	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	104	
8:15	8:30	02	03	0	0	47	0	02	0	0	0	44	0	0	13	0	0	01	0	0	01	0	113	
8:30	8:45	0	05	0	08	46	0	0	06	0	0	41	0	0	09	0	0	0	0	0	0	0	115	
8:45	9:00	03	06	0	07	51	0	0	03	0	01	55	0	0	26	0	0	01	0	0	0	0	154	
9:00	9:15	0	07	0	11	38	0	0	05	0	01	54	0	0	16	0	0	02	0	0	01	0	135	
9:15	9:30	04	10	0	09	54	0	01	02	0	0	55	0	0	25	0	0	0	0	0	0	01	163	
9:30	9:45	03	10	0	09	50	0	0	05	0	01	41	0	0	22	0	0	01	0	0	0	0	142	
9:45	10:00	0	08	0	0	49	0	0	06	0	0	41	0	0	23	0	0	01	0	0	0	0	128	
10:00	10:15	02	06	0	08	55	0	0	07	0	0	53	0	0	21	0	0	03	0	0	0	0	155	
10:15	10:30	0	04	0	09	54	0	0	08	0	0	51	0	0	26	0	0	01	0	0	0	0	153	
10:30	10:45	01	11	0	07	56	0	0	05	0	0	49	0	0	25	0	0	01	0	0	0	0	155	
10:45	11:00	0	02	0	06	58	0	0	07	0	0	48	0	0	24	0	0	02	0	0	0	0	147	
11:00	11:15	0	14	0	05	52	0	0	08	0	0	48	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	151	
11:15	11:30	02	03	0	08	51	0	0	02	0	0	42	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	126	
11:30	11:45	0	02	0	07	53	0	0	03	0	0	40	0	0	19	0	0	01	0	0	0	0	125	
11:45	12:00	0	12	0	09	54	0	0	06	0	0	51	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	156	
12:00	12:15	01	03	0	0	59	0	0	05	0	0	56	0	0	15	0	0	03	0	0	0	0	142	
12:15	12:30	0	08	0	05	48	0	0	12	0	0	52	0	0	12	0	0	02	0	0	0	0	139	
12:30	12:45	01	06	0	09	49	0	0	08	0	0	57	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	144	
12:45	13:00	01	04	0	08	47	0	0	05	0	0	59	0	0	10	0	0	02	0	0	0	0	136	
13:00	13:15	01	10	0	09	45	0	0	06	0	0	60	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	143	
13:15	13:30	01	08	0	08	50	0	0	06	0	0	51	0	0	15	0	0	01	0	0	0	0	141	
13:30	13:45	0	09	0	07	51	0	0	05	0	0	58	0	0	10	0	0	02	0	0	0	0	142	
13:45	14:00	0	12	0	05	60	0	0	02	0	0	56	0	0	09	0	0	0	0	0	0	0	184	
14:00	14:15	02	04	0	06	61	0	0	04	0	0	52	0	0	05	0	0	01	0	0	0	0	135	
14:15	14:30	01	06	0	09	62	0	0	05	0	0	57	0	0	07	0	0	01	0	0	0	0	148	
14:30	14:45	02	0	0	07	65	0	0	09	0	0	51	0	0	07	0	0	0	0	0	0	0	141	
14:45	15:00	02	06	0	05	68	0	0	06	0	0	53	0	0	14	0	0	02	0	0	01	0	157	
15:00	15:15	0	05	0	08	58	0	0	05	0	0	51	0	0	15	0	0	01	0	0	01	0	144	
15:15	15:30	01	02	0	08	59	0	0	06	0	0	40	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	129	
15:30	15:45	01	05	0	08	60	0	0	02	0	0	04	0	0	14	0	0	0	0	0	01	0	95	
15:45	16:00	01	13	0	09	57	0	0	02	0	0	39	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	137	
16:00	16:15	01	04	0	07	49	0	0	03	0	0	59	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	133	
16:15	16:30	0	12	0	06	48	0	0	03	0	0	39	0	0	09	0	0	02	0	0	0	0	118	
16:30	16:45	01	06	0	09	59	0	0	05	0	0	40	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	130	
16:45	17:00	0	08	0	07	57	0	0	06	0	0	57	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	146	
17:00	17:15	0	05	0	0	60	0	0	04	0	0	62	0	0	09	0	0	02	0	0	0	0	142	
17:15	17:30	0	08	0	0	88	0	0	19	0	0	51	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	176	
17:30	17:45	01	03	0	0	80	0	0	17	0	0	59	0	0	13	0	0	01	0	0	01	0	175	
17:45	18:00	0	02	0	0	86	0	0	14	0	0	60	0	0	11	0	0	01	0	0	0	0	174	
18:00	18:15	01	01	0	0	91	0	0	11	0	0	59	0	0	11	0	0	02	0	0	0	0	176	
18:15	18:30	0	03	0	0	61	0	0	16	0	0	57	0	0	13	0	0	02	0	0	0	0	152	
18:30	18:45	01	04	0	0	69	0	0	11	0	0	63	0	0	15	0	0	01	0	0	0	0	164	
18:45	19:00	0	05	0	0	61	0	0	14	0	0	69	0	0	13	0	0	03	0	0	01	0	166	
19:00	19:15	01	04	0	0	44	0	0	18	0	0	68	0	0	15	0	0	03	0	0	0	0	153	
19:15	19:30	01	05	0	0	54	0	0	14	0	0	62	0	0	19	0	0	02	0	0	01	0	158	
19:30	19:45	0	02	0	0	41	0	0	15	0	0	59	0	0	17	0	0	05	0	0	0	0	139	
19:45	20:00	01	03	0	0	53	0	0	16	0	0	58	0	0	13	0	0	01	0	0	0	0	145	
20:00	20:15	01	02	0	0	61	0	0	11	0	0	67	0	0	12	0	0	04	0	0	01	0	169	
20:15	20:30	0	05	0	0	33	0	0	19	0	0	63	0	0	18	0	0	04	0	0	0	0	142	
20:30	20:45	0	06	0	0	49	0	0	14	0	0	65	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	150	
20:45	21:00	01	04	0	0	50	0	0	17	0	0	70	0	0	15	0	0	0	0	01	0	0	158	
21:00	21:15	0	02	0	0	41	0	0	16	0	0	71	0	0	13	0	0	06	0	0	0	0	149	
21:15	21:30	01	03	0	0	39	0	0	16	0	0	75	0	0	17	0	0	01	0	0	0	0	152	
21:30	21:45	0	01	0	0	29	0	0	10	0	0	72	0	0	12	0	0	01	0	0	01	0	126	
21:45	22:00	0	02	0	0	36	0	0	10	0	0	69	0	0	16	0	0	0	0	0	0	03	136	
22:00	22:15	0	05	0	0	28	0	0	15	0	0	64	0	0	10	0	0	01	0	0	0	0	123	
22:15	22:30	0	02	0	0	30	0	0	12	0	0	12	0	0	08	0	0	04	0	0	0	0	68	
22:30	22:45	0	01	0	0	22	0	0	08	0	0	03	0	0	02	0	0	0	0	0	0	0	36	
22:45	23:00	0	0	0	0	03	0	0	02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	05	
TOTAL		58	363	0	344	3640	0	04	548	0	09	3532	0	0	965	0	0	88	0	0	16	0	05	9572

VEHICULOS AUTONOMOS TESTEADOS

- Vehículo Autónomo NAVYA



- Vehículo Autónomo ZOOX



- Vehículo Autónomo CRUISE ORIGIN



- Vehículo Autónomo AUDI A7



- Vehículo Autónomo WAYMO



- Vehículo Autónomo de AURORA INNOVATION



- Vehículo Autónomo TESLA MODEL 3



- Vehículo Autónomo LYFT



- Vehículo Autónomo IONIQ 5



- Vehículo Autónomo OLLI



- Vehículo Autónomo EASYMILE EZ10



- Vehículo Autónomo UDELV



Technical specifications

Capacity

Passengers 6

Dimensions

Length *m* 4.65

Width *m* 1.95

Height *m* 2.10

Ground clearance (empty/gross) *m* 0.20/0.14

Tyres 205/55 R19

Vehicle weight *kg* 2,100

Total gross weight authorized *kg* 2,500

Engine power

Drive wheels 2

Engine Electric

Power *kW* 15 nominal (25 peak)

Maximum speed *km/h* 90

Operating speed *km/h* 50

Localization and obstacle detection

Lidars 1 Three 360° multi-layers Lidars

Lidars 2 Seven 145° multi-layers Lidars

Cameras 6 cameras

Radars 4 radars

Central Inertial unit Yes

Odométry Wheel and engine encoders

GNSS GPS RTK

Energy

Battery LiFePO4 battery pack

Capacity *kWh* 33

Charging duration for 90% *hours* 9hrs for 16A, 5hrs for 32A

Average autonomy *hours* 10 hours max.

Charging Power point (16 or 32 A)

Charging temperature *°C* From 0 to +40

Operating temperature *°C* From -10 to +40

Steering

Steering wheels 2

Turning radius *m* 5.50

Equipment

Door Automatic sliding door

Body Composite

Windows Tinted windows

Visual information External LED panel,

Security

Emergency stop buttons 4

Emergency brake Automatic

Parking brake Automatic

V2X Yes

nuevo permiso de las autoridades galas, el EasyMile EZ10 puede circular en carreteras abiertas al tráfico por donde se desplazan coches, motos, patinetes eléctricos y peatones.

El vehículo en sí tiene una **capacidad para transportar 12 personas** (máximo 900 kilogramos) y alcanza una velocidad máxima de 40km/h. Asimismo, está dotado de sensores LIDAR, posicionamiento GPS, cámaras y otros sensores que le permiten generar una imagen 3D precisa de su alrededor. Como cabe esperar, está impulsado por inteligencia artificial y actualmente ostenta un **nivel 4 autonomía**.

El vehículo **totalmente eléctrico** está diseñado para tráfico mixto y se utiliza en campus y comunidades. Además, funciona en temperaturas de -15 C a 45 C, y en nieve, lluvia y niebla.

Los datos técnicos de Olli

- Rango: 40 mi / 60 km (nominal), 25 mi / 40 km (carga máxima, max A / C)
- Velocidad máxima: 40 km / h (25 mph)
- Torque Máx .: 240 Nm
- Tiempo de carga (440 V): 1.5 horas
- Transmisión: 9.59.1 relación de transmisión
- Peso en vacío: 2654 kg (5850 lbs)
- Capacidad: 612 kg (1350 lbs.)
- Longitud: 3920mm (12.86 pies)
- Ancho: 2050mm (6.73 pies)
- Altura: 2500mm (8.20 pies)
- Distancia entre ejes: 2526 mm (8.29 pies)

Sobre Local Motors

Local Motors, el fabricante de Olli, es una empresa tecnológica estadounidense que crea soluciones de transporte. Presentaron a Olli en junio de 2016. El vehículo puede llevar 8 pasajeros, lleva un motor eléctrico y cuenta con la tecnología inteligente de **IBM Watson**.

Ellos mismos dicen que Local Motors es una empresa de movilidad terrestre centrada en mejorar el futuro. Llevan trabajando desde 2007 con una curiosa forma de negocio, basada en la colaboración abierta y en la creación conjunta. Su sede se encuentra en Arizona (EEUU).