

1.1. Antecedentes.-

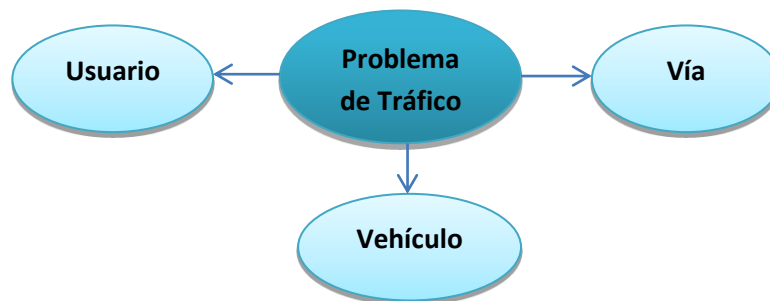
El motivo por el que se hizo la investigación de este proyecto es por el gran problema de congestión vehicular que se presenta en las calles que rodean al Campus Universitario sobre todo en las horas pico, debido a un alto índice de crecimiento vehicular y peatonal en toda la zona, que se puede observar cada vez con mayor intensidad provocando así largas colas que retrasan y provocan molestia a los usuarios, es por esto que se hizo un análisis minucioso para poder encontrar alternativas que disminuyan de cierta forma este problema.

1.2. Identificación del Problema.-

La ingeniería de tráfico nace hace unos 50 años atrás. Producto de la necesidad de resolver el problema de tráfico con usuarios que tienen diferente comportamiento, vehículos que han tenido avance tecnológico muy importante y vías que han quedado fuera del contexto debido a los trazos urbanos que mantienen su geometría desde su fundación, carreteras que no han cambiado su estructura geométrica ante los vehículos de mayores dimensiones y menor peso.

La ingeniería de tráfico es la ciencia que se ocupa de estudiar, analizar y buscar soluciones para la interpretación entre usuarios peatones y conductores, vehículos públicos privados, vías carretas y calles puedan permitir una circulación adecuada y que de seguridad a los usuarios.

El problema de tráfico se presenta por la inconcordancia de tres elementos:



Ante tal problema generado por un alto índice de crecimiento como se mencionó anteriormente, ocasionado como sabemos por la ubicación de casi todas las facultades en el Campus Universitario, haciendo que se incremente en magnitud, peatones, automóviles públicos, privados, motocicletas y bicicletas, es por esto que se buscó algunas alternativas para disminuir este problema.

Con respecto a los puntos más conflictivos de las calles aledañas al Campus Universitario se observa en la figura se puede mostrar de forma más específica donde radica este problema:

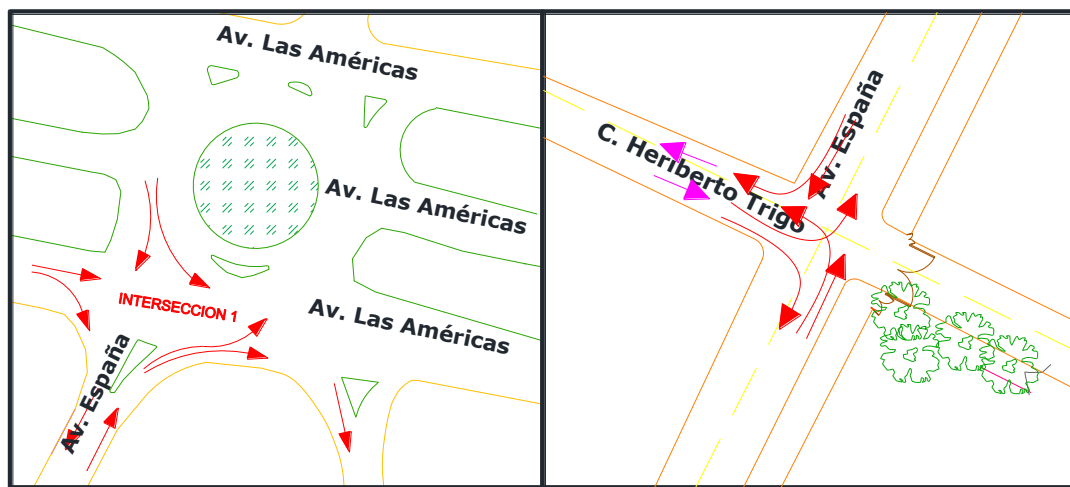


Figura 1. Principales puntos de conflicto

Desafortunadamente, otro de los problemas que se presenta es que el transporte puede generar diversos impactos ambientales adversos, tales como congestión vehicular, contaminación del aire, ruido e invasión de la tranquilidad en ciertas áreas; además, la congestión vehicular puede incrementar el riesgo de accidentes viales.

La contaminación ambiental en áreas urbanas es uno de los problemas más importantes que enfrenta la población mundial, y en ese asunto el tráfico vehicular juega un papel primordial, ya que es la principal fuente de emisiones contaminantes en áreas urbanas.

Ante un problema como este se puede buscar alternativas de posible solución o soluciones que serán analizados en este presente proyecto, para ello el ingeniero de tráfico tendrá que basarse en el análisis realizado en la viabilidad técnica y en la viabilidad económica.

Aunque esas causas y factores que generan el problema de tráfico, la ingeniería de tráfico plantea la búsqueda de soluciones en tres ámbitos:

- a) Soluciones de bajo costo.
- b) Soluciones de alto costo
- c) Solución integral

De estas la más difícil de ejecutar es la solución integral ya que consiste en la construcción de nuevas vías cuyas condiciones geométricas y estructurales están acordes a los usuarios y los vehículos que circulan por las vías.

La movilidad urbana, entendida como la necesidad o el deseo de los ciudadanos de moverse, forma parte de la evolución socioeconómica de nuestro país y plantea diariamente nuevos retos y problemas. Esta necesidad de análisis presupone que los factores que intervienen en la movilidad se pueden medir, y todo aquello que podemos medir puede ser comprendido, controlado y, por lo tanto, mejorado.

1.3. Justificación.-

Para realización de la siguiente propuesta de proyecto se tienen las siguientes razones:

Académica.- Utilizar y profundizar de manera práctica los conocimientos en las materias que aportan para el desarrollo de la presente propuesta de proyecto, los cuales nos permitirán obtener los datos necesarios para luego realizar el estudio y análisis de los mismos, que nos ayudan así a resolver el problema que nos planteamos en el presente proyecto.

Técnica.- También se pudo aprender la utilización de ciertos paquetes los cuales son de gran ayuda en la etapa del estudio para poder obtener resultados más aproximados.

Social – Institucional.- Es muy necesaria una propuesta de este tipo ya que con el pasar del tiempo se puede observar que existe un gran crecimiento de población en la ciudad de Tarija, es así que la demanda de vehículos aumenta de la misma forma que la población, de manera que en un punto de la ciudad tan congestionado como son las calles aledañas al Campus Universitario se ve afectada toda esta zona y causa incomodidad y posibles accidentes a los usuarios que transitan por estas calles, es por este motivo que se pretende con esta propuesta buscar una solución lo más viable posible que no solamente proporcione una mayor seguridad a las personas y estudiante sino que también pueda generar una mayor comodidad tanto al usuario peatón como al usuario conductor que transite por esta zona, optimizando el flujo que se tiene en este sector y poder evitar posibles accidentes que se pudieran presentar por motivo de este problema.

1.4. Objetivos.-

1.4.1. Objetivo General.-

- Plantear alternativas para optimizar el flujo vehicular en las calles aledañas al Campus Universitario, y escoger la más viable.

1.4.2. Objetivos específicos.-

- Recopilar toda la información necesaria realizando aforos y mediciones de toda la zona en estudio en especial en los puntos más conflictivos.
- Hacer los cálculos correspondientes para obtener los parámetros fundamentales de tráfico que nos serán útiles en el estudio correspondiente.
- A partir de los resultados obtenidos con los análisis plantear soluciones que permitan mejorar el ordenamiento de flujo vehicular de la zona en estudio.

- Hacer un análisis de mayor relevancia y mayor problema a cada uno de las soluciones planteadas.
- Realizar el análisis de cada una de las alternativas que se puedan encontrar en la zona de estudio.
- Analizar cada una de las alternativas y escoger la más factible.
- Realizar el costo y presupuesto de las alternativas.

1.5. Alcance.-

- En el análisis de las soluciones que se pudieran llegar a obtener para este problema se debe tener muy en cuenta cual elegir para que sea la más adecuada y factible tanto económica como constructivamente.
- Plantear un reordenamiento de los vehículos de tal forma que pudieran estos transitar más libremente sin que aumente u ocasione mayor congestión en la avenida de las Américas.
- Otro punto a analizar es la posible construcción de un puente en la parte de la rotonda de la universidad para que de la misma forma los vehículos pudieran salir por este lugar y no congestionar la España o la Avenida en la puerta principal de la universidad.
- Se analizara también cambiar el flujo de la entrada del Campus Universitario de tal manera que los autos pudieran salir por la calle por donde entran actualmente las moviudades haciendo que esta sea de doble sentido.
- Hacer una comparación en cuanto a costo de cada una de las soluciones planteadas.

1.6. Ubicación.-

El área de estudio se localiza en el sector de Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, ubicada en la zona El Tejar, también conocida como el campus universitario.

La cual se encuentra limitada por las siguientes calles: al Norte con la Avenida Víctor Paz, al Sur con la quebrada El Monte y finalmente al Oeste con la Calle Celedonio Ávila

A continuación se muestra la gráfica de la ubicación de la zona en estudio.



Figura 2. Vista general de la zona en estudio

2. Conceptos Fundamentales.-

Los conceptos más empleados en la aplicación del proyecto son los siguientes, por lo mismo que a continuación se describen cada uno de ellos.

2.1. Flujo vehicular.-

El flujo vehicular producido en un momento y lugar determinados es el resultado de una serie de decisiones individuales de los usuarios de la red vial. Cada usuario decide cómo y cuándo recorrer lo que considera la mejor ruta para llegar a su destino. Su decisión puede basarse en criterios tales como costo, tiempo, seguridad y comodidad. El usuario debe decidir qué ruta recorrer y qué modos de transporte utilizar (automóvil, transporte público, etcétera), decisión que depende, entre otras cosas, de la congestión en los arcos o vialidades de la ruta. El tiempo de recorrido en cualquier ruta, desde un cierto origen a un cierto destino, es una función del flujo y de la congestión total. Por lo tanto, no es fácil determinar la ruta más corta en tiempo en una red.

2.2. Ingeniería de tráfico.-

Es la ciencia que se ocupa de estudiar analizar y buscar soluciones para que la interrelación entre usuarios peatones y conductores, vehículos públicos y privados, vías carreteras y calles puedan permitir una circulación adecuada y que de seguridad a los usuarios. Esta rama de la Ingeniería que tiene como principales objetivos el planeamiento, el trazado y la explotación de las redes viarias, de forma que la circulación de personas y vehículos sea:

- Segura.
- Rápida.
- Eficaz.

2.3. Congestionamiento vehicular.-

La congestión vehicular o vial, o embotellamiento, se refiere tanto urbana como interurbanamente, a la condición de un flujo vehicular que se ve saturado debido al exceso de demanda de las vías, produciendo incrementos en los tiempos de viaje. Este fenómeno se produce comúnmente en la hora pico u horas pico, y resultan frustrantes para los automovilistas, ya que resultan en pérdidas de tiempo y consumo excesivo de combustible.



Figura 3. Congestionamiento Vehicular

Las consecuencias de las congestiones vehiculares denotan en accidentes, a pesar que los automóviles no pueden circular a gran velocidad, ya que el automovilista pierde la calma al encontrarse estático por mucho tiempo en un lugar de la vía. Esto también deriva en violencia vial, por otro lado reduce la gravedad de los accidentes ya que los vehículos no se desplazan a una velocidad importante para ser víctima de daños o lesiones de mayor gravedad. También, los vehículos pierden innecesariamente combustible debido a que se está inactivo por mucho tiempo en un mismo lugar, sin avanzar en el trayecto de un punto a otro.

2.3.1. Causas.-

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

2.3.2. Efectos negativos.-

La congestión del tráfico tiene una serie de efectos negativos:

- Pérdida del tiempo de los automovilistas y pasajeros.
- Como una actividad no productiva para la mayoría de la gente, reduce la salud económica regional.
- Retrasos, lo cual puede resultar en la hora atrasada de llegada para el empleo, las reuniones, y la educación, lo que al final resulta en pérdida de negocio, medidas disciplinarias u otras pérdidas personales.
- Incapacidad para predecir con exactitud el tiempo de viaje, lo que lleva a los conductores la asignación de más tiempo para viajar "por si acaso", y menos tiempo en actividades productivas.

- Desperdicio de combustible, aumenta la contaminación en el aire y las emisiones de dióxido de carbono (que puede contribuir al calentamiento global), debido al aumento de ralentización, aceleración y frenado. Aumento del uso de combustibles, en teoría, también puede causar un aumento de los costes de combustible.
- El desgaste de los vehículos como consecuencia de la ralentización en el tráfico y la frecuencia de aceleración y frenado, lo que hace más frecuentes que se produzca reparaciones y reemplazos.
- Automovilistas frustrados, el fomento de la ira de carretera y la reducción de la salud de los automovilistas.
- Emergencias: si se bloquea el tráfico esto podría interferir con el paso de los vehículos de emergencia para viajar a sus destinos en los que se necesitan con urgencia.
- Efecto de la congestión de las arterias principales de las carreteras secundarias y calles como rutas alternativas que pueden afectar barrios, comunidades y los precios de bienes raíces.

2.4. Capacidad.-

Se define como capacidad de una infraestructura de transporte al “flujo máximo horario al que se puede razonablemente esperar que las personas o vehículos atraviesen un punto o sección uniforme de un carril o calzada durante un periodo de tiempo dado, bajo condiciones prevalecientes de la vía, del control y del tránsito”.

De la definición anterior se infieren las siguientes consideraciones:

La capacidad puede expresarse en términos de vehículos o en términos de personas. La capacidad se refiere a un punto o sección uniforme de la infraestructura; por tanto segmentos o puntos con diferentes características tendrán diferentes capacidades.

La capacidad se define sobre la base de una “esperanza razonable”. No es la máxima tasa de flujo absoluta jamás observada en el tipo de infraestructura analizada. Debe tenerse en cuenta que se consideran condiciones promedio, y que las características de los conductores, los vehículos y ambientales, puede diferir de una región a otra, que está dada bajo condiciones prevalecientes de la vía (características geométricas, tipo de sección, pendientes, dimensiones de carriles, bermas, etc.), del control (dispositivos de control de tránsito como semáforos, señales, movimientos permitidos), y del tránsito (composición vehicular, velocidad, características del flujo vehicular).

2.5. Niveles de servicio.-

El concepto de nivel de servicio se utiliza para evaluar la calidad del flujo. Es “una medida cualitativa que descubre las condiciones de operación de un flujo de vehículos y/o personas, y de su percepción por los conductores o pasajeros”. Estas condiciones se describen en términos de factores como la velocidad y el tiempo de recorrido, la libertad de maniobra, las interrupciones a la circulación, la comodidad, las conveniencias y la seguridad vial.

Para cada tipo de infraestructura se definen 6 niveles de servicio, para los cuales se disponen de procedimientos de análisis, se les otorga una letra desde la A hasta la F siendo el nivel de servicio (NS) A el que representa las mejores condiciones operativas, y el NS F, las peores.

Las condiciones de operación de estos niveles, para sistemas de flujo ininterrumpido son las siguientes:

~ Nivel de Servicio A

Representa una circulación a flujo libre. Los usuarios, considerados en forma individual, están virtualmente exentos de los efectos de la presencia de otros en la

circulación. Poseen una altísima libertad para seleccionar sus velocidades deseadas y maniobrar dentro del tránsito.

El nivel general de comodidad y conveniencia proporcionado por la circulación al motorista, pasajero o peatón, es excelente.



~ *Nivel de Servicio B*

Está dentro del rango del flujo estable, aunque se empiezan a observar otros vehículos integrantes de la circulación. La libertad de selección de las velocidades deseadas, sigue relativamente inafectada, aunque disminuye un poco la libertad de maniobra en relación con la del nivel de servicio A. El nivel de comodidad y conveniencia es algo inferior a los del nivel de servicio A, porque la presencia de otros comienza a influir en el comportamiento individual de cada uno.



~ *Nivel de Servicio C*

Pertenece al rango del flujo estable, pero marca el comienzo del dominio en el que la operación de los usuarios individuales se ve afectada de forma significativa por las interacciones con los otros usuarios. La selección de velocidad se ve afectada por la presencia de otros, y la libertad de maniobra comienza a ser restringida. El nivel de comodidad y conveniencia desciende notablemente.



~ *Nivel de Servicio D*

Representa una circulación de densidad elevada, aunque estable. La velocidad y libertad de maniobra quedan seriamente restringidas, y el conductor o peatón experimenta un nivel general de comodidad y conveniencia bajo. Los pequeños incrementos del flujo generalmente ocasionan problemas de funcionamiento.



~ *Nivel de Servicio E*

El funcionamiento está en él, o cerca del, límite de su capacidad. La velocidad de todos se ve reducida a un valor bajo, bastante uniforme. La libertad de maniobra para circular es extremadamente difícil, y se consigue forzando a un vehículo o peatón a “ceder el paso”. Los niveles de comodidad y conveniencia son enormemente bajos, siendo muy elevada la frustración de los conductores o peatones. La circulación es normalmente inestable, debido a que los pequeños aumentos del flujo o ligeras perturbaciones del tránsito producen colapsos.



~ *Nivel de Servicio F*

Representa condiciones de flujo forzado. Esta situación se produce cuando la cantidad de tránsito que se acerca a un punto o calzada, excede la cantidad que puede pasar por él. En estos lugares se forman colas, donde la operación se caracteriza por la existencia de ondas de parada y arranque, extremadamente inestables.

Normalmente se acepta que el volumen de tránsito al que se puede dar servicio en las condiciones de parada y arranque del NS F es inferior que el posible al NS E; en consecuencia el flujo de servicio E es el valor que corresponde a la capacidad de la infraestructura.



2.6. Problema de tráfico.-

El problema de tráfico se da como se había hablado anteriormente por la inconcordancia de tres elementos; Usuario, Vía y Vehículo.

Las causas pueden ser las siguientes:

- ~ La vía no está acorde al vehículo actual.
- ~ Usuario no tiene un comportamiento acorde a las condiciones de circulación actuales.
- ~ Los vehículos han desarrollado en el tiempo mayores dimensiones, potencia y carga no acorde a las vías actuales.
- ~ Los trazos urbanos datan desde hace muchos años y mantienen la traza cuadrícula no acorde a las condiciones de población, equipamiento y parque automotriz actuales.

Ya que es problema de tráfico se da por la inconcordancia de los tres elementos fundamentales de usuario, vía y vehículo puede tener varios factores o causas entre las cuales vale la pena anotar las siguientes:

- ~ La circulación de vehículos de diferentes tipos y características por una misma vía urbana o carretera.
- ~ La superposición de vehículos en vías inadecuadas.
- ~ La falta de planificación de tráfico y las condiciones físicas por donde circula.

- ~ La falta de consideración del automóvil como una necesidad pública.
- ~ La falta de educación vial de usuarios peatones y conductores.
- ~ La falta de responsabilidad y asignación del problema por parte de las entidades de gobierno y los mismos usuarios.

Aunque esas causas y factores que generan el problema de tráfico, la ingeniería de tráfico plantea la búsqueda de soluciones en tres ámbitos:

- Soluciones de bajo costo
- Soluciones de alto costo
- Solución integral

2.6.1. Soluciones de Bajo Costo.-

Una solución de bajo costo podemos considerarla de tipo parcial, es decir no soluciona definitivamente el problema pero coyunturalmente es una solución que esta basada en el aprovechamiento máximo de las condiciones físicas existentes tratando de realizar la menor obra posible y plantear la mejor regulación funcional del tráfico vehicular y peatonal entre otras situaciones esta solución involucra la distribución de líneas de flujo, la instalación de elementos reguladores como semáforos y señalización, algunas modificaciones físicas pequeñas, la educación vial y la idealización de normas y reglamentos. Sin duda por las situaciones económicas de nuestro país este tipo de solución es la más viable por lo que la ingeniería de tráfico estará inmersa en la búsqueda de sus soluciones.

2.6.2. Soluciones de Alto Costo.-

Cuando el problema de tráfico requiere de soluciones cuya intervención física involucra realizar modificaciones en las vías o construcción de estructuras que mejoren las condiciones de circulación, estamos en el caso de una solución de alto costo ya que la construcción de cualquier elemento físico que mejore la circulación

demandara una inversión económica que necesariamente obligara a invertir recursos para la solución del problema.

Por ejemplo cuando las vías han alcanzado su capacidad vehicular máxima y está siendo superada por el volumen de tráfico la única solución es aumentar la capacidad y para ello es necesario aumentar el número de carriles, para conseguir este aumento necesariamente se debe ampliar la calzada o un mayor ancho eso implica una actividad física que requiere una inversión económica muy alta. Otro ejemplo es que las intersecciones donde se tienen un cruce de dos flujos vehiculares requieren una regulación y para ello la solución es la colocación de semáforos por lo tanto tendrá que realizarse una condición económica de alto costo en la implementación de un sistema semafórico.

Como se puede ver existen soluciones de alto costo que pueden solucionar parcial o totalmente el problema de tráfico.

En nuestro país pensar en soluciones alto costo no es lo más usual porque los presupuestos departamentales y nacionales para el flujo de tráfico y transporte no son significativos económicamente por lo tanto la búsqueda de soluciones en primera instancia va la solución de bajo costo.

2.6.3. Solución integral.-

Identificando el problema de tráfico ya sea en áreas urbanas o en carreteras la primera idea de ingeniería de tráfico es conseguir una solución definitiva al problema y para ello se tendría que buscar una solución integral que por supuesto será de muy alto costo pero en otra posición será la solución definitiva, en problemas de tráfico de las ciudades urbanas la solución integral pasa por un nuevo trazo urbano y las condiciones geométricas para la circulación vehicular y peatonal están en

concordancia con el usuario actual y con el vehículo actual por lo tanto consideramos que una solución integral puede darse en la creación de nuevas ciudades.

En el ámbito de las carreteras identificando el problema de tráfico la solución integral está en la construcción de una nueva carretera cuyas condiciones geométricas y estructurales están acordes a los usuarios y a los vehículos de las carreteras.

2.7. Principales bases para solucionar el problema de tráfico.-

Para lograr una solución al problema de tráfico se debe tener cuatro bases principales que son:

- ~ La ingeniería de tráfico
- ~ La educación vial
- ~ La reglamentación y normativa
- ~ Vigilancia y control policial

2.7.1. La ingeniería de tráfico.-

Este pilar de la base de la solución es la que está obligada a realizar los estudios técnicos necesarios que a partir de las necesidades se plantean soluciones reales y adecuada. Es aquí donde participa en forma decidida el ingeniero de tráfico quien debería recabar la mayor información posible de las condiciones de circulación actual.

2.7.2. Educación vial.-

Es un pilar importante porque el conjunto de usuarios ya sean estos peatones y conductores deben tener un mínimo de educación vial que les permita un mejor accionar dentro de los flujos vehiculares y peatonales ya que es frecuente que los usuarios cometan errores e infracciones que son causas de accidentes y por lo general perjudican a la normal circulación vehicular y peatonal en calles y carreteras.

En realidad la educación vial es una obligación de todos medios de transporte, medios de comunicación, organismos policiales, instituciones gubernamentales, etc. compartir criterios y esfuerzos para establecer una planificación sobre la educación vial departamental como nacional.

2.7.3. Reglamentación y normativa.-

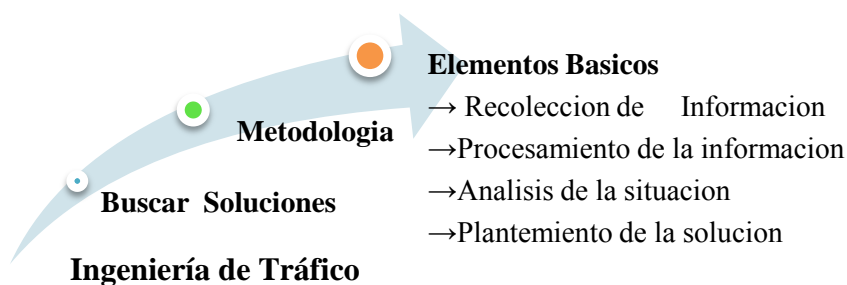
La circulación peatonal y vehicular requiere de normas y reglamentos que sean adecuados a las condiciones de las vías y a las características de los vehículos que circulan además de las necesidades del usuario.

Estos reglamentos y normas deben ser puestos en vigencia y revisados periódicamente de acuerdo a la educación que vaya teniendo el tráfico para tratar en lo posible que estén acordes a las condiciones reales y actuales.

2.7.4. Vigilancia y control policial.-

Para hacer cumplir las normas y reglamentos y hacer una planificación de la circulación peatonal y vehicular la cual se cumpla es necesario que haya vigencia y control policial cuya labor en nuestro medio es encomendada a los organismos operativos de tránsito.

2.8. Elementos básicos para buscar solución a la ingeniería de tráfico.-



2.8.1. Recopilación de la información.-

Esta recopilación general como bases deferentes formas de realizar como ser: aforos, mediciones, encuestas, relevamientos. Los periodos de recolección de información pueden ser variables sin embargo la recomendación es la siguiente:

Si las condiciones operativas y presupuestarios nos dan la posibilidad esta recolección de información debe tener un tiempo de un año considerando todos los días del año esto permite tener los datos históricos en todas las temporadas del año y en todas la horas del día. En la mayoría de los casos no siempre es posible esta resolución porque demanda muchos recursos económicos y humanos los más frecuente desde la recolección de información se realizan periodos menores que pueden ser tres meses o un mes este último como mínimo además de reducir el periodo de recolección en meses también puede reducirse en días considerando solo a tres días de la semana, de manera que se tomen dos días hábiles y un día no hábil para la recolección de información dentro de cada día tomando el criterio de las tres horas pico que serían las principales del día cuya determinación debe realizarse en un trabajo previo durante una semana.

2.8.2. Procesamiento de la información.-

Una vez que se termine con la recolección de la información para los diferentes estudios que van a englobar el estudio de tráfico se debe realizar el correspondiente procesamiento de esta información, dependiendo del tipo de información si son aforos, mediciones, relevamientos o encuestas estas tendrían que ser procesadas totalmente y apoyado en la herramienta estadística se harán las depuraciones correspondientes y se determinaran indicadores en tendencia central, indicadores de desviación e indicadores probabilísticos.

2.8.3. Análisis de la información procesada.-

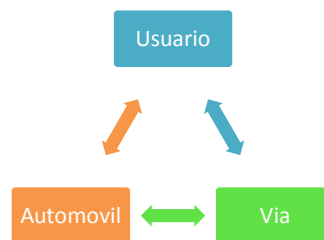
Esta etapa es en la que la ingeniería de tráfico debe establecer los causales técnicos que originan el problema de manera que identificadas las causales se pueda establecer claramente que solución se debe adoptar y a que variable se debe atacar, este resultado debe salir de un análisis minuciosos de todos los valores procesados y los indicadores obtenidos de manera que sean el respaldo de la acción a determinar.

2.8.4. Planteamiento de soluciones.-

Una vez concluido con el análisis es siguiente paso es el planteamiento de la solución o las posibles soluciones que en realidad constituye el logro del objetivo del estudio para ello el ingeniero de tráfico tendrá que basarse en el análisis realizado en la viabilidad técnica y en la viabilidad económica.

2.9. Elementos fundamentales del tráfico.-

La ingeniería de tráfico basa su estudio en la consideración de los tres elementos fundamentales en el tráfico que son los siguientes elementos:



2.9.1. Elemento Usuario.-

El elemento usuario es la persona que está dentro de la circulación vehicular y peatonal siendo parte del problema pudiendo tomar dos posiciones que son:

- ~ Usuario Peatón
- ~ Usuario Conductor

2.9.1.1. Usuario Peatón.-

Es el usuario que circula en las áreas peatonales dentro de los trazos urbanos o en las carreteras aledañas a esta de manera que en algunos puntos se cruzan los flujos peatonal y vehicular generando un problema, el usuario peatón si respetara sus áreas de circulación probablemente no generaría problema en el tráfico sin embargo en la practica el usuario peatón es mucho más indisciplinado que el usuario conductor en que incumple las reglas y normas de tránsito y deja su seguridad física al conductor y no vela por sí mismo en su seguridad a partir de su forma de comportamiento.

Una de las características del peatón en su velocidad de circulación y siendo valores normales para ciudades de más de 100.000 habitantes que la velocidad este entre 1 y 1,4 m/s en ciudades con menos de 100.000 habitantes la velocidad media del peatón es menor a 1 m/s.

El usuario peatón tiene una mayor incidencia en el problema de tráfico en las zonas urbanas no así en las carreteras donde su incidencia es mínima.

De acuerdo a estudios realizados se ha visto el problema mayor del usuario peatón es su conducta por ello la gran necesidad de incidir en educación vial orientada al mejor comportamiento y al respeto de normas y reglamentos para que se minimicen los accidentes causados por el usuario peatón.

2.9.1.2. Usuario conductor.-

El conductor es considerado en forma individual o colectiva aquella persona que está encargada de conducir un vehículo motorizado que circula en medio del tráfico. Este

elemento está sujeto a su comportamiento en función a su condición física, a las redacciones físicas y psicológicas que se puede tener al momento de conducir un vehículo.

Cualquier persona que no tenga impedimentos físicos puede ser apta para ser un usuario conductor siempre que adquiera los conocimientos y habilidad para conducir.

Una cualidad física muy importante en el usuario conductor es la visión que es la facultad que tiene una persona para visualizar el entorno que le rodea.

Existen algunos defectos en la visión que limita la posibilidad de ser conductor, es el daltonismo cuya consecuencia es la no distinción de los colores.

Los conductores normalmente tienen una reacción física condicionada que está referida al aspecto de habilidad y habito, siendo normal que un conductor cuanto más tiempo en años que tenga de conductor mayor habilidad adquirirá, en lo que se refiere al habito un conductor adquiere un habito determinado ya sea por la repetición de acciones en la forma d conducir o por los lugares en que conduce, se considera condicionada porque tiene ese efecto en el momento de la reacción.

Los conductores también tienen reacciones psicológicas denominadas no condicionadas que dependen más de aspectos emocionales a la que puede estar sometido el individuo en un solo momento. Entre algunos factores que modifican el comportamiento del individuo podemos citar: la fatiga, la embriaguez, los estados emocionales, las condiciones de tiempo y la época del año.

Se considera que un buen conductor debe tener las siguientes cualidades:

1. Poseer reacciones buenas a los estímulos visuales.
2. Calcular correctamente las distancias y velocidades de acuerdo con el movimiento de vehículos y peatones.
3. Ser rápidos y estar habituados a las situaciones de vivencia.
4. Tener aptitud mecánica y habilidad para el vehículo.
5. Ser personas que respetan las normas y el derecho de los demás.

2.9.2. Elemento Vía.-

El elemento vía es aquel elemento que físicamente permite el espacio necesario para la circulación de los vehículos.

En este elemento reconocemos en las vías de zonas urbanas a la vía urbana o calle y en las zonas rurales a la carreta.

Las características de la vía que está relacionada con la problemática del tráfico son básicamente:

- ~ Características geométricas
- ~ Características de circulación

2.9.2.1. Características geométricas.-

Entre las características geométricas de la vía tenemos las siguientes:

- ~ Ancho de carril
- ~ Ancho de calzada
- ~ Sección transversal
- ~ Pendiente
- ~ Intersección

2.9.2.1.1. Ancho de carril.-

Este elemento de la vía condiciona la capacidad vehicular es decir a mayor ancho de carril mayor capacidad vehicular para referencia tenemos algunos valores normalizados de anchos de carril tanto en vías urbanas como en carreteras.

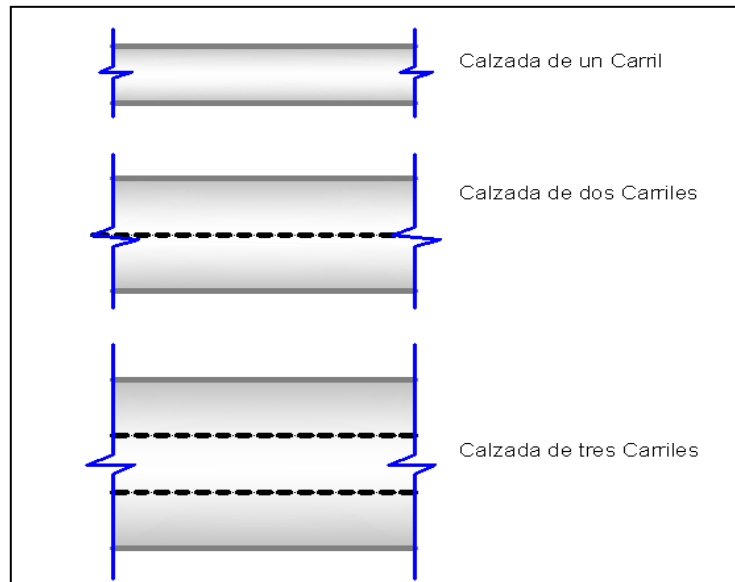


Figura 4. Ancho de Carril

<i>Ancho de Carril</i>	
Vías	Carreteras
2,5 m	2,50 m
3,0 m	3,05 m
3,5 m	3,35 m
4,0 m	3,50 m
	3,65 m

2.9.2.1.2. Ancho de calzada.-

Los anchos de calzada de las vías están relacionadas con el número de carriles por sentido que pueda tener la vía urbana de la carretera, el ancho de calzada afecta directamente a la capacidad vehicular, al volumen de tráfico, a la velocidad de circulación y a las áreas de estacionamiento lateral, por lo tanto es una característica geométrica muy influyente en la circulación del tráfico.

Se tienen algunos valores tanto en vías urbanas como en carreteras.

Ancho de Calzada	
Vías Urbanas	Carreteras
5,0 m	5,0 m
6,0 m	6,8 m
7,0 m	6,7 m
8,0 m	7,0 m
9,0 m	7,5 m
10,0 m	10,5 m
12,0 m	

2.9.2.1.3. Intersección.-

La intersección es un elemento geométrico particular de las vías urbanas y ocasionalmente en carreteras es donde concluye dos flujos vehiculares en distintos sentidos por lo tanto es un elemento fundamental del análisis de tráfico.

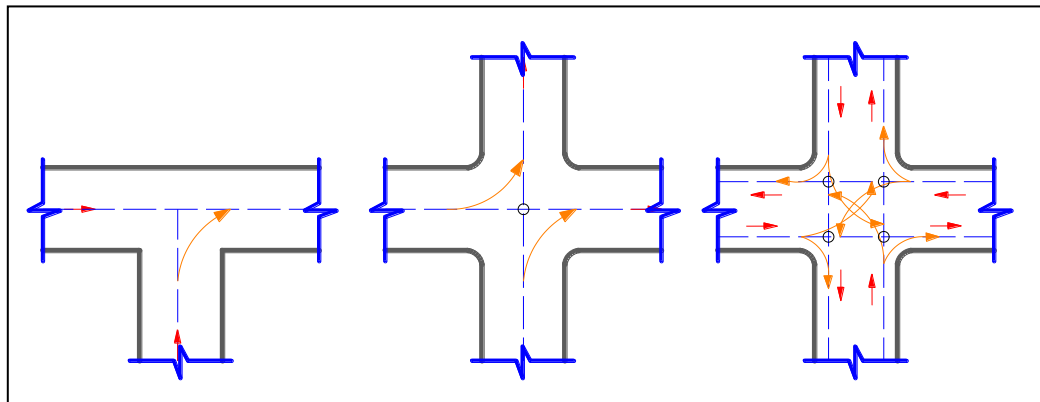


Figura 5. Tipos de Intersección

2.9.2.2. Características de circulación.-

La vía como elemento fundamental del tráfico no solo es importante en parte geométrica sino también en las características de circulación donde aspectos como el sentido de flujo, el número de sentidos y las posibilidades de maniobra son factores que afectan en general a la circulación de tráfico.

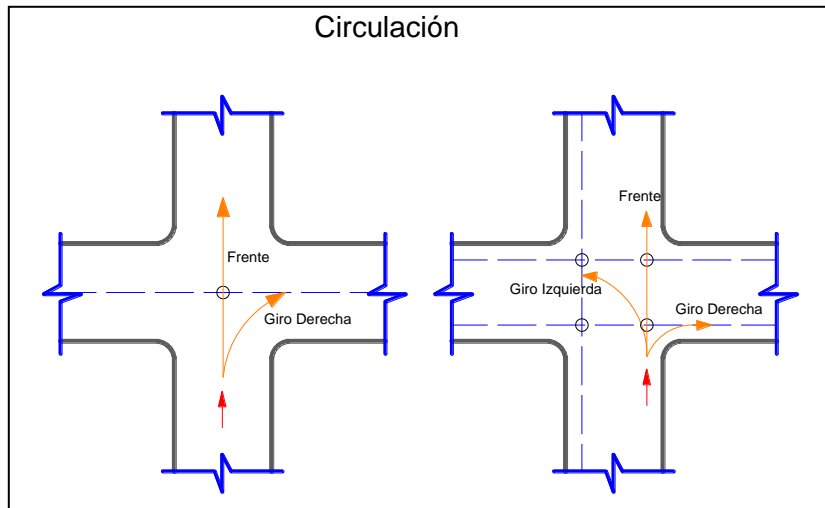


Figura 6. Características de Circulación

Otro aspecto que afecta al comportamiento del tráfico en las características es el tipo de capa de rodadura pudiendo tenerse rodaduras de tipo pavimentado (asfáltico, rígido y articulado y rodaduras de carpeta de grava o tierra) cuanto mejor son las condiciones de la rodadura mayor son las velocidades y volumen de tráfico mientras que la rodadura es de mala calidad reducirán las velocidades y los volúmenes de tráfico.

2.9.3. Elemento Vehículo.-

Es el tercer elemento fundamental en el problema de tráfico, es el que mayor evolución ha tenido a través de los años con relación a otro elemento y probablemente es el que ha salido de la concordancia con otros elementos ya que el vehículo actual es muy diferente a los vehículos de hace 50 años tanto en dimensiones, en velocidad en potencia y en otras características cuyas condiciones de la vía no están de acorde a este vehículo.

El análisis de la movilidad arranca de la evaluación del actual modelo de sociedad, a partir de las causas que generan movilidad y de sus efectos. Es innegable que el

desarrollo socioeconómico heredado del siglo XX genera continuamente nuevas necesidades de movilidad que la sociedad tiene que valorar, jerarquizar y asimilar.

2.9.4. Causas

El modelo actual de movilidad urbana está condicionado por la combinación de diversos factores:

- ~ **Modelo sociocultural:** Entendido como el mantenimiento de la “cultura del coche”, por la cual, la posesión de un determinado modelo de vehículo refleja el estatus social del conductor y su familia. Nos encontramos ante un uso no racional del coche, que se adquiere como reflejo de una posición social, más que como respuesta a unas necesidades concretas de movilidad.
- ~ **Modelo económico:** Los periodos de prosperidad económica generan un aumento de la movilidad, tanto en el caso del vehículo privado como, especialmente, en el transporte de mercancías. A menudo, las carreteras se convierten en elementos sustitutivos del almacén, ya que una gran cantidad de camiones transporta mercancías que, en otras condiciones, permanecerían almacenadas. La UE planteó la regulación de estos excesos mediante el Libro Blanco del Transporte, que propone el establecimiento de tasas para regular el uso de las infraestructuras viales.
- ~ **Modelo territorial:** La definición del modelo de ciudad puede evitar un crecimiento incontrolado y fijar las necesidades concretas de movilidad de cada municipio. Básicamente, podemos hablar de dos modelos:
 - Ciudad compacta/concentrada, que permite una red vial más funcional y eficiente. En principio, también evita las desigualdades sociales.
 - Ciudad dispersa/especializada, que genera una movilidad más errática y puede llevar a la formación de guetos. Este modelo, de carácter expansivo, provoca más movilidad.

- ~ **Modelo industrial:** Entendido como elemento transversal de especial relevancia.

Cabe señalar el importante peso de la industria del automóvil en el desarrollo económico de nuestro país y de los países industrializados. Entendemos por “industria del automóvil” tanto la fabricación directa de vehículos, como el resto de actividades que se derivan: construcción de carreteras, aseguradoras, servicios, etc.

2.9.5. Efectos.-

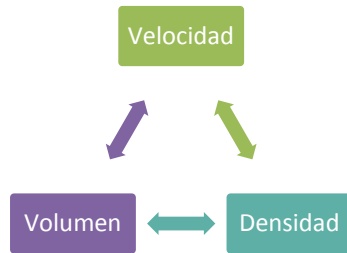
Las necesidades de movilidad planteadas anteriormente producen una serie de efectos, que más allá de su trascendencia en el proceso mismo de movilidad, influyen en el desarrollo económico y social.

- ~ **Congestión:** la red vial se ha visto desbordada por el crecimiento del parque automovilístico. Además de la incomodidad en los desplazamientos, la congestión vial tiene un papel importante en la evolución del PIB del país y, en especial, en la productividad del sector industrial.
- ~ **Contaminación y cambio climático:** la industria automovilística, las distintas administraciones y los propios usuarios tienen que implicarse en la reducción de la contaminación mediante el desarrollo de energías alternativas y el uso racional del vehículo.
- ~ **Salud pública:** la urgente necesidad de considerar las muertes en carretera como un problema de salud pública de primer nivel, nos lleva a luchar contra el actual clima de resignación y aceptación general de las estadísticas de accidentalidad

2.10. Parámetros fundamentales del tráfico.-

Los parámetros fundamentales de tráfico son aquellos que están presentes en forma permanente en el comportamiento del flujo vehicular teniéndose tres parámetros

fundamentales que son la velocidad, volumen o intensidad de tráfico y densidad de tráfico.



2.10.1. Velocidad.-

El espacio recorrido por un móvil y el tiempo empleado para recorrerlo.

$$Velocidad = \frac{dis\ tan\ cia}{tiempo}$$

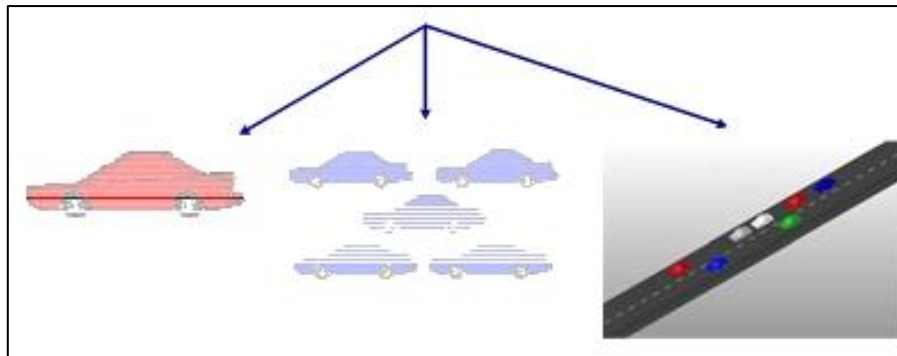


Figura 7. Velocidad

- Velocidad de Punto
- Velocidad de Recorrido total
- Velocidad de Circulación

2.10.1.1. Velocidad de Punto.-

La velocidad de punto es aquella velocidad que tiene un vehículo en un flujo libre de manera que el conductor del vehículo pueda imprimir la velocidad deseada sin que obstáculos externos influyan en él.

Para determinar la velocidad de punto se utilizan distancias cortas donde se asemeje un flujo libre que normalmente están establecidas en 25, 50, 75 o 100 metros en cuyo espacio se determina el tiempo que tarda el vehículo en recorrer esa distancia.

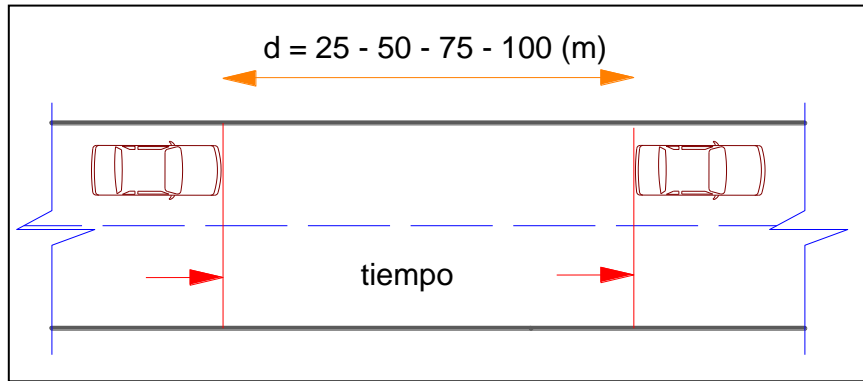


Figura 8. Velocidad de Punto

$$V_p = \frac{d}{t} \left(\frac{km}{hr} \right)$$

Los aforos de la velocidad de punta pueden ser medidos manuales que implica dos personas como aforadores uno al principio y otro al final teniendo tareas diferentes, el del inicio deberá dar la instructiva para que se arranque la medición del cronometro por el aforador del final el que mide el tiempo que ha recorrido el vehículo en la distancia predeterminada.

Un historial adecuado de la velocidad punto seria medir todos los vehículos, e todas las horas del día y en todos los días del año lo que nos permitiría tener un registro completo anual de velocidades de punto, lamentablemente eso requiere mucho personal y muchos recursos económicos, en nuestro medio no se hace aforos continuos si no en forma esporádica para un proyecto determinado las tres horas pico de cada día en los tres días representativos de cada semana y por el lapso mínimo de un mes.

2.10.1.2. Velocidad de Recorrido total.-

La velocidad de recorrido total es aquella que se determina en un tramo definido como la relación entre la distancia recorrida y el tiempo que se tarda en recorrerlas, este tiempo considera el tiempo de circulación neto y el tiempo de demoras, cuyas demoras podrán tener diferentes causales como ser vehículos dentro del flujo, vehículos estacionados, semáforos peatones, etc.

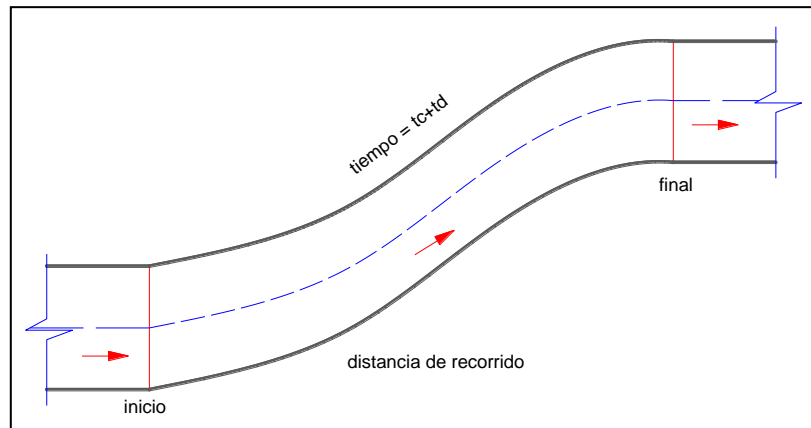


Figura 9. Velocidad de Recorrido Total

$$V_{RT} = \frac{dr}{tc + td}$$

Para el aforo de la velocidad de recorrido total se toma las mismas condiciones que para la velocidad de punto, es decir la ideal sería tener un registro de todos los vehículos que circulan en una distancia de recorrido en todas las horas del día y en todos los días del año, sin embargo para fines prácticos se realiza el aforo en las tres horas pico del día durante tres días representativos de la semana y durante un mes tomando como referencia por lo menos cinco vehículos durante la hora de registro.

2.10.1.3. Velocidad de Circulación.-

La velocidad de circulación en una calle o carretera es la velocidad media de las velocidades de punto de registro en el área de estudio por lo tanto la relación es:

$$V_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{pi}}{n}$$

2.10.2. Volumen o Intensidad de tráfico.-

2.10.2.1. Volumen.-

Es la cantidad de vehículos que pasa por una sección de carretera o vía urbana en un periodo de tiempo definido que puede ser una hora, un día, una semana, un mes o un año.

2.10.2.2. Intensidad.-

Se llama intensidad de tráfico al número de vehículos que pasa a través de una sección fija de una carretera o vía urbana por unidad de tiempo que sea fracción de la hora donde se tenga la mayor cantidad de vehículos.

Los volúmenes de tráfico normalmente se tienen tres tipos de indicadores normalizados que son:

- ~ Tráfico promedio diario (TDP)
- ~ Tráfico promedio horario (TPH)
- ~ Volumen directriz

2.10.2.2.1. Tráfico promedio diario.-

Se entiende por tráfico promedio diario a la cantidad de vehículos que pasa por una sección de una vía urbana o carretera en un periodo de tiempo de un día 24 horas, si esos registros corresponden a todo un año el promedio de ellos se conoce como tráfico promedio diario anual este indicador es muy usual en el diseño de carreteras y vías urbanas pero no es muy representativo en estudios de tráfico porque no muestra

la variación horaria que pueda tener a lo largo del día el volumen de tráfico por lo general cambia las intensidades en distintas horas del día.

2.10.2.2.2. Trafico promedio horario.-

Es la cantidad de vehículos que pasa por una sección de vía urbana o carretera en un periodo de tiempo de una hora, este indicador es el que se usa con mayor frecuencia en los estudios de trafico porque muestra las variaciones horarias a lo largo de todos los días del año por lo tanto establece las situaciones más críticas con respecto al volumen de tráfico, de acuerdo a las investigaciones que se han realizado, las relaciones de TPD y TPH es aproximadamente la siguiente relación:

$$TPH = (12\% - 15\%)TPD$$

2.10.3. Densidad vehicular.-

La densidad vehicular es la cantidad de vehículos por unidad de longitud que normalmente se toma de un km. Este parámetro es resultante de las dos anteriores es decir de la velocidad y del volumen de tráfico, cuya relación será:

$$Densidad = \frac{Volumen}{Velocidad} \left(\frac{veh}{km} \right)$$

Sin embargo en los últimos años la densidad vehicular no solo está siendo determinada, si no está siendo medida apoyada en algunos instrumentos como video que nos permite enfocar determinadas longitudes donde se puede contabilizar en número de vehículos permitirá encontrar la densidad que tiene una vía.

En los últimos años el parámetro densidad ha sido incorporado en los niveles de servicio de las vías urbanas y carretera de manera que este parámetro adquiera mayor importancia al momento de calificar el nivel de servicio de una vía.

2.11. Composición del volumen.-

El volumen de tráfico va a estar compuesto de diferentes tipos de vehículos cuya clasificación debe ser concordante con el objetivo de estudio de tráfico es decir pueden existir diferentes composiciones de acuerdo a las necesidades del estudio de tráfico, algunas clasificaciones son las siguientes:

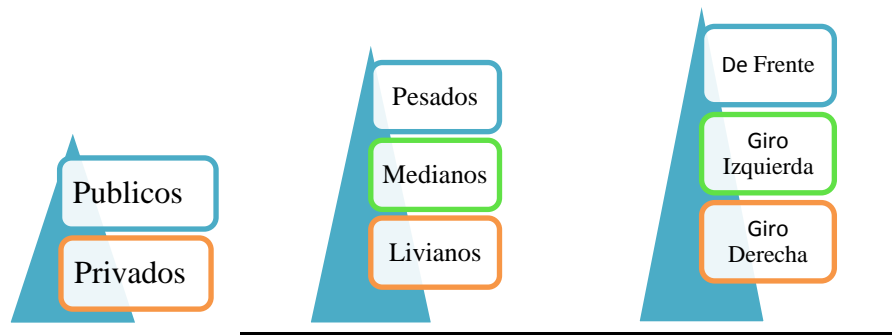


Figura 10. Clasificación y Tipos de Vehículos

2.12. Tipos de mediciones o aforos.-

Para realizar los volúmenes de tráfico se tienen dos tipos de procedimientos que son:

- ~ Procedimiento manual
- ~ Procedimiento automático

2.12.1. Procedimiento manual.-

Par lograr los resultados del volumen de tráfico que pasa por una sección de vía urbana o carretera por el procedimiento manual de debe seguir el siguiente proceso:

1. Se determina los puntos de aforo.
2. Se determina las horas de aforo
3. Se determina el tipo de composición para aforar.
4. Se realiza el proceso de aforo.

2.12.2. Procedimiento automático

Los métodos automáticos para el conteo de volúmenes de tráfico son aquellos que utilizan elementos eléctricos electromagnéticos, ondas de frecuencia o rayos laser para realizar conteos de paso de vehículos en las vías urbanas o carreteras.

Los primeros que aparecieron para el conteo automático fueron los eléctricos que estaban formados por una membrana que cruzaba transversalmente la vía dentro de la cual se colocaba el cable eléctrico que con el paso del vehículo originaba un pulso eléctrico y este pulso eléctrico daba origen a un contador que registraba la cantidad de pulsos eléctricos, la ventaja de este sistema es el conteo automático, la desventaja es que no puede diferenciar el tipo de vehículos ni el número de ejes que tiene el vehículo por lo que puede haber una distinción del valor registrado.

Otra forma automática de contabilizar el volumen de tráfico es a través de bucles electromagnéticos que genera un campo electromagnético cuyo paso de cada vehículo por ese campo electromagnético genera un registro en el contador.

Otros métodos automáticos como ser las ondas eléctricas, electromagnéticas o rayos laser están siendo utilizadas en países desarrollados colocando sensores en los diferentes puntos de aforo de manera que contabilice el paso del vehículo que además es registrado por una cámara de video para visualizar y clasificar el vehículo tanto por su número de ejes, tipo de vehículo y categoría de público o privado, todo este registro es centralizado en un centro de cómputo cuyo objetivo es mantener el historial diario y horario del tráfico.

2.13. Relaciones entre Parámetros.-

Las relaciones entre parámetros fundamentales de densidad velocidad y volumen son importantes en el estudio de ingeniería de tráfico porque a través de ellos se puede visualizar el comportamiento actual y similar y proyectar lo que será el

comportamiento futuro las relaciones entre parámetros fundamentales son las siguientes:

- ~ Velocidad – Volumen
- ~ Velocidad – Densidad
- ~ Volumen – Densidad

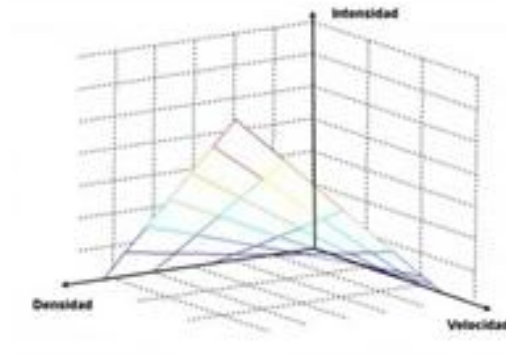


Figura 11. Relación entre Parámetros

2.14. Capacidad vehicular.-

Número máximo de vehículos que pueden pasar por un carril o por unidad de tiempo.

$$Capacidad = \frac{Cantidad \cdot maxima \cdot de \cdot vehiculos}{tiempo} \left(\frac{veh}{hr} \right)$$

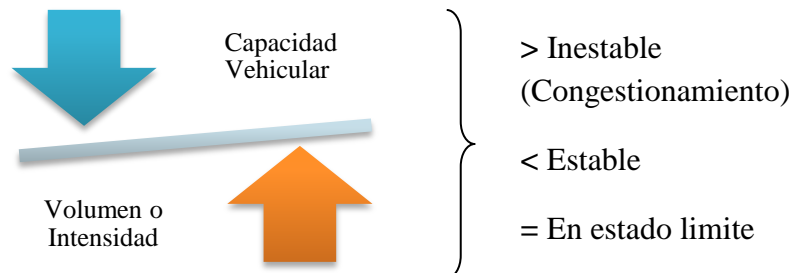


Figura 12. Capacidad Vehicular

El método para el cálculo de las capacidades será el siguiente:

~ HCM → Estudiado por EEUU

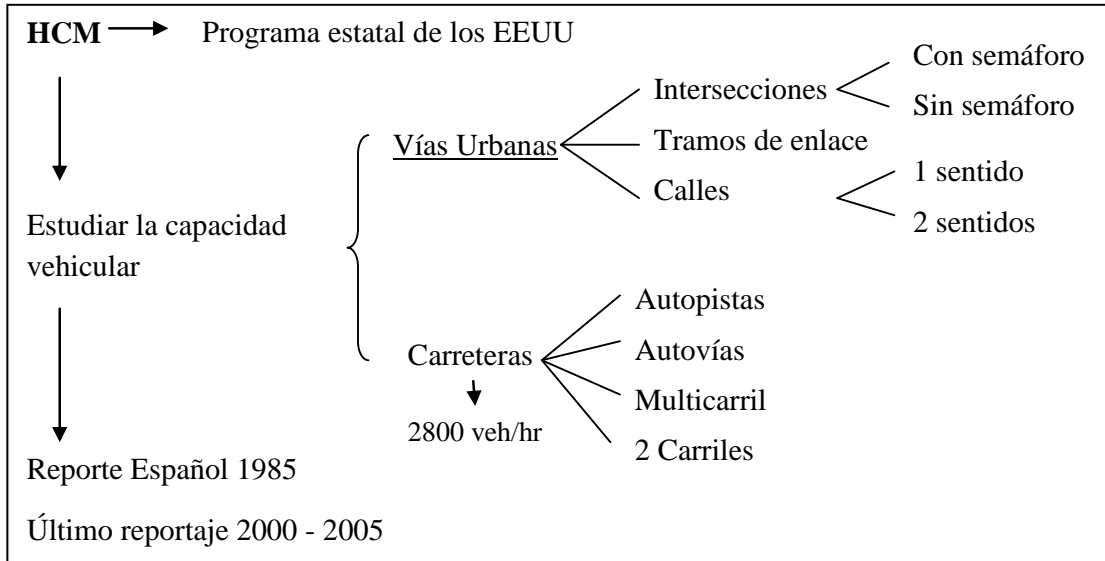


Figura 13. Mapa conceptual Método HCM

$$Cap.real = Cap.ideal * factores.de.reduccion$$

El parámetro de capacidad en la ingeniería de tráfico es muy importante para definir si las vías urbanas o carretera son suficientes para la cantidad de vehículos que circulan por ella, para el estudio de capacidades vehiculares el programa de los Estados Unidos HCM (Manual de Capacidad de carreteras) es el documento más con los diversos procedimientos para todo tipo de condiciones tanto en vías urbanas como en carreteras, en el ámbito sudamericano solo se dispone del manual de capacidad el INVIAS de Colombia para carreteras de dos carriles en dos sentidos.

En nuestro medio no existe una normativa propia para el cálculo de capacidad vehicular adoptamos tanto del HCM como del manual INVIAS de acuerdo a las características de los proyectos y estudios que se realizan.

2.15.1. Capacidad en vías Interrumpidas.-

A diferencia de las vías ininterrumpidas estas si encuentra a lo largo de su trazo distintas interrupciones debido a que en la vía existe una serie de factores que afecta la circulación que provoca una interrupción del tráfico.

Entre estos factores podemos anotar los siguientes:

- a) Semáforos en intersección a nivel
- b) Cruce de peatones
- c) Detención de vehículos por diversas causas
- d) Detención de usos de transporte público por el ascenso y descenso de pasajeros.
- e) Paquetes de tránsito que regulan la circulación entre intersecciones.
- f) Dimensiones de acceso o un intersección y visibilidad

Todos estos factores además de otros de menor importancia generan una interrupción en las vías urbanas de manera que afectan a la capacidad vehicular.

2.15.1.1. Capacidad por el método de HCM.-

Al igual que la capacidad de carreteras el manual de capacidad de HCM de la administración federal de caminos de Estados Unidos han determinado las bases para obtener valores de capacidad en vías ininterrumpidas para ello se establece lo siguiente metodología:

- 1) Se determina la capacidad básico es la capacidad que puede darse como máximo en un acceso de vía urbana en las condiciones normales para ello se tienen dos ábacos uno para accesos en un solo sentido y el otro para accesos de doble sentido, esos ábacos además consideran si la zona urbana estudiada es central intermedia o periférica, además considera si una tiene

estacionamiento permitido bajo esas condiciones se determina la capacidad básico.

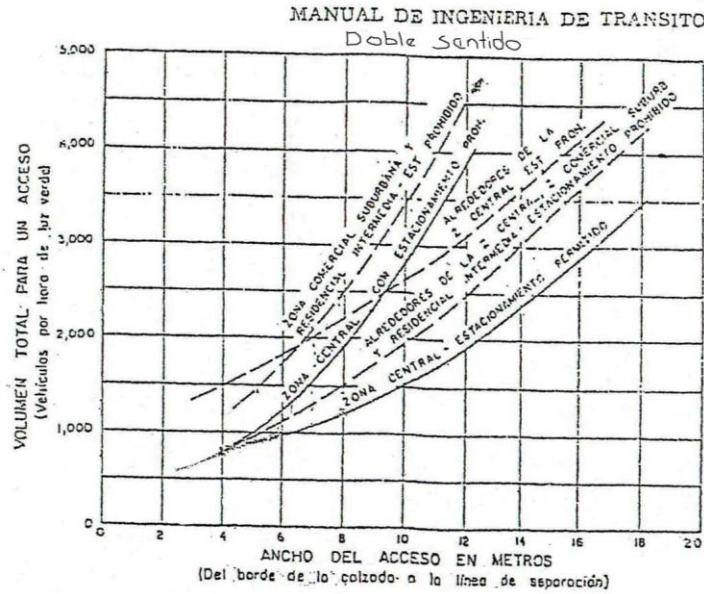


Figura 14. Abaco para carreteras Doble sentido

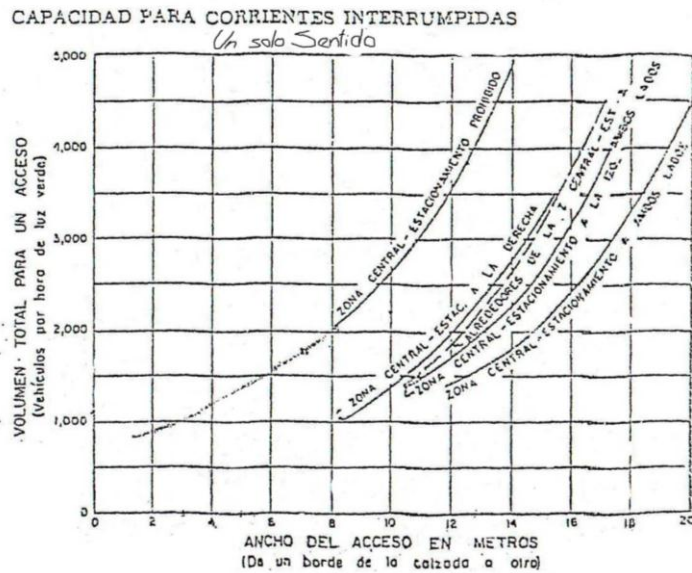


Figura 15. Abaco para carreteras Un solo sentido

- 2) Una vez que se dispone de la capacidad básica se dispone a determinar la capacidad practica que por las condiciones del trazo urbano tanto geométricas como de circulación debe tomarse una cierta conservación de un grado de seguridad por lo que la capacidad practica considera un 10% menos que la capacidad básica es decir que la capacidad practica es igual:

$$Cap.practica = 0,9 * Capacidad.basica$$

- 3) Para obtener la capacidad real deben considerarse las condiciones de circulación cuya afectación inciden en la capacidad real por ello se tiene las siguientes condiciones.
- a) Sustraer el 1% por cada 1% que los buses y camiones pasen del 10% del número total de vehículos.
 - b) Sustraer el 0,5% por cada 1% en que el volumen del tráfico que gira a la derecha pasa del 10% del número total de vehículos.
 - c) Sustraer el 1% por cada 1% en que el volumen del tráfico que gira a la izquierda pasa del 10% del número total de vehículos.
 - d) Por paradas de buses antes de la intercesión restar el 10%.
 - e) Por paradas de buses después de la intercesión restar el 5% en zonas intermedias y periféricas.
 - f) Por estacionamiento permitido restar 1,80 m del ancho de acceso y luego hacer as condiciones ya indicadas

Con estas condiciones la capacidad real es igual a la siguiente relación.

$$Cap.real = Cap.practica * fvp * fgi * fgd * fpa$$

fvp = factor de vehículos pesados

fgi = factor de giros izquierda

fgd = factor de giros derecha

fpa = factor de paradas

- 4) Existe consideraciones diferentes cuando el acceso tiene un carril suplementario para los movimientos de giro ya sea izquierda o derecha, el procedimiento que se sigue cuando hay carril suplementario es el siguiente.
 - a) Se determina la capacidad básica del Abaco correspondiente.
 - b) Se determina la capacidad práctica reduciendo en un 10% la capacidad básica.
 - c) Añadir un 5% por carril suplementario a la derecha.
 - d) Añadir un 10% por carril suplementario a la izquierda.
 - e) Añadir un 15% cuando existen ambos carriles suplementarios.
 - f) Restar el 5% por paradas de obnibuses después de la intersección y 105 antes de la intersección.
 - g) Si la intersección es semaforizada el manual de capacidad establece dos posibilidades de cálculo:
 - 1) Proceder con otra metodología que establece el HCN para intersecciones sanforizadas denominada DARS.
 - 2) Reducir la capacidad determinada considerando solamente a hora verde.

2.16. El tráfico como fuente de emisiones contaminantes.-

Actualmente el medio ambiente urbano preocupa, no sólo a los propios ciudadanos, que cada vez son más conscientes de las condiciones del entorno en el que viven, sino que las autoridades sanitarias y los responsables políticos han tomado conciencia de estos problemas. Existe, por ejemplo, una creciente sensibilización ante el ruido que tiene su reflejo en las normativas municipales, y se constata que existe una tendencia a salir de las grandes ciudades a la hora de adquirir una vivienda, entre otras razones para disfrutar de un mejor entorno.

La contaminación atmosférica es un problema que afecta directamente a la calidad de ese medio urbano y, por tanto, a la calidad de vida, y en el mundo occidental ya forma parte de los programas de vigilancia ambiental en las áreas urbanas y metropolitanas. No es extraño pues que se oigan a menudo en los medios de

comunicación frases como *"La contaminación atmosférica es uno de los mayores problemas ambientales de las grandes ciudades"*.

Entre los sectores de actividad que más contaminan podemos citar la industria y el transporte, de gran importancia en el ámbito urbano: la concentración del empleo en las zonas céntricas y la gran extensión de las ciudades generan una gran necesidad de movilidad y ésta debe satisfacerse con un transporte adecuado. Esto hace que los impactos negativos sean mayores que en el ámbito rural, donde el efecto se diluye más en el espacio, ya que la demanda es menor en términos totales.

Siendo cuantitativamente más nociva la industria, es sin embargo el transporte el sector en el que todos estamos implicados como usuarios directos: la contaminación debida al tráfico es la suma de infinitas pequeñas contribuciones particulares y un uso racional del mismo podría reducir los niveles de emisiones de manera efectiva. Para ello es preciso conocer cómo se generan las emisiones y cuáles son sus repercusiones desde el punto de vista del aumento de la contaminación que sufre el ciudadano (inmisión); de esta forma podrían ponerse en marcha soluciones efectivas, sin caer en afirmaciones infundadas, como las que afirman que la reducción del número de vehículos es la única medida eficaz para reducir la contaminación.

Muchos son los esfuerzos realizados para tratar de conocer mejor el origen de las emisiones contaminantes.

Sin embargo, análisis más detallados revelan que las emisiones no sólo dependen del número de vehículos que circulan, sino también de factores como la velocidad y aceleración de los mismos, la formulación de los combustibles y el rendimiento de los motores. Las soluciones por este camino se orientan a tratar de optimizar el transporte, aumentando su eficiencia y minimizando el consumo de combustible, o sea, reducir la contaminación sin disminuir el número de kilómetros recorridos. Se trata de emplear tanto medidas "técnicas" como "no técnicas", algunas de ellas de capital importancia, como el fomento del transporte colectivo. El conocimiento, por

ejemplo, de cuál es la forma de conducir menos contaminante o cómo debería ser la distribución óptima del flujo de tráfico en una ciudad podrían ser herramientas útiles para paliar el problema, pues es en el proceso que genera las emisiones donde podremos actuar.

Desde el punto de vista de su impacto en la atmósfera, en el tráfico intervienen numerosos factores. El proceso determinante está en la combustión que tiene lugar en el motor, donde existen unos compuestos que son quemados, liberándose la energía necesaria para el movimiento y emitiéndose a la atmósfera los gases y partículas que resultan de dicha combustión. El tipo, tamaño, condiciones de mantenimiento y presencia de sistemas catalizadores influyen como se ve en la siguiente figura notablemente en el proceso, así como las condiciones externas al vehículo: la velocidad de circulación, temperatura ambiente, pendiente o altitud de la vía, etc. Estas emisiones, como las de cualquier otra fuente, son dispersadas por las condiciones atmosféricas, pudiendo llegar a afectar a la población, la vegetación, etc.

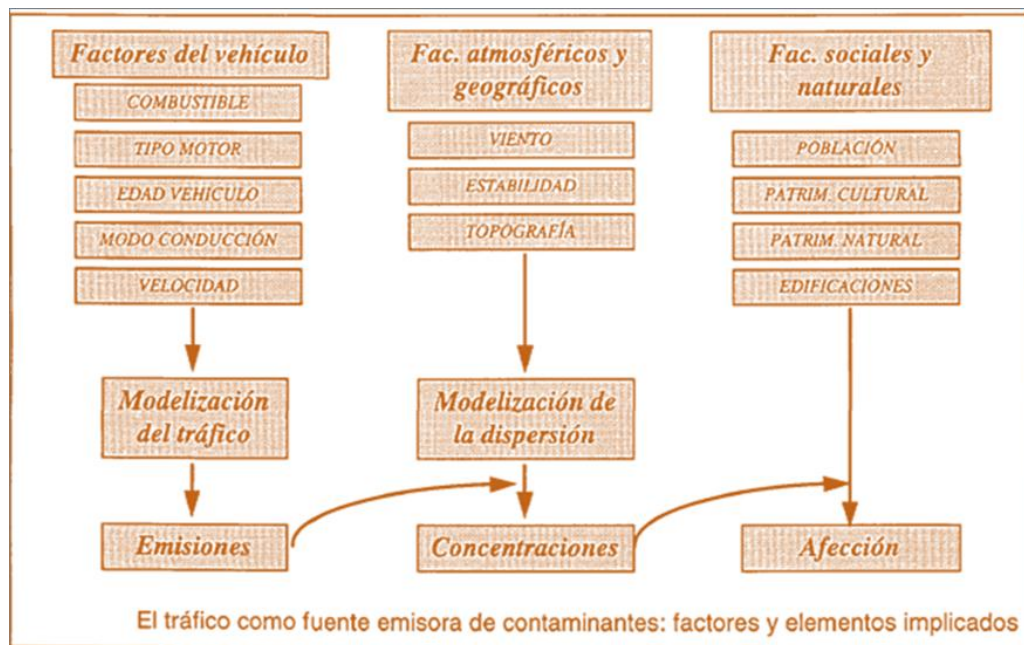


Figura 16. El tráfico como fuente emisora de contaminantes: factores y elementos implicados

3. Cálculos y Resultados.-

3.1. Índice de Crecimiento.-

Año	Total
2000	22416
2001	23479
2002	23888
2003	24808
2004	26843
2005	27342
2006	28360
2007	29378
2008	30397
2009	31415
2010	32433
2011	33452
2012	34470

Cuadro 1. Datos INE Parque Automotor

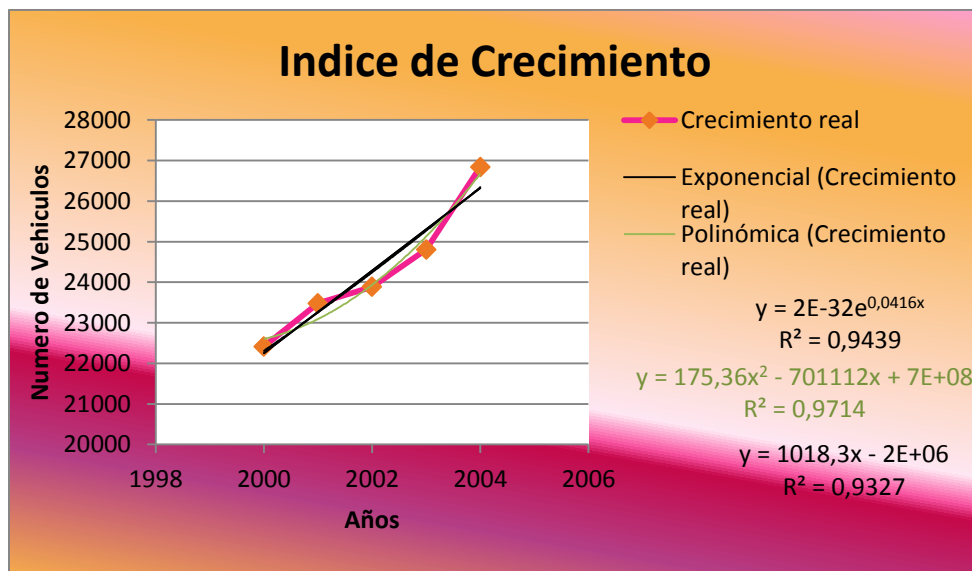


Figura 16. Gráfico de Índice de Crecimiento

3.2. Estimación de la Población.-

Proyecciones inter - censales

$$TC = 100 * \left(\sqrt[n]{\frac{\text{Población final}}{\text{Población inicial}}} - 1 \right)$$

$$P_t = P_0 * \left(1 + \frac{TC}{100} \right)^t$$

Dónde:

TC = Tasa de crecimiento anual

P_t = Población año t

P₀ = Población año base

n = número de años entre población final e inicial

t = número de años a proyectar

3.2.1. Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional

Población 2000 = **22416,0 veh.**

Población 2004 = **26843,00 veh.**

Número de años = **4**

$$TC = 100 * \left(\sqrt[4]{\frac{26843}{22416}} - 1 \right) = 4,61\%$$

3.2.2. Proyección de la población

Población 2004 = **26843,00 veh.**

Tasa crecimiento = **4,61 %**

Año 18 = 2022

Año 28 = 2032

$$P_{2022} = 26843 * \left(1 + \frac{4,61}{100}\right)^{18} = 60415,54veh$$

$$P_{2032} = 26843 * \left(1 + \frac{4,61}{100}\right)^{28} = 94815,80veh$$

3.3. Relaciones entre parámetros.-

Horario	Velocidad	Velocidad	Densidad
	m/s	Km/hr	Veh/km
6:00 - 7:00	6.56	23.616	16.85
7:00 - 8:00	6.00	21.600	25.65
8:00 - 9:00	6.35	22.860	19.73
9:00 - 10:00	6.57	23.652	18.60
10:00 - 11:00	6.86	24.696	15.39
11:00 - 12:00	6.12	22.032	18.38
12:00 - 13:00	5.87	21.132	26.64
13:00 - 14:00	7.76	27.936	3.47
14:00 - 15:00	6.64	23.904	11.92
15:00 - 16:00	6.46	23.256	19.78
16:00 - 17:00	6.72	24.192	17.65
17:00 - 18:00	6.45	23.220	22.31
18:00 - 19:00	5.97	21.492	29.17
19:00 - 20:00	6.71	24.156	16.15
20:00 - 21:00	7.16	25.776	7.80

Cuadro 2. Relación entre Parámetros

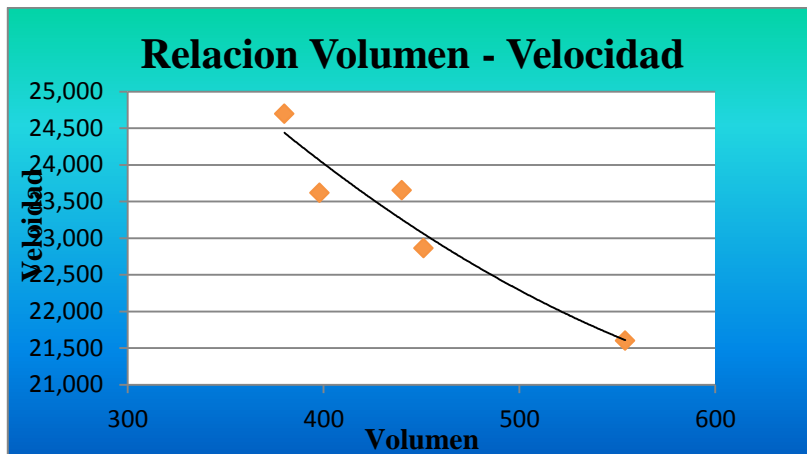


Figura 17. Relación Volumen - Velocidad

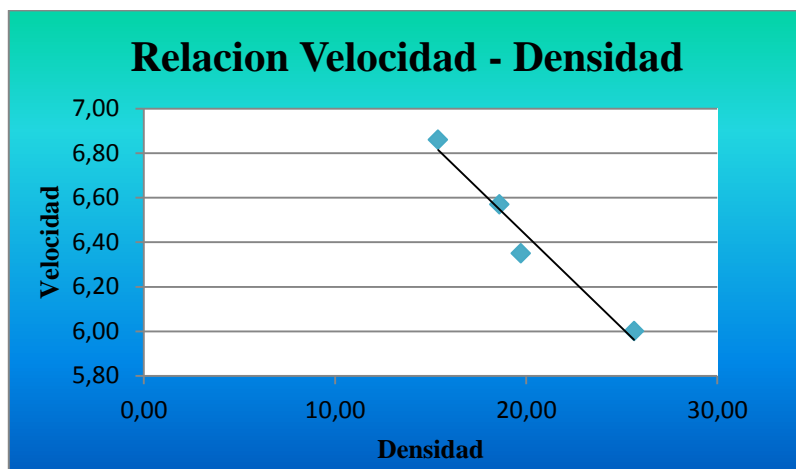


Figura 18. Relación Velocidad - Densidad

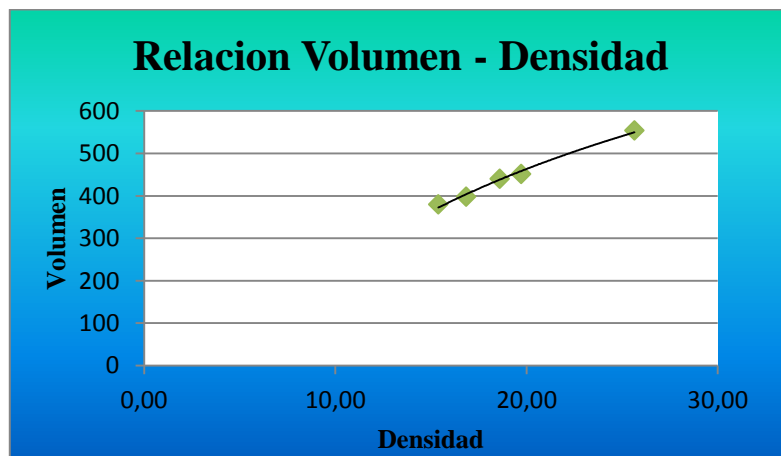


Figura 19. Relación Volumen - Densidad

3.4. Cálculo de capacidades.-

El procedimiento para encontrar la capacidad en las calles de las intersecciones en estudio se lo realizó de la siguiente manera:

- **Intersección 1:**

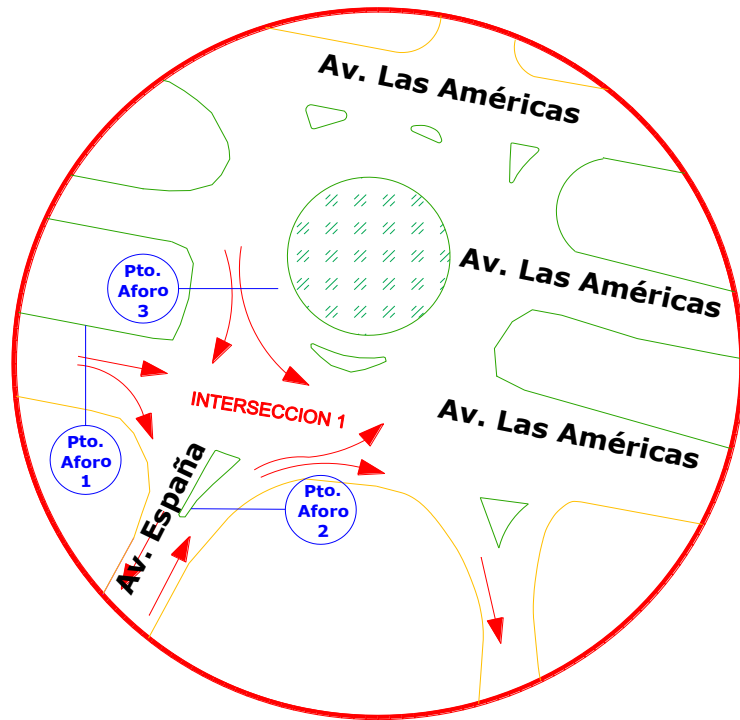


Figura 20. Intersección I

3.4.1. Capacidad en la Av. de las Américas (Punto 1).-

Datos:

Ancho de la calle = 12,4 m

a = 12,4 m

Un solo sentido

Zona central estacionamiento a la derecha

Fase verde = 22 Seg.

Fase rojo = 18 Seg.

Amarillo = 2 Seg.

Ciclo total = 42 Seg.

☞ **Por paradas antes de la intersección restar 1,8 m.**

Nuevo = 3,4 m

$$\boxed{Cap.real = Cap.practica * Fgi * Fgd * Fvp * Fpai}$$

Con: a = 10,6 m

☞ **Capacidad Ideal = 1600 Veh/hr** → **De tabla**

$$\boxed{Cap.practica = Cap.Ideal * 0,9}$$

☞ **Capacidad practica = 1440 Veh/hr** → **De tabla**

☞ **Factor por Giro Izquierda y Derecha.-**

% = 30 max $\boxed{f_{gi} = (\% - 10) * 1\%}$

fgi = 16,72 %

% = 30 max $\boxed{f_{gd} = (\% - 10) * 0,5\%}$

fgd = 0.00 %

Fgi = 0,833 $\boxed{F_{GI} = \frac{100 - f_{gi}}{100}}$

Fgd = 1,000 $\boxed{F_{GD} = \frac{100 - f_{gd}}{100}}$

☞ **Factor por vehículos pesados.-**

Si % vehículos pesados > 10%

$$\boxed{F_{VP} = \frac{100 - (\% - 10\%)}{100}}$$

Si % vehículos pesados < 10%

$$\boxed{F_{VP} = \frac{100 - (10\% - \%)}{100}}$$

$$F_{vp} = 0,920$$

☞ **Factor por paradas antes y después de la intersección.-**

$$F_{pai} = 0,90$$

$$F_{pdi} = 0,95$$

$$\text{Capacidad real} = 934 \text{ Veh/hr}$$

Calculo de la capacidad en la intersección por fase de hora verde, por semáforos debido a que esta intersección cuenta con semaforización.

$$Cap.real = cap.real * \frac{fverde}{Ciclototal}$$

$$\text{Capacidad real fase verde} = 1976 \text{ Veh/hr}$$

$$\text{Promedio de vehículos que pasan} = 1361 \text{ Veh/hr}$$

☞ **Análisis del Nivel de Servicio.-**

$$\frac{V}{C} = 0,69 \text{ Nivel de Servicio D}$$

$$\text{Volumen} = 1361 \text{ Veh/hr}$$

3.4.2. Capacidad en la Av. España (Punto 2).-

Datos:

$$\text{Ancho de la Calle} = 10,4 \text{ m}$$

$$a = 5,2 \text{ m}$$

Doble sentido

Zona central estacionamiento permitido

Fase verde=	16 seg
Amarillo=	2 seg
Fase rojo=	22 seg
Ciclo total=	40 seg


☞ **Por paradas antes de la intersección restar 1,8 m**

Nuevo a = 3,4 m

$$Cap.real = Cap.practica * Fgi * Fgd * Fvp * Fpai$$

☞ **Capacidad Ideal = 650 Veh/hr**  **De tabla**

$$Cap.practica = Cap.Ideal * 0,9$$

☞ **Capacidad practica = 585 Veh/hr**  **De tabla**

☞ **Factor por Giro Izquierda y Derecha.-**

$$Fgi = 1,0$$

$$Fgd = 0,8$$

☞ **Factor por vehículos pesados.-**

Si % vehículos pesados > 10%

$$F_{VP} = \frac{100 - (\% - 10\%)}{100}$$

Si % vehículos pesados < 10%

$$F_{VP} = \frac{100 - (10\% - \%)}{100}$$

$$Fvp = 0,912$$

☞ **Factor por paradas antes y después de la intersección.-**

$$Fpai = 0,90$$

$$Fpdi = 1,00$$

$$Capacidad real = 384 Veh/hr$$

Calculo de la capacidad en la intersección por fase de hora verde, por semáforos debido a que esta intersección cuenta con semaforización.

$$Cap.real = cap.real * \frac{fverde}{Ciclototal}$$

$$\text{Capacidad real fase verde} = 154 \text{ Veh/hr}$$

☞ **Análisis del Nivel de Servicio.-**

$$\frac{V}{C} = \longrightarrow 2,8 \text{ Nivel de Servicio F}$$

$$\text{Volumen} = 434 \text{ Veh/hr}$$

☞ **Nuevo ancho de carril para mejorar el nivel de servicio (NS) a Nivel D**

$$\text{Nivel de servicio D} \quad \frac{V}{C} = 0,7 \text{ máximo}$$

☞ **Capacidad real fase verde = 621 Veh/hr**

$$Cap.real = Cap.real\ fase\ verde \left(\frac{Ciclo\ Total}{Fase\ Verde} \right)$$

☞ **Capacidad real = 1551 Veh/hr**

$$Cap.real = Cap.practica * Fgi * Fgd * Fvp * Fpai$$

$$Cap.practica = \frac{Cap.real}{Fgi * Fgd * Fvp * Fpai}$$

☞ **Capacidad Practica = 2363 Veh/hr**

$$Cap.teorica = \frac{Cap.practica}{0,90}$$

☞ **Capacidad Teórica = 2625 Veh/hr**

Nuevo ancho de carril = 15,5 m \longrightarrow De tabla

3.4.3. Capacidad en la calle de la Rotonda (Punto 3).-

Datos:

Ancho de la Calle = 11,12 m

a = 11,12 m

Un solo sentido

Zona central estacionamiento prohibido

Fase verde= 18 seg

Amarillo= 2 seg

Fase rojo= 24 seg

Ciclo total= 44 seg

$$Cap.real = Cap.practica * Fgi * Fgd * Fvp * Fpai$$

☞ Capacidad Ideal = 3100 Veh/hr ➡ De tabla

$$Cap.practica = Cap.Ideal * 0,9$$

☞ Capacidad practica = 2790 Veh/hr ➡ De tabla

☞ Factor por Giro Izquierda y Derecha.-

$$Fgi = 0,80$$

$$Fgd = 1,00$$

☞ Factor por vehículos pesados.-

Si % vehículos pesados > 10%

$$F_{VP} = \frac{100 - (\% - 10\%)}{100}$$

Si % vehículos pesados < 10%

$$F_{VP} = \frac{100 - (10\% - \%)}{100}$$

$$Fvp = 0,921$$

☞ **Factor por paradas antes y después de la intersección.-**

$$F_{pai} = 1,00$$

$$F_{pdi} = 0,95$$

$$\text{Capacidad real} = 1952 \text{ Veh/hr}$$

Calculo de la capacidad en la intersección por fase de hora verde, por semáforos debido a que esta intersección cuenta con semaforización.

$$\text{Cap.real} = \text{cap.real} * \frac{f_{verde}}{\text{Ciclototal}}$$

$$\text{Capacidad real fase verde} = 799 \text{ Veh/hr}$$

☞ **Análisis del Nivel de Servicio.-**

$$\frac{V}{C} = \longrightarrow 0,6 \text{ Nivel de Servicio D}$$

$$\text{Volumen} = 449 \text{ Veh/hr}$$

- **Intersección 2:**

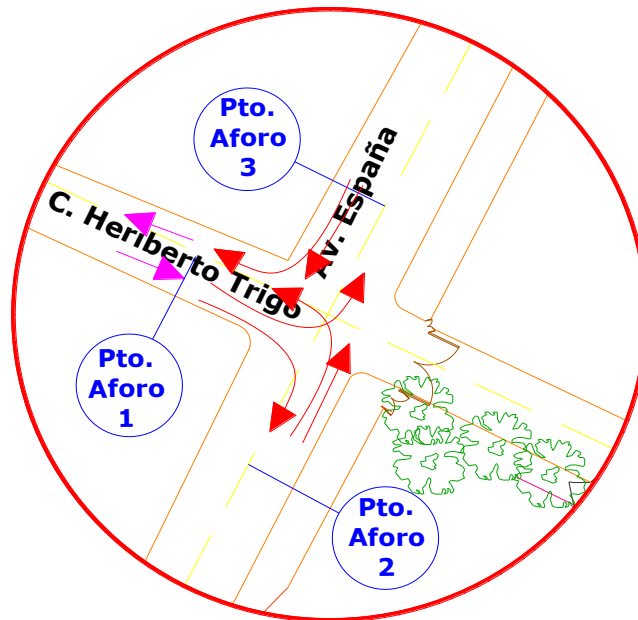


Figura 21. Intersección II

3.4.4. Capacidad en la Calle Heriberto Trigo (Punto 1).-

Datos:

Ancho de la Calle = 8,00 m

a = 4,00 m

Doble sentido

Zona central estacionamiento a la derecha

☞ **Por paradas antes de la intersección restar 1,8 m**

Nuevo a = 2,2 m

$$\boxed{Cap.real = Cap.practica * Fgi * Fgd * Fvp * Fpai}$$

☞ **Capacidad Ideal = 650 Veh/hr** → **De tabla**

$$\boxed{Cap.practica = Cap.Ideal * 0,9}$$

☞ **Capacidad practica = 585 Veh/hr** → **De tabla**

☞ **Factor por Giro Izquierda y Derecha.-**

$$Fgi = 0,860$$

$$Fgd = 0,940$$

☞ **Factor por vehículos pesados.-**

Si % vehículos pesados > 10%

$$\boxed{F_{VP} = \frac{100 - (\% - 10\%)}{100}}$$

Si % vehículos pesados < 10%

$$\boxed{F_{VP} = \frac{100 - (10\% - \%)}{100}}$$

$$Fvp = 0,920$$

☞ **Factor por paradas antes y después de la intersección.-**

$$Fpai = 0,90$$

$$Fpdi = 1,00$$

$$\text{Capacidad real} = 391 \text{ Veh/hr}$$

☞ **Análisis del Nivel de Servicio.-**

$$\frac{V}{C} = 0,57 \text{ Nivel de Servicio D}$$

$$\text{Volumen} = 239 \text{ Veh/hr}$$

☞ **Nuevo ancho de carril para mejorar el nivel de servicio (NS) a Nivel B**

$$\text{Nivel de servicio B} \quad \frac{V}{C} = 0,1 \text{ máximo}$$

☞ **Capacidad real** = 2388 Veh/hr

$$\text{Cap.real} = \text{Cap.practica} * F_{gi} * F_{gd} * F_{vp} * F_{pai}$$

$$\text{Cap.practica} = \frac{\text{Cap.real}}{F_{gi} * F_{gd} * F_{vp} * F_{pai}}$$

☞ **Capacidad Practica** = 3569 Veh/hr

$$\text{Cap.teorica} = \frac{\text{Cap.practica}}{0,90}$$

☞ **Capacidad Teórica** = 3966 Veh/hr

$$\text{Nuevo ancho de carril} = 16,2 \text{ m} \rightarrow \text{De tabla}$$

3.4.5. Capacidad en la Avenida España – Subida (Punto 2).-

Datos:

$$\text{Ancho de la Calle} = 10,23 \text{ m}$$

$$a = 5,12 \text{ m}$$

Doble Sentido

Zona central estacionamiento permitido


☞ **Por paradas antes de la intersección restar 1,8 m**

$$\text{Nuevo } a = 3,32 \text{ m}$$

$$Cap.real = Cap.practica * Fgi * Fgd * Fvp * Fpai$$

☞ **Capacidad Ideal** = 650 Veh/hr  **De tabla**

$$Cap.practica = Cap.Ideal * 0,9$$

☞ **Capacidad practica** = 585 Veh/hr  **De tabla**

☞ **Factor por Giro Izquierda y Derecha.-**

$$Fgi = 0,912$$

$$Fgd = 1,00$$

☞ **Factor por vehículos pesados.-**

Si % vehículos pesados > 10%

$$F_{VP} = \frac{100 - (\% - 10\%)}{100}$$

Si % vehículos pesados < 10%

$$F_{VP} = \frac{100 - (10\% - \%)}{100}$$

$$Fvp = 0,921$$

☞ **Factor por paradas antes y después de la intersección.-**

$$Fpai = 0,90$$

$$Fpdi = 0,95$$

$$Capacidad real = 419 \text{ Veh/hr}$$

☞ **Análisis del Nivel de Servicio.-**

$$\frac{V}{C} = \text{img alt="blue arrow" data-bbox="315 655 385 675} \text{ 0,62 Nivel de Servicio D}$$

$$Volumen = 258 \text{ Veh/hr}$$

☞ **Nuevo ancho de carril para mejorar el nivel de servicio (NS) a Nivel B**

Nivel de servicio B $\frac{V}{C} =$ 0,1 máximo

☞ **Capacidad real** = 2388 Veh/hr


$$Cap.real = Cap.practica * Fgi * Fgd * Fvp * Fpai$$

$$Cap.practica = \frac{Cap.real}{Fgi * Fgd * Fvp * Fpai}$$

☞ **Capacidad Practica = 3605 Veh/hr**

$$Cap.teorica = \frac{Cap.practica}{0,90}$$

☞ **Capacidad Teórica = 4005 Veh/hr**

Nuevo ancho de carril = 18 m  **De tabla**

3.4.6. Capacidad en la Avenida España – Bajada (Punto 3).-

Datos:

Ancho de la Calle = 10,8 m

a = 5,4 m

Doble Sentido

Zona central estacionamiento permitido


☞ **Por paradas antes de la intersección restar 1,8 m**

Nuevo a = 3,6 m

$$Cap.real = Cap.practica * Fgi * Fgd * Fvp * Fpai$$

☞ **Capacidad Ideal = 700 Veh/hr**  **De tabla**

$$Cap.practica = Cap.Ideal * 0,9$$

☞ **Capacidad practica = 630 Veh/hr**  **De tabla**

☞ **Factor por Giro Izquierda y Derecha.-**

Fgi = 1,00

Fgd = 0,90

☞ **Factor por vehículos pesados.-**

Si % vehículos pesados > 10%

$$F_{VP} = \frac{100 - (\% - 10\%)}{100}$$

Si % vehículos pesados < 10%

$$F_{VP} = \frac{100 - (10\% - \%)}{100}$$

Fvp = 0,904

☞ **Factor por paradas antes y después de la intersección.-**

Fpai = 1,00

Fpdi = 0,95

Capacidad real = 486 Veh/hr

☞ **Análisis del Nivel de Servicio.-**

$$\frac{V}{C} = \longrightarrow \mathbf{0,91 \text{ Nivel de Servicio E}}$$

Volumen = 441 Veh/hr

☞ **Nuevo ancho de carril para mejorar el nivel de servicio (NS) a Nivel C**

Nivel de servicio C $\frac{V}{C} =$ 0,1 máximo

☞ **Capacidad real = 1471 Veh/hr**

$$Cap.real = Cap.practica * Fgi * Fgd * Fvp * Fpai$$

$$Cap.practica = \frac{Cap.real}{Fgi * Fgd * Fvp * Fpai}$$

☞ **Capacidad Practica = 1903 Veh/hr**

$$Cap.teorica = \frac{Cap.practica}{0,90}$$

☞ **Capacidad Teórica = 2115 Veh/hr**

Nuevo ancho de carril = 13,5 m \longrightarrow De tabla

3.4.7. Capacidades en las vías de Entrada y Salida de la Universidad

- **Entrada de la Universidad:**



Figura 22. Entrada del Campus Universitario

Datos:

Ancho de la Calle = 4,4 m

a = 4,4 m

Doble Sentido

Zona central estacionamiento permitido

$$Cap.real = Cap.practica * Fgi * Fgd * Fvp * Fpai$$

☞ Capacidad Ideal = 900 Veh/hr ➡ De tabla

$$Cap.practica = Cap.Ideal * 0,9$$

☞ Capacidad practica = 810 Veh/hr ➡ De tabla

☞ Factor por Giro Izquierda y Derecha.-

Fgi = 1,00

Fgd = 1,00

☞ **Factor por vehículos pesados.-**

Si % vehículos pesados > 10%

$$F_{VP} = \frac{100 - (\% - 10\%)}{100}$$

Si % vehículos pesados < 10%

$$F_{VP} = \frac{100 - (10\% - \%)}{100}$$

Fvp = 0,903

☞ **Factor por paradas antes y después de la intersección.-**

Fpai = 1,00

Fpdi = 1,00

Capacidad real = 810 Veh/hr

☞ **Análisis del Nivel de Servicio.-**

$$\frac{V}{C} = \longrightarrow 0,18 \text{ Nivel de Servicio C}$$

Volumen = 441 Veh/hr

- **Salida de la Universidad:**

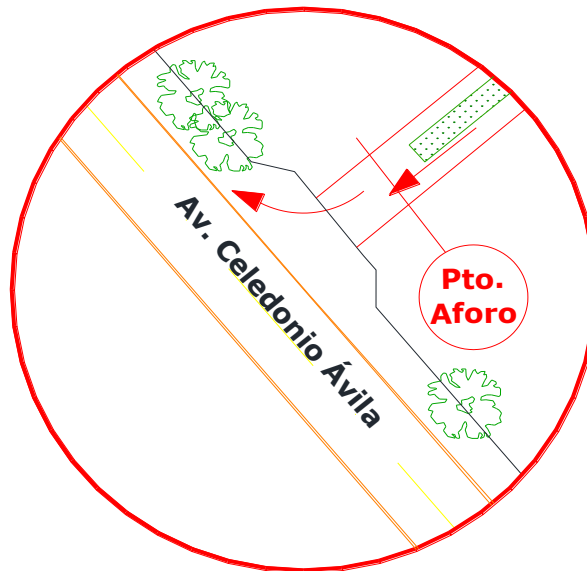


Figura 23. Salida del Campus Universitario

Datos:

Ancho de la Calle = 4,8 m

a = 4,8 m


Doble Sentido

Zona central estacionamiento permitido

$$Cap.real = Cap.practica * Fgi * Fgd * Fvp * Fpai$$

☞ **Capacidad Ideal** = 900 Veh/hr  De tabla

$$Cap.practica = Cap.Ideal * 0,9$$

☞ **Capacidad practica** = 810 Veh/hr  De tabla

☞ **Factor por Giro Izquierda y Derecha.-**

$$Fgi = 1,00$$

$$Fgd = 1,00$$

☞ **Factor por vehículos pesados.-**

Si % vehículos pesados > 10%

$$F_{VP} = \frac{100 - (\% - 10\%)}{100}$$

Si % vehículos pesados < 10%

$$F_{VP} = \frac{100 - (10\% - \%)}{100}$$

$$Fvp = 0,9$$

☞ **Factor por paradas antes y después de la intersección.-**

$$Fpai = 1$$

$$Fpdi = 1$$

$$Capacidad real = 656 Veh/hr$$

☞ **Análisis del Nivel de Servicio.-**

$$\boxed{\frac{V}{C} = 0,18} \rightarrow \text{Nivel de Servicio C}$$

Volumen = 116 Veh/hr

3.5. Cálculos de Alternativas.-

3.5.1. Alternativa 1.

❖ **Estacionamientos prohibidos:**

Intersección I.-

- *Capacidad del acceso Avenida de las Américas*

Capacidad real = 5215 Veh/hr

Promedio de vehículos que pasan = 1361 Veh/hr

Análisis del Nivel de Servicio.-

$$\boxed{\frac{V}{C} = 0,26} \rightarrow \text{Nivel de servicio D}$$

V = 1361 Veh/hr

- *Capacidad en el acceso Avenida España*

Capacidad real = 381 Veh/hr

Promedio de vehículos que pasan = 434 Veh/hr

Análisis del Nivel de Servicio.-

$$\boxed{\frac{V}{C} = 1,1} \rightarrow \text{Nivel de servicio F}$$

V = 434 Veh/hr

Intersección II.-

- *Capacidad del acceso C. Heriberto Trigo*

Capacidad real = 769 Veh/hr

Promedio de vehículos que pasan = 239 Veh/hr

Análisis del Nivel de Servicio.-

$$\boxed{\frac{V}{C}} = 0,31 \rightarrow \text{Nivel de servicio D}$$

$$V = 239 \text{ Veh/hr}$$

- **Capacidad del acceso Avenida España (Subida)**

Capacidad real = 1055 Veh/hr

Promedio de vehículos que pasan = 258 Veh/hr

Análisis del Nivel de Servicio.-

$$\boxed{\frac{V}{C}} = 0,24 \rightarrow \text{Nivel de servicio D}$$

$$V = 258 \text{ Veh/hr}$$

- **Capacidad del acceso Avenida España (Bajada)**

Capacidad real = 1098 Veh/hr

Promedio de vehículos que pasan = 441 Veh/hr

Análisis del Nivel de Servicio.-

$$\boxed{\frac{V}{C}} = 0,40 \rightarrow \text{Nivel de servicio E}$$

$$V = 441 \text{ Veh/hr}$$

3.5.2. Alternativa 2.-

- ❖ **Salida de vehículos del Campus Universitario por la misma vía de entrada**

Horarios pico a la salida de la Universidad:

12:00 - 13:00 pm  157 Veh/hr

18:00 - 19:00 pm  148 Veh/hr

Horario: 12:00 -13:00

Cantidad vehicular en la máxima hora pico de subida Av. España = **563 Veh/hr**

Cantidad vehicular en la hora pico que salen de la Universidad = **157 Veh/hr**

Descongestionamiento en Av. España = 406 Veh/hr

En porcentaje: 563 → 100 %

 406 → X %

 X = 72,11

Descongestión → 27,89 %

Horario 18:00 - 19:00

Cantidad vehicular en la máxima hora pico de subida Av. España = **627 Veh/h**

Cantidad vehicular en la hora pico que salen de la Universidad = **148 Veh/hr**

Descongestionamiento en Av. España = 479 Veh/hr

En porcentaje: 627 → 100 %

 479 → X %

 X = 76,40

Descongestión → 23,60 %

Capacidad con el nuevo porcentaje de vehículos:

Promedio de vehículos que por la Av. España en las horas pico = 434 Veh/hr

Promedio de vehículos que salen de la Campus Universitario en las horas pico = 116 Veh/hr

Descongestionamiento en la Av. España (Intersección I) = 318 Veh/hr

Promedio de vehículos que por la Av. España en las horas pico = 258 Veh/hr

Promedio de vehículos que salen de la Campus Universitario en las horas pico = 116 Veh/hr

Descongestionamiento en la Av. España (Intersección II) = 142 Veh/hr

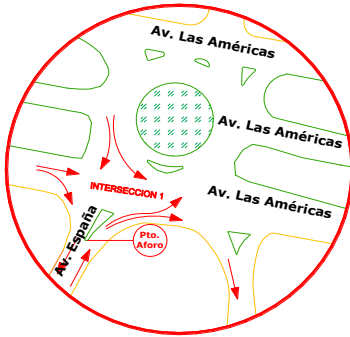
Intersección I:

Doble sentido

Zona comercial suburbana y residencial intermedia -
Estacionamiento prohibido

Capacidad real fase verde = 381 Veh/hr

Descongestionamiento en Av. España = 318 Veh/hr



Análisis del Nivel de Servicio.-

$$\frac{V}{C} = 0,84 \rightarrow \text{Nivel de servicio E}$$

V= 318 Veh/hr

En qué año cambiara a nivel de servicio F

$$\frac{V}{C} = 1,1 \rightarrow \text{Nivel de servicio F}$$

V= 418,88 Veh/hr

i= 4,61 %

$$V_f = V_i \left(1 + \frac{i}{100} \right)^n$$

n = 6 años

El nivel de servicio aumentara en el año 2018

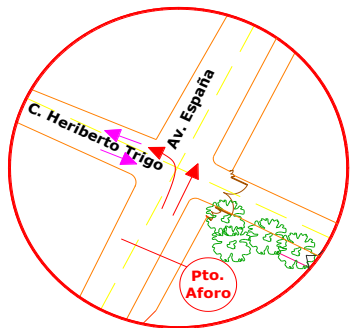
Intersección II:

Doble sentido

Zona comercial suburbana y residencial intermedia -
Estacionamiento prohibido

Capacidad real = 142 Veh/hr

Descongestionamiento en Av. España = 318 Veh/hr



Análisis del Nivel de Servicio.-

$$\frac{V}{C} = 0,34 \rightarrow \text{Nivel de servicio D}$$

V= 142 Veh/hr

En qué año cambiara a nivel de servicio E

$$\frac{V}{C} = 1 \rightarrow \text{Nivel de servicio F}$$

$$V = 419 \text{ Veh/hr}$$

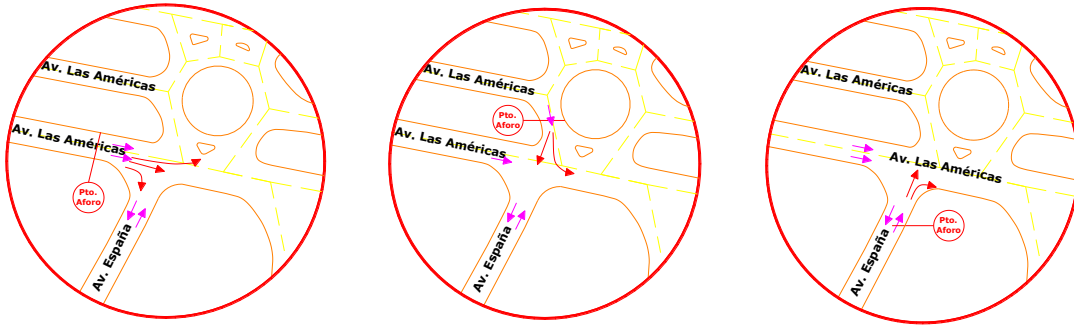
$$i = 4,61 \%$$

$$n = 24 \text{ años}$$

$$V_f = V_i \left(1 + \frac{i}{100} \right)^n$$

El nivel de servicio aumentara en el año 2044

Cantidad de vehículos q pasan por la Av. de las Américas después de la Intersección:



Número de vehículos de frente por la Av. de las Américas= 954 Veh/hr

Número de vehículos Giro Izquierda Rotonda Avenida España= 286 Veh/hr

Número de vehículos Giro Derecha Avenida España= 216 Veh/hr

Salen Universidad= 116 Veh/hr

Total = 1340 Veh/hr

Capacidad pasando la Intersección I sobre la Av. De las Américas

Ancho de la Calle = 10,4 m

a = 5,2 m

Datos:

Un solo sentido

Zona central estacionamiento a la derecha

Capacidad real = 4566 Veh/hr

Número de vehículos actual = 1340 Veh/hr

3.5.3. Alternativa 3.-

❖ Salida de vehículos del Campus Universitario cerca del Coliseo Universitario

Calculo de la Capacidad con el nuevo porcentaje de Vehículos

Intersección I.-

Promedio de vehículos que pasan por las horas pico en la Av. España= 434 Veh/hr

Promedio de vehículos que salen en las horas pico de la Universidad= 116 Veh/hr

Si Heriberto Trigo un solo sentido de salida (-GI) = 187 Veh/hr

Descongestionamiento en Av. España = 318 Vh/hr

Capacidad real fase verde = 381 Veh/hr°

Descongestionamiento en Av. España = 131 Veh/hr

Análisis del Nivel de Servicio.-

$$\boxed{\frac{V}{C}} = 0,34 \rightarrow \text{Nivel de servicio D}$$

En qué año cambiara a nivel de servicio E

$$\boxed{\frac{V}{C}} = 1 \rightarrow \text{Nivel de servicio E}$$

n= 24 años

El nivel de servicio aumentara en el año 2036

Intersección II.-

Promedio de vehículos que pasan por las horas pico en la Av. España = 258 Veh/hr

Promedio de vehículos que salen en las horas pico de la Universidad = 116 Veh/hr

Descongestionamiento en Av. España = 142 Veh/hr

Capacidad real fase verde = 419 Veh/hr°

Descongestionamiento en Av. España = 142 Veh/hr

Análisis del Nivel de Servicio.-

$$\boxed{\frac{V}{C} = 0,34} \rightarrow \text{Nivel de servicio D}$$

En qué año cambiara a nivel de servicio E

$$\boxed{\frac{V}{C} = 1} \rightarrow \text{Nivel de servicio E}$$

n= 24 años

El nivel de servicio aumentara en el año 2044

Cantidad de vehículos q pasan por la Av. de las Américas después de la

Intersección:

Número de vehículos de frente por la Av. de las Américas = 954 Veh/hr

Número de vehículos Giro Izquierda Rotonda Avenida España = 286 Veh/hr

Número de vehículos Giro Derecha Avenida España = 216 Veh/hr

Salen Universidad= 116 Veh/hr

Total= 1572 Veh/hr

Capacidad pasando la Intersección I sobre la Av. De las Américas

Datos:

Un solo sentido

Zona central estacionamiento a la derecha

Capacidad real = 4566 Veh/hr

Número de vehículos actual = 1572 Veh/hr

3.5.4. Alternativa 4.-

❖ Salida de vehículos de la Universidad por un puente al Barrio San Gerónimo

Intersección I.-

Promedio de vehículos que pasan por las horas pico en la Av. España= 434 Veh/hr

Promedio de vehículos que salen en las horas pico de la Universidad= 116 Veh/hr

Descongestionamiento en Av. España = 318 Vh/hr

Capacidad real fase verde = 381 Veh/hr°

Descongestionamiento en Av. España = 318 Veh/hr

Análisis del Nivel de Servicio.-

$$\frac{V}{C} = 0,84 \rightarrow \text{Nivel de servicio E}$$

En qué año cambiara a nivel de servicio F

$$\frac{V}{C} = 1,1 \rightarrow \text{Nivel de servicio F}$$

n= 6 años

El nivel de servicio aumentara en el año 2018

Intersección II.-

Promedio de vehículos que pasan por las horas pico en la Av. España = 258 Veh/hr

Promedio de vehículos que salen en las horas pico de la Universidad = 116 Veh/hr

Descongestionamiento en Av. España = 142 Veh/hr

Capacidad real fase verde = 419 Veh/hr°

Descongestionamiento en Av. España = 142 Veh/hr

Análisis del Nivel de Servicio.-

$$\frac{V}{C} = 0,34 \quad \rightarrow \quad \text{Nivel de servicio D}$$

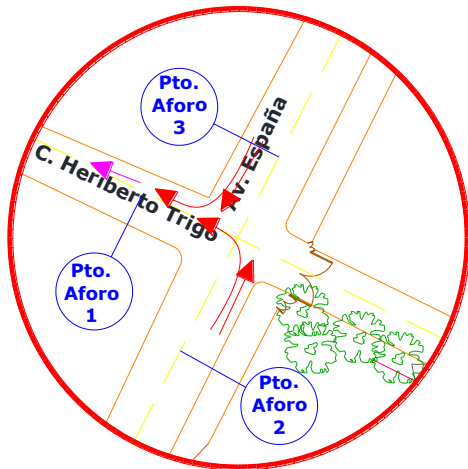
En qué año cambiara a nivel de servicio E

$$\frac{V}{C} = 1 \quad \rightarrow \quad \text{Nivel de servicio E}$$

n= 24 años

El nivel de servicio aumentara en el año 2044

Capacidad Heriberto Trigo en un solo Sentido.-



Datos:

Ancho de la Calle = 8 m

a = 8 m

Un solo Sentido

Zona central estacionamiento a la derecha


☞ Por paradas antes de la intersección restar 1,8 m

Nuevo a = 6,2 m

$$Cap.real = Cap.practica * Fgi * Fgd * Fvp * Fpai$$

☞ **Capacidad Ideal** = 750 Veh/hr  **De tabla**

$$Cap.practica = Cap.Ideal * 0,9$$

☞ **Capacidad practica** = 675 Veh/hr  **De tabla**

☞ **Factor por Giro Izquierda y Derecha.-**

$$Fgi = 0,860$$

$$Fgd = 0,940$$

☞ **Factor por vehículos pesados.-**

Si % vehículos pesados > 10%

$$F_{VP} = \frac{100 - (\% - 10\%)}{100}$$

Si % vehículos pesados < 10%

$$F_{VP} = \frac{100 - (10\% - \%)}{100}$$

$$Fvp = 0,920$$

☞ **Factor por paradas antes y después de la intersección.-**

$$Fpai = 0,9$$

$$Fpdi = 0,95$$

$$Capacidad real = 461 \text{ Veh/hr}$$

Promedio de vehículos que pasan. 239 Veh/hr

☞ **Análisis del Nivel de Servicio.-**

$$\frac{V}{C} = \text{0,52} \text{ Nivel de Servicio D}$$

$$\text{Volumen} = 239 \text{ Veh/hr}$$

En qué año cambiara a nivel de servicio E

$$\frac{V}{C} = 1 \rightarrow \text{Nivel de servicio E}$$

$$V_f = V_i \left(1 + \frac{i}{100} \right)^n$$

$V = 461 \text{ Veh/hr}$

$i = 4,61 \%$

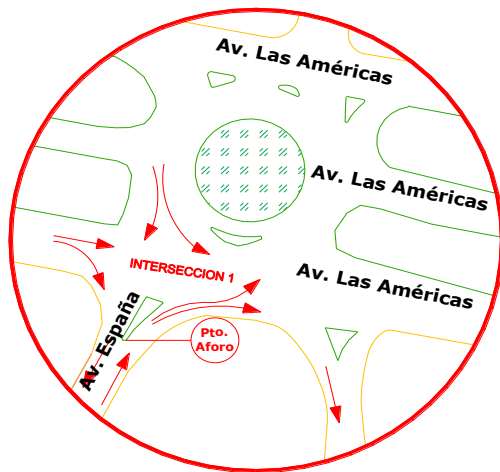
$n = 15 \text{ años}$

El nivel de servicio aumentara en el año 2027

3.5.5. Alternativa 5.-

❖ Direccionando dos carriles en la Avenida España

Estacionamiento prohibido



Datos:

Ancho de la Calle = 10,4 m

a = 5,2 m

Doble sentido

Zona comercial suburbana y residencial intermedia - Estacionamiento prohibido

Capacidad real fase verde = 572 Veh/hr

Promedio de vehículos que pasan (subida) = 434 Veh/hr

Análisis del Nivel de Servicio.

$$\frac{V}{C} = 0,76 \rightarrow \text{Nivel de servicio D}$$

V= 434 Veh/hr

En qué año cambiara a nivel de servicio E

$$\frac{V}{C} = 1,0 \rightarrow \text{Nivel de servicio E}$$

V= 572 Veh/hr

i= 4,61 %

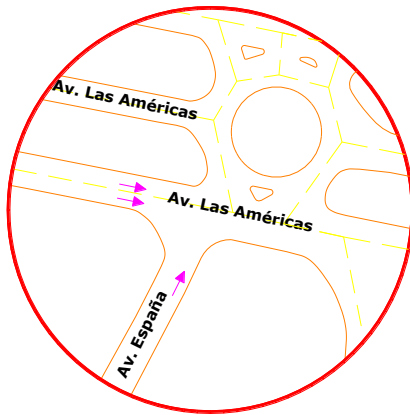
n= 6 años

El nivel de servicio aumentara en el año 2018

3.5.6. Alternativa 6.-

Av. España Un solo sentido:

Análisis en la Avenida España



Datos:

Ancho de la Calle = 9,7 m

a = 9,7 m

Un solo Sentido

Zona central estacionamiento a la derecha


☞ **Por paradas antes de la intersección restar 1,8 m**

Nuevo a = 7,9 m

$$\boxed{Cap.real = Cap.practica * Fgi * Fgd * Fvp * Fpai}$$

☞ **Capacidad Ideal = 990 Veh/hr**  **De tabla**

$$\boxed{Cap.practica = Cap.Ideal * 0,9}$$

☞ **Capacidad practica = 891 Veh/hr**  **De tabla**

☞ **Capacidad real fase verde = 833 Veh/hr**

Promedio de vehículos que pasan: 434 Veh/hr

Máxima cantidad de vehículos en horas pico: 627 Veh/hr

☞ **Análisis del Nivel de Servicio.-**

$$\boxed{\frac{V}{C} = 0,52} \quad \text{Nivel de Servicio D}$$

Volumen = 434 Veh/hr

En qué año cambiara a nivel de servicio E

$$\boxed{\frac{V}{C} = 1} \rightarrow \text{Nivel de servicio E}$$

$$\boxed{V_f = V_i \left(1 + \frac{i}{100}\right)^n}$$

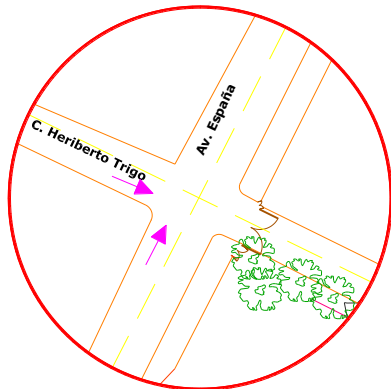
V= 833 Veh/hr

i = 4,61 %

n= 14 años

El nivel de servicio aumentara en el año 2026

Análisis en la Calle Heriberto Trigo:



Datos:

Ancho de la Calle = 8 m

a = 8 m

Un solo Sentido

Zona central estacionamiento a la derecha

☞ Por paradas antes de la intersección restar 1,8 m

Nuevo a = 6,2 m

$$\boxed{Cap.real = Cap.practica * Fgi * Fgd * Fvp * Fpai}$$

☞ Capacidad Ideal = 700 Veh/hr ➡ De tabla

$$\boxed{Cap.practica = Cap.Ideal * 0,9}$$

☞ Capacidad practica = 630 Veh/hr ➡ De tabla

☞ Capacidad real = 431 Veh/hr

Promedio de vehículos que pasan: 239 Veh/hr

☞ **Análisis del Nivel de Servicio.-**

$$\boxed{\frac{V}{C} = 0,6} \longrightarrow \text{0,6 Nivel de Servicio D}$$

Volumen = 239 Veh/hr

En qué año cambiara a nivel de servicio E

$$\boxed{\frac{V}{C} = 1} \rightarrow \text{Nivel de servicio E}$$

$$\boxed{V_f = V_i \left(1 + \frac{i}{100}\right)^n}$$

V = 439 Veh/hr

i = 4,61 %

n = 13 años

El nivel de servicio aumentara en el año 2025

3.5.7. Alternativa 7.-

Aumentando el ancho de la Av. España

Datos:

Aumentando un carril = 3 m

Ancho de la Calle = 5,1 m

a = 8,1 m

Un solo Sentido

Zona central estacionamiento a la derecha

☞ **Por paradas antes de la intersección restar 1,8 m**

Nuevo a = 6 m

$$\boxed{Cap.real = Cap.practica * Fgi * Fgd * Fvp * Fpai}$$

☞ **Capacidad Ideal = 1000 Veh/hr** \longrightarrow **De tabla**

$$\boxed{Cap.practica = Cap.Ideal * 0,9}$$

☞ **Capacidad practica = 900 Veh/hr**  **De tabla**

☞ **Capacidad real fase verde = 664 Veh/hr**

Promedio de vehículos que pasan: 434 Veh/hr

☞ **Análisis del Nivel de Servicio.-**

$$\boxed{\frac{V}{C} = 0,7} \quad \text{Nivel de Servicio E}$$

Volumen = 434 Veh/hr

En qué año cambiara a nivel de servicio E

$$\boxed{\frac{V}{C} = 1} \rightarrow \text{Nivel de servicio E}$$

$$\boxed{V_f = V_i \left(1 + \frac{i}{100} \right)^n}$$

V= 664 Veh/hr

i = 4,61 %

n= 9 años

El nivel de servicio aumentara en el año 2021

3.6. Costos y Presupuesto.-

Actividad 1		
Nº	Descripción del Ítem	UNID.
1	Colocación de separadores	Pza.

ITEM: N° 1					
Proyecto:	Optimización del Flujo Vehicular	Unidad:			Pza.
Actividad:	Separadores	Moneda:			Bs.
Cantidad:					
1. MATERIALES					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Cemento Portland	Kg	0,681	1,10	0,75
2	Hierro	Kg	0,264	11,00	2,90
3	Arena común	m³	0,001	80,00	0,08
4	Grava común	m³	0,002	100,00	0,20
5	Pintura amarilla	Lt.	0,020	253,98	5,08
6	Pintura negra	Lt.	0,020	319,90	6,40
Total Materiales					15,40
2. MANO DE OBRA					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Albañil	Hrs.	1,500	15,000	22,50
2	Ayudante	Hrs.	2,000	10,000	20,00
Subtotal Mano de Obra					42,50
Cargas Sociales= (% del subtotal de mano de obra) (55% al 71.18%)				55,00%	23,38
Impuestos IVA mano de obra = (% de suma del subtotal de mano de obra + Cargas Sociales)				14,94%	9,84
Total mano de obra					75,72
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)			5,00%	3,79
Total Equipo, Maquinaria y Herramientas					3,79

4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS		
		Costo Total
*	Gastos generales = % DE 1 + 2 + 3	0,00
	Total Gastos Generales y Administrativos	0,00
5. UTILIDAD		
		Costo Total
*	Utilidad = % De 1 + 2 + 3 + 4	7,00%
	Total Utilidad	6,64
6. IMPUESTOS		
		Costo Total
*	Impuestos IT = % De 1 + 2 + 3 + 4 + 5	3,09%
	Total Impuestos	3,14
	Total Precio Unitario (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)	104,69
	Total Precio Unitario Adoptado (Con dos (2) decimales)	104,69
	Literal: Ciento cuatro 69/100	

ACTIVIDADES		
Nº	DESCRIPCION DE ITEM	UNID.
1	Corte con Disco	[PZA]
2	Retiro de cordón	[m2]
3	Demolición de acera	[m]
4	Retiro de escombros	[m3]
5	Excavación para la capa base	[m3]
6	Provisión y compactado de capa base	[m3]
7	Excavación para colocado cordón (manual)	[m3]
8	Colocado y emboquillado de cordón	[m2]
9	Asfaltado	[m3]

ITEM:N° 1					
Proyecto:	Optimización del Flujo Vehicular	Unidad:	ml		
Actividad:	Corte con disco	Moneda:	Bs.		
Cantidad:					
1. MATERIALES					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
Total Materiales					
2. MANO DE OBRA					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Ayudante	Hrs	1,600	9,380	15,008
Subtotal Mano de Obra					15,008
Cargas Sociales= (% del subtotal de mano de obra) (55% al 71.18%)				55,00%	8,25
Impuestos IVA mano de obra = (% de suma del subtotal de mano de obra + Cargas Sociales)				14,94%	3,48
Subtotal Mano de Obra					26,74
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)			5,00%	1,337
Total Equipo, Maquinaria y Herramientas					1,337
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					Costo Total
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)			9,85%	2,765
Total Gastos Generales y Administrativos					2,765
5. UTILIDAD					
					Costo Total
*	Utilidad = % De 1 + 2 + 3 + 4			7,00%	2,159
Total Utilidad					2,159

6. IMPUESTOS			
			Costo Total
*	Impuestos IT = % De 1 + 2 + 3 + 4 + 5	3,09%	1,020
Total Impuestos			1,020
Total Precio Unitario (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)			34,019
Total Precio Unitario Adoptado (Con dos (2) decimales)			34,02
Son: Treinta y cuatro 02 /100 bolivianos			

ITEM:N° 2					
Proyecto:	Optimización del Flujo Vehicular	Unidad:	ml		
Actividad:	Retiro de cordón	Moneda:	Bs.		
Cantidad:					
1. MATERIALES					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
Total Materiales					
2. MANO DE OBRA					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Albañil	Hrs	1,500	14,00	21,00
2	Ayudante	Hrs	1,500	9,38	14,07
Subtotal Mano de Obra					35,07
Cargas Sociales= (% del subtotal de mano de obra) (55% al 71.18%)				55,00%	19,29
Impuestos IVA mano de obra = (% de suma del subtotal de mano de obra + Cargas Sociales)				14,94%	8,12
Subtotal Mano de Obra					62,48
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)			5,00%	3,124
Total Equipo, Maquinaria y Herramientas					3,124

4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS			
			Costo Total
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)	9,85%	6,462
Total Gastos Generales y Administrativos			6,462
5. UTILIDAD			
			Costo Total
*	Utilidad = % De 1 + 2 + 3 + 4	7,00%	5,045
Total Utilidad			5,045
6. IMPUESTOS			
			Costo Total
*	Impuestos IT = % De 1 + 2 + 3 + 4 + 5	3,09%	2,383
Total Impuestos			2,383
Total Precio Unitario (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)			79,493
Total Precio Unitario Adoptado (Con dos (2) decimales)			79,49
Son: Setenta y nueve 49 /100 bolivianos			

ITEM:N° 3					
Proyecto:	Optimización del Flujo Vehicular	Unidad:	ml		
Actividad:	Demolición de Acera	Moneda:	Bs.		
Cantidad:					
1. MATERIALES					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
Total Materiales					
2. MANO DE OBRA					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Albañil	Hrs	0,7	14,000	9,80
2	Ayudante	Hrs	1,000	9,380	9,38
Subtotal Mano de Obra					9,38
Cargas Sociales= (% del subtotal de mano de obra) (55% al 71.18%)					5,16
Impuestos IVA mano de obra = (% de suma del subtotal de mano de obra + Cargas Sociales)				14,94%	2,17

Subtotal Mano de Obra					16,71
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)			5,00%	0,836
Total Equipo, Maquinaria y Herramientas					0,836
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					Costo Total
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)			9,85%	1,728
Total Gastos Generales y Administrativos					1,728
5. UTILIDAD					
					Costo Total
*	Utilidad = % De 1 + 2 + 3 + 4			7,00%	1,349
Total Utilidad					1,349
6. IMPUESTOS					
					Costo Total
*	Impuestos IT = % De 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3,09%	0,637
Total Impuestos					0,637
Total Precio Unitario (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					21,262
Total Precio Unitario Adoptado (Con dos (2) decimales)					21,26
Son: Veinte y uno 26/100 bolivianos					

ITEM:N° 4					
Proyecto:	Optimización del Flujo Vehicular	Unidad:	m3		
Actividad:	Excavación para capa base	Moneda:	Bs.		
Cantidad:					
1. MATERIALES					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
Total Materiales					

2. MANO DE OBRA					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
	Ayudante	Hrs	1,600	9,380	15,01
Subtotal Mano de Obra					15,01
Cargas Sociales= (% del subtotal de mano de obra) (55% al 71.18%)				55,00%	8,25
Impuestos IVA mano de obra = (% de suma del subtotal de mano de obra + Cargas Sociales)				14,94%	3,48
Subtotal Mano de Obra					26,74
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)			5,00%	1,3
Total Equipo, Maquinaria y Herramientas					1,3
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					Costo Total
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)			9,85%	2,8
Total Gastos Generales y Administrativos					2,8
5. UTILIDAD					
					Costo Total
*	Utilidad = % De 1 + 2 + 3 + 4			7,00%	2,2
Total Utilidad					2,2
6. IMPUESTOS					
					Costo Total
*	Impuestos IT = % De 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3,09%	1,0
Total Impuestos					1,0
Total Precio Unitario (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					34,0
Total Precio Unitario Adoptado (Con dos (2) decimales)					34,0

ITEM:N° 5					
Proyecto:	Optimización del Flujo Vehicular	Unidad:			m3
Actividad:	Relleno y compactado	Moneda:			Bs.
Cantidad:					
1. MATERIALES					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
Total Materiales					
2. MANO DE OBRA					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Especialista	Hrs	0,40	14,50	5,80
2	Ayudante	Hrs	1,50	9,38	14,07
Subtotal Mano de Obra					19,87
Cargas Sociales= (% del subtotal de mano de obra) (55% al 71.18%)				55,00%	10,93
Impuestos IVA mano de obra = (% de suma del subtotal de mano de obra + Cargas Sociales)				14,94%	4,60
Subtotal Mano de Obra					35,40
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Compactadoras	Hrs	0,35	20	7,00
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)			5,00%	1,77
Total Equipo, Maquinaria y Herramientas					8,77
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					Costo Total
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)			9,85%	4,351
Total Gastos Generales y Administrativos					4,351
5. UTILIDAD					
					Costo Total
*	Utilidad = % De 1 + 2 + 3 + 4			7,00%	3,396
Total Utilidad					3,396

6. IMPUESTOS			
			Costo Total
*	Impuestos IT = % De 1 + 2 + 3 + 4 + 5	3,09%	1,604
Total Impuestos			1,604
Total Precio Unitario (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)			53,521
Total Precio Unitario Adoptado (Con dos (2) decimales)			53,52
Son: Cincuenta y tres 53/100 bolivianos			

ITEM:N° 6					
Proyecto:	Optimización del Flujo Vehicular	Unidad:	m3		
Actividad:	Excavación para colocado de cordón	Moneda:	Bs.		
Cantidad:					
1. MATERIALES					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
Total Materiales					
2. MANO DE OBRA					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Albañil	Hrs	0,5	14	7,00
2	Ayudante	Hrs	2,70	9,38	25,33
Subtotal Mano de Obra					25,33
Cargas Sociales= (% del subtotal de mano de obra) (55% al 71.18%)				55,00%	13,93
Impuestos IVA mano de obra = (% de suma del subtotal de mano de obra + Cargas Sociales)				14,94%	5,86
Subtotal Mano de Obra					45,12
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)			5,00%	2,26
Total Equipo, Maquinaria y Herramientas					2,26

4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS			
			Costo Total
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)	9,85%	4,67
Total Gastos Generales y Administrativos			4,67
5. UTILIDAD			
			Costo Total
*	Utilidad = % De 1 + 2 + 3 + 4	7,00%	3,64
Total Utilidad			3,64
6. IMPUESTOS			
			Costo Total
*	Impuestos IT = % De 1 + 2 + 3 + 4 + 5	3,09%	1,72
Total Impuestos			1,72
Total Precio Unitario (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)			57,41
Total Precio Unitario Adoptado (Con dos (2) decimales)			57,41
Son: Cincuenta y siete 41 /100 bolivianos			

ITEM:N° 7					
Proyecto:	Optimización del Flujo Vehicular	Unidad:	ml		
Actividad:	Colocado y emboquillado de cordón	Moneda:	Bs.		
Cantidad:					
1. MATERIALES					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Cemento Portland	kg	25	1	25,0
2	Arena Común	m3	0,02	112,5	2,3
3	Grava común	m3	0,040	112,5	4,5
Total Materiales					31,8
2. MANO DE OBRA					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Albañil	Hrs	1,5	14,00	21,0
2	Ayudante	Hrs	1,5	9,38	14,1

			Subtotal Mano de Obra	35,1	
Cargas Sociales= (% del subtotal de mano de obra) (55% al 71.18%)			55,00%	19,3	
Impuestos IVA mano de obra = (% de suma del subtotal de mano de obra + Cargas Sociales)			14,94%	8,1	
			Subtotal Mano de Obra	62,5	
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)			5,00%	3,1
Total Equipo, Maquinaria y Herramientas					3,1
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					Costo Total
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)			9,85%	9,6
Total Gastos Generales y Administrativos					9,6
5. UTILIDAD					
					Costo Total
*	Utilidad = % De 1 + 2 + 3 + 4			7,00%	7,5
Total Utilidad					7,5
6. IMPUESTOS					
					Costo Total
*	Impuestos IT = % De 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3,09%	3,5
Total Impuestos					3,5
Total Precio Unitario (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					118,0
Total Precio Unitario Adoptado (Con dos (2) decimales)					118,0
Son: Ciento dieciocho bolivianos					

ITEM:N° 8					
	Proyecto:	Optimización del Flujo Vehicular	Unidad:		ml
	Actividad:	Asfaltado	Moneda:		Bs.
Cantidad:					

1. MATERIALES					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Gradación "B" 25%	m2	0,017	110	1,9
2	Gradación "D" 35%	m3	0,021	120	2,5
3	Arena 40%	m4	0,027	100	2,7
4	Gas Natural	mill	0,005	16	0,1
5	Asfalto CA 85-100	KG	9,5	9,4	89,3
6	Diesel	lt	0,12	3,72	0,4
7	Gasolina Especial	lt	0,005	3,74	0,0
8	Kerosene	lt	0,25	2,8	0,7
Total Materiales					97,6
2. MANO DE OBRA					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Operador planta asfáltica	hr	0,008	15	0,1
2	Ayud oper. Planta Asfáltica	hr	0,006	9	0,1
3	Personal de limpieza	hr	0,083	7,5	0,6
4	Peón riego	hr	0,090	7,5	0,7
5	Operador de terminadora de asf.	hr	0,016	15	0,2
6	Operador de rodillo neumático	hr	0,016	15	0,2
7	Operador de rodillo liso	hr	0,016	15	0,2
8	Maestro de asfaltos	hr	0,008	15	0,1
Subtotal Mano de Obra					2,3
Cargas Sociales= (% del subtotal de mano de obra) (55% al 71.18%)				55,00%	1,3
Impuestos IVA mano de obra = (% de suma del subtotal de mano de obra + Cargas Sociales)				14,94%	0,5
Subtotal Mano de Obra					4,1

3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Planta asfáltica	hr	0,016	500	8,0
2	Distribuidor de asfalto	hr	0,002	70	0,1
3	Terminadora de asfalto	hr	0,016	250	4,0
4	Rodillo neumático	hr	0,016	120	1,9
5	Rodillo liso	hr	0,016	120	1,9
6	Cargador frontal	hr	0,016	212	3,4
7	Volquetas	hr	0,048	120	5,8
8	Rodillo liso	hr	0,016	120	1,9
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)			5,00%	0,2
Total Equipo, Maquinaria y Herramientas					27,1
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					Costo Total
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)			9,85%	12,7
Total Gastos Generales y Administrativos					12,7
5. UTILIDAD					
					Costo Total
*	Utilidad = % De 1 + 2 + 3 + 4			7,00%	9,9
Total Utilidad					9,9
6. IMPUESTOS					
					Costo Total
*	Impuestos IT = % De 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3,09%	4,7
Total Impuestos					4,7
Total Precio Unitario (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					156,1
Total Precio Unitario Adoptado (Con dos (2) decimales)					156,1

ITEM:N° 1					
Proyecto:	Optimización del Flujo Vehicular	Unidad:		m3	
Actividad:	Muro de contención	Moneda:		Bs.	
Cantidad:					
1. MATERIALES					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Cemento Portland	Kg.	111,2	1,08	120,1
2	Arena	m3	0,16	112,5	18,0
3	Grava	m3	0,32	112,5	36,0
4	Piedra	m3	0,72	110	79,2
5	Madera de construcción	Pie2	20,96	4,5	94,3
6	Clavos	Kg.	1	14	14,0
7	Alambre de amarre	Kg.	0,6	14	8,4
				Total Materiales	370,016
2. MANO DE OBRA					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Albañil	Hrs	9,0	14,00	126,0
2	Encofrador	Hrs	3,0	14,00	42,0
3	Armador	Hrs	5,0	14,00	70,0
4	Ayudante	Hrs	9,0	9,38	84,4
Subtotal Mano de Obra					322,4
Cargas Sociales= (% del subtotal de mano de obra) (55% al 71.18%)				55,00%	177,3
Impuestos IVA mano de obra = (% de suma del subtotal de mano de obra + Cargas Sociales)				14,94%	74,7
Subtotal Mano de Obra					574,4
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)			5,00%	28,7
Total Equipo, Maquinaria y Herramientas					28,7

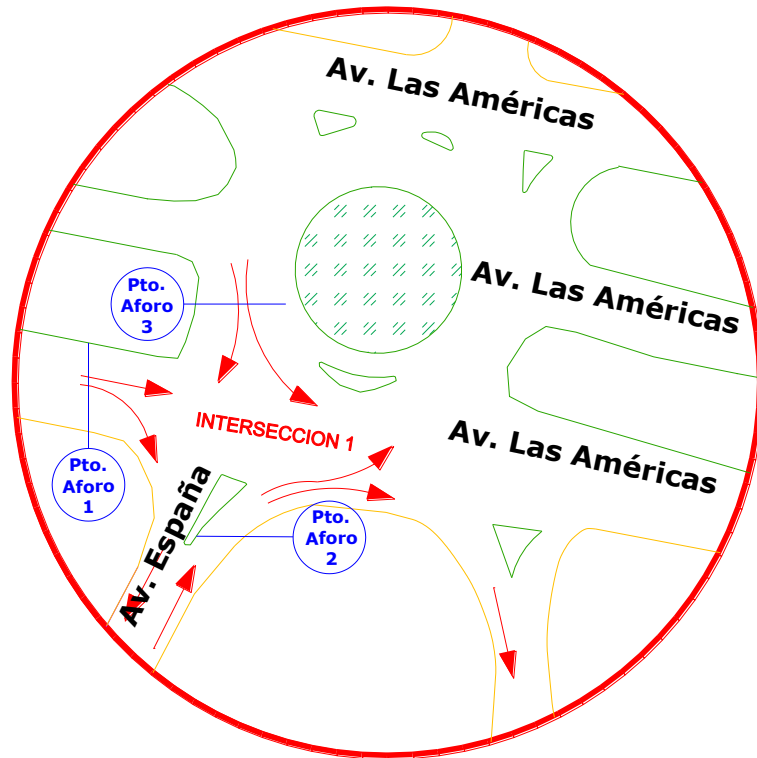
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS			
			Costo Total
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)	9,85%	95,9
Total Gastos Generales y Administrativos			95,9
5. UTILIDAD			
			Costo Total
*	Utilidad = % De 1 + 2 + 3 + 4	7,00%	74,8
Total Utilidad			74,8
6. IMPUESTOS			
			Costo Total
*	Impuestos IT = % De 1 + 2 + 3 + 4 + 5	3,09%	35,3
Total Impuestos			35,3
Total Precio Unitario (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)			1.179,2
Total Precio Unitario Adoptado (Con dos (2) decimales)			1.179,2
Son: Mil ciento setenta y nueve 20 /100 bolivianos			

ITEM:N° 1					
Proyecto:	Optimización del Flujo Vehicular	Unidad:	m3		
Actividad:	Puentes vehicular	Moneda:	Bs.		
Cantidad:					
1. MATERIALES					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Cemento Portland	Kg.	111,2	1,08	120,1
2	Arena	m3	0,16	112,5	18,0
3	Grava	m3	0,32	112,5	36,0
4	Piedra	m3	0,72	110	79,2
5	Madera de construcción	Pie2	20,96	4,5	94,3
6	Clavos	Kg.	1	14	14,0
7	Alambre de amarre	Kg.	0,6	14	8,4
Total Materiales					370,016

2. MANO DE OBRA					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
1	Albañil	Hrs	9,0	14,00	126,0
2	Encofrador	Hrs	3,0	14,00	42,0
3	Armador	Hrs	5,0	14,00	70,0
4	Ayudante	Hrs	9,0	9,38	84,4
Subtotal Mano de Obra					322,420
Cargas Sociales= (% del subtotal de mano de obra) (55% al 71.18%)				55,00%	177,331
Impuestos IVA mano de obra = (% de suma del subtotal de mano de obra + Cargas Sociales)				14,94%	74,663
Subtotal Mano de Obra					574,414
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Productivo	Costo Total
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)			5,00%	28,721
Total Equipo, Maquinaria y Herramientas					28,721
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
					Costo Total
*	Herramientas = (% del total de mano de Obra)			9,85%	95,855
Total Gastos Generales y Administrativos					95,855
5. UTILIDAD					
					Costo Total
*	Utilidad = % De 1 + 2 + 3 + 4			7,00%	74,830
Total Utilidad					74,830
6. IMPUESTOS					
					Costo Total
*	Impuestos IT = % De 1 + 2 + 3 + 4 + 5			3,09%	35,345
Total Impuestos					35,345
Total Precio Unitario (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)					1179,18
Total Precio Unitario Adoptado (Con dos (2) decimales)					1.179,18
Son: Mil ciento setenta y nueve 18 /100 bolivianos					

4. Resultados.-

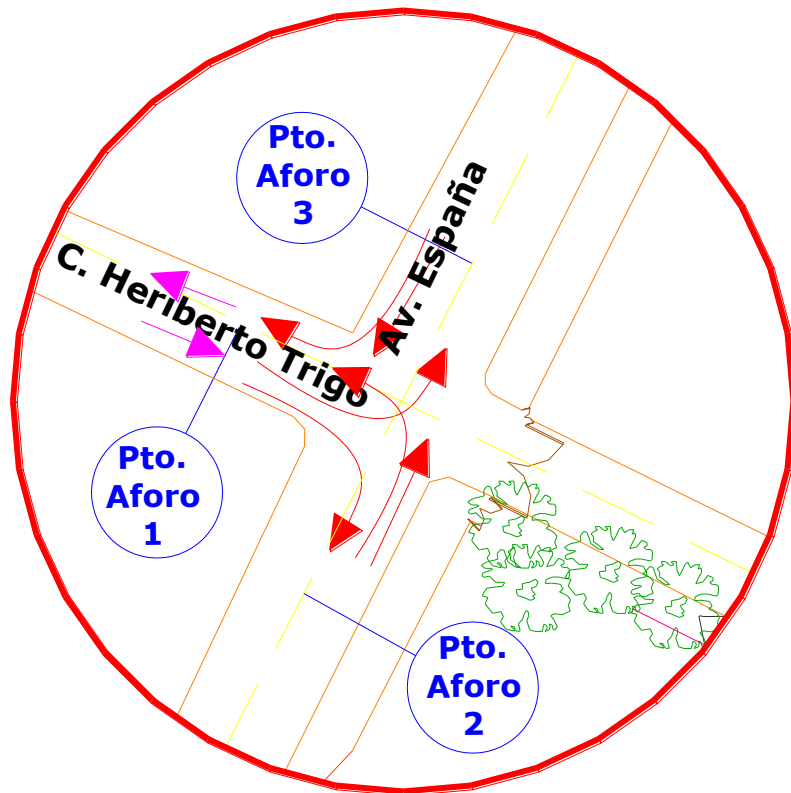
4.1. Resumen de Capacidades en Intersección I.-



<u>Capacidad P1 = 1976 Veh/hr</u> Número de vehículos actual = 1361 Veh/hr
<u>Capacidad P2 = 154 Veh/hr</u> Número de vehículos actual = 434 Veh/hr
<u>Capacidad P3 = 799 Veh/hr</u> Número de vehículos actual = 449 Veh/hr

Cuadro 3. Resumen de Capacidades Intersección I

4.2. Resumen de Capacidad en Intersección II.-



Capacidad P1 = 391 Veh/hr
Número de vehículos actual = 239 Veh/hr

Capacidad P2 = 419 Veh/hr
Número de vehículos actual = 259 Veh/hr

Capacidad P3 = 486 Veh/hr
Número de vehículos actual = 441 Veh/hr

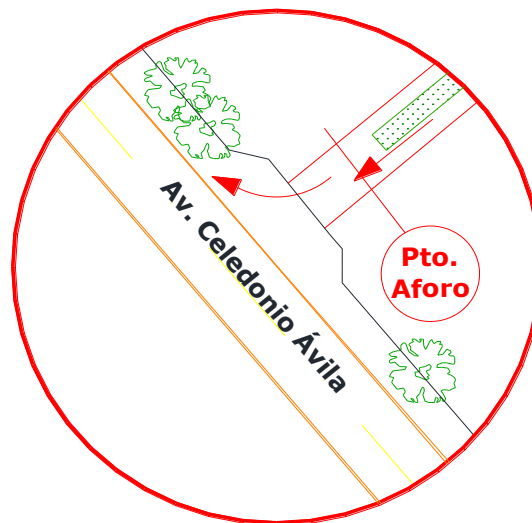
Cuadro 4. Resumen de Capacidades Intersección II

4.3. Capacidad en la entrada y salida del Campus Universitario.-



Capacidad Pe = 731 Veh/hr
Número de vehículos actual = 143 Veh/hr

Cuadro 5. Resumen de Capacidades Entrada Campus Universitario

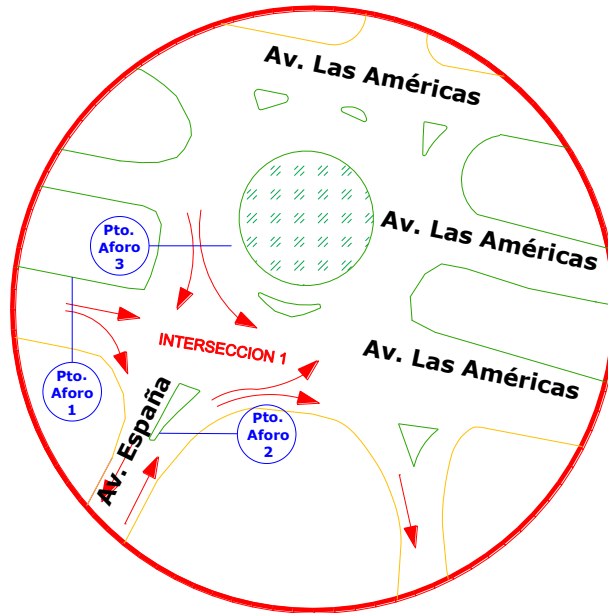


Capacidad Ps = 656 Veh/hr
Número de vehículos actual = 116 Veh/hr

Cuadro 6. Resumen de Capacidades Entrada Salida Universitario

4.4. Comparaciones de Capacidades con índice de crecimiento de vehículos a 10 y 20 años

4.4.1. Intersección 1 proyección a 10 y 20 años



Capacidad P1 = 1976 Veh/hr

Número de vehículos actual = 1361 Veh/hr

En 10 años = 2136 Veh/hr

En 20 años = 3352 Veh/hr

Capacidad P2 = 154 Veh/hr

Número de vehículos actual = 434 Veh/hr

En 10 años = 682 Veh/hr

En 20 años = 1070 Veh/hr

Capacidad P3 = 799 Veh/hr

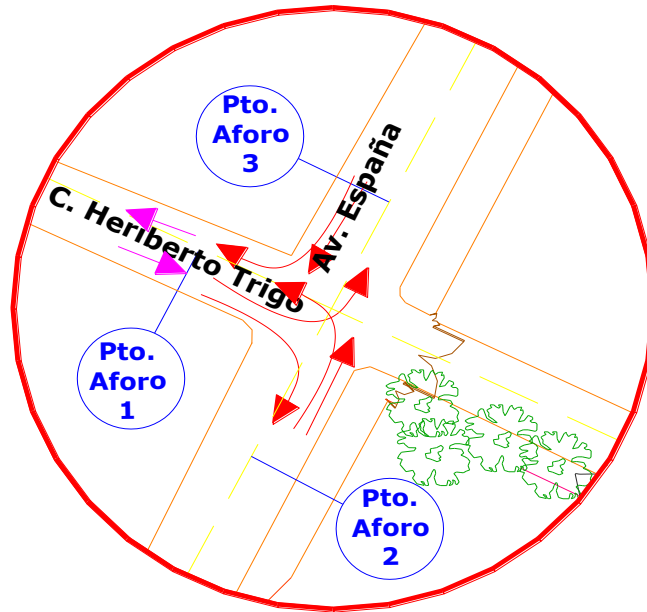
Número de vehículos actual = 438 Veh/hr

En 10 años = 687 Veh/hr

En 20 años = 1078 Veh/hr

Cuadro 7. Proyección de vehículos a 10 y 20 años Intersección I

4.4.2. Intersección 2 proyección a 10 y 20 años



Capacidad P1 = 391 Veh/hr

Número de vehículos actual = 239 Veh/hr

En 10 años = 258 Veh/hr

En 20 años = 489 Veh/hr

Capacidad P2 = 419 Veh/hr

Número de vehículos actual = 258 Veh/hr

En 10 años = 406 Veh/hr

En 20 años = 693 Veh/hr

Capacidad P3 = 486 Veh/hr

Número de vehículos actual = 441 Veh/hr

En 10 años = 637 Veh/hr

En 20 años = 1087 Veh/hr

Cuadro 8. Proyección de vehículos a 10 y 20 años Intersección II

4.4.3. Entrada y salida de la universidad a 10 y 20 años.-



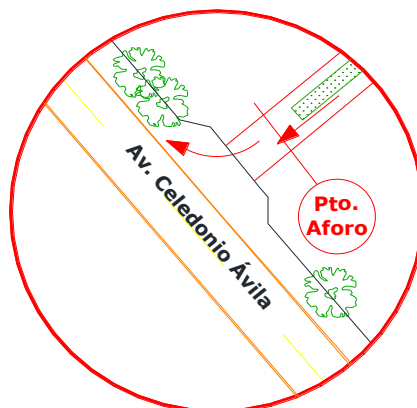
Capacidad Pe = 731 Veh/hr

Número de vehículos actual = 143 Veh/hr

En 10 años = 225 Veh/hr

En 20 años = 353 Veh/hr

Cuadro 9. Proyección de vehículos a 10 y 20 entrada Campus Universitario



Capacidad Ps = 656 Veh/hr

Número de vehículos actual = 116 Veh/hr

En 10 años = 182 Veh/hr

En 20 años = 286 Veh/hr

Cuadro 10. Proyección de vehículos a 10 y 20 salida Campus Universitario

4.5. Resumen de velocidades.-

4.5.1. Velocidad de Circulación.-

Distancia = 20 m

Av. España						
7:00-8:00 am		12:00-13:00 pm		18:00-19:00 pm		
N.	S.	N.	S.	N.	S.	
Tiempo	3,333	3,083	3,405	3,215	3,348	3,116
Velocidad	6,000	6,486	5,873	6,220	5,974	6,418

Cuadro 11. Resumen de velocidades por horario

<i>Promedio Final (Av. España)</i>				
Tramo 1		Tramo 2		
N.	S.	N.	S.	
Tiempo	3,475	3,125	3,865	4,143
Velocidad	5,756	6,399	5,175	4,828

Cuadro 12. Velocidad de circulación

4.5.2. Velocidad de Recorrido Total.-

Distancia= 885,95 m

Av. Celedonio Ávila - Av. España				Promedio Final
7:00-8:00 am	12:00-13:00 pm	18:00-19:00 pm		
Tiempo	594,713	588,516	591,598	591,609
Velocidad.-	1,490	1,505	1,498	1,498

Cuadro 13. Resumen de velocidades de recorrido total

4.6. Resumen de alternativas.-

❖ Alternativa 1.-

Comparaciones con estacionamientos prohibidos:

- *Capacidad del acceso Avenida de las Américas*

Capacidad P1 = 1976 Veh/hr

Capacidad real = 5215 Veh/hr

Promedio de vehículos que pasan = 1361 Veh/hr Nivel de servicio D

- ***Capacidad en el acceso Avenida España***

Capacidad P2 = 154 Veh/hr

Capacidad real = 381 Veh/hr

Promedio de vehículos que pasan = 434 Veh/h Nivel de servicio F

- ***Capacidad del acceso C. Heriberto Trigo***

Capacidad P1 = 391 Veh/hr

Capacidad real = 769 Veh/hr

Promedio de vehículos que pasan = 239 Veh/hr Nivel de servicio D

- ***Capacidad del acceso Avenida España (Subida)***

Capacidad P2 = 419 Veh/hr

Capacidad real = 1055 Veh/hr

Promedio de vehículos que pasan = 259 Veh/hr Nivel de servicio D

- ***Capacidad del acceso Avenida España (Bajada)***

Capacidad P3 = 486 Veh/hr

Capacidad real = 1098 Veh/hr

Promedio de vehículos que pasan = 441 Veh/hr Nivel de servicio E

❖ **Alternativa 2.-**

Entrada de la universidad doble sentido:

- **Intersección I Av. España:**

Capacidad real fase verde = 381 Veh/hr

Descongestionamiento en Av. España = 318 Veh/hr

Nivel de servicio E

En qué año cambiara a nivel de servicio F

n = 6 años

El nivel de servicio aumentara en el año 2018

- **Interseccion II Av. España (subida):**

Capacidad real =419 Veh/hr

Descongestionamiento en Av. España = 142 Veh/hr

Nivel de servicio D

En qué año cambiara a nivel de servicio E

n = 24 años

El nivel de servicio aumentara en el año 2044

- **Cantidad de vehículos q pasan por la Av. de las Américas después de la Intersección:**

Capacidad real = 4566 Veh/hr

Número de vehículos actual = 1340 Veh/hr

❖ **Alternativa 3.-**

Salida de vehículos del Campus cerca del Coliseo Universitario

- **Intersección I Av. España:**

Capacidad real fase verde = 381 Veh/hr°

Descongestionamiento en Av. España = 131 Veh/hr

Nivel de servicio E

En qué año cambiara a nivel de servicio E

n= 6 años

El nivel de servicio aumentara en el año 2036

- **Intersección II Av. España (subida):**

Capacidad real fase verde = 419 Veh/hr°

Descongestionamiento en Av. España = 142 Veh/hr

Nivel de servicio D

En qué año cambiara a nivel de servicio E

n= 24 años

El nivel de servicio aumentara en el año 2044

❖ **Alternativa 4.-**

Salida de vehículos de la Universidad por un puente al Barrio San Gerónimo:

- **Intersección I Av. España:**

Capacidad real fase verde = 381 Veh/hr°

Descongestionamiento en Av. España = 318 Veh/hr

Nivel de servicio E

En qué año cambiara a nivel de servicio F

n= 6 años

El nivel de servicio aumentara en el año 2018

- **Intersección II Av. España (subida):**

Capacidad real fase verde = 419 Veh/hr°

Descongestionamiento en Av. España = 142 Veh/hr

Nivel de servicio D

En qué año cambiara a nivel de servicio E

n= 24 años

El nivel de servicio aumentara en el año 2044

- **Solución Intersección II.-**

Para alternativa 2, 3, y 4

Calle Heriberto Trigo un solo sentido (Salida)

Capacidad real = 461 Veh/hr

Promedio de vehículos que pasan = 239 Veh/hr

Nivel de Servicio D

En qué año cambiara a nivel de servicio E

n= 15 años

El nivel de servicio aumentara en el año 2027

❖ **Alternativa 5.-**

Direccionando dos carriles en la Avenida España:

- **Intersección I Av. España:**

Capacidad real fase verde = 572 Veh/hr

Promedio de vehículos que pasan (subida) = 434 Veh/hr

Nivel de servicio D

En qué año cambiara a nivel de servicio E

n= 6 años

El nivel de servicio aumentara en el año 2018

❖ **Alternativa 6.-**

España un solo sentido Subida - Estacionamiento a la derecha:

- **Intersección I Av. España:**

Capacidad real fase verde = 833 Veh/hr

Promedio de vehículos que pasan: 434 Veh/hr

Máxima cantidad de vehículos en horas pico: 627 Veh/hr

Nivel de Servicio D

En qué año cambiara a nivel de servicio E

n= 14 años

El nivel de servicio aumentara en el año 2026

- **Interseccion II Análisis en la Calle Heriberto Trigo:**

Un solo sentido entrada

Capacidad real = 431 Veh/hr

Promedio de vehículos que pasan: 239 Veh/hr

Nivel de Servicio D

En qué año cambiara a nivel de servicio E

n= 13 años

El nivel de servicio aumentara en el año 2025

- ❖ **Alternativa 7.-**

- Aumentando el ancho de la Av. España (Un carril 3m):**

- **Intersección I Av. España:**

Capacidad real fase verde = 664 Veh/hr

Promedio de vehículos que pasan: 434 Veh/hr

Nivel de Servicio E

En qué año cambiara a nivel de servicio E

El nivel de servicio aumentara en el año 2021

1.1.Conclusiones.-

Las conclusiones que se obtuvieron con el presente proyecto son las siguientes:

- Se obtuvo la capacidad en las calles estudiadas y se comparó con el volumen de vehículos que pasan actualmente y así se pudo ver el grado de congestión.
- Un estudio de tráfico es de gran importancia cuando se tienen problemas vehiculares.
- Se hizo una proyección a futuro a 10 y 20 años para saber que situación tendrían estas calles con las condiciones actuales.
- Con los datos obtenidos se realizó siete alternativas en el estudio, para encontrar una solución al problema de congestión.
- Resulta difícil acabar definitivamente un problema como este ya que las condiciones del lugar no permiten un reordenamiento vehicular o ciertas modificaciones por construcciones de viviendas en los alrededores.
- Después de haber hecho un análisis de cada una de las alternativas se llegó a la conclusión que la más conveniente es la Alternativa 6, porque es la que se adecua más al lugar no requiere mucho costo para su ejecución y tiene un buen periodo de tiempo antes que la misma vuelva presentar problemas de congestión.
- Se pudo observar que el congestión vehicular no solo incomoda y trae distintos problemas a los usuarios peatón y conductor si no que los embotellamientos también causan una mayor contaminación del aire y que causa problemas de salud a las personas que circulan por estos lugares aspirando gases tóxicos provenientes de las movilizaciones.

1.2. Recomendaciones.-

Las recomendaciones que se pueden obtener son las siguientes:

- Para disminuir el tráfico que es un problema mundial entre muchos factores va aumentando con el tiempo y la comodidad de usuario conductor, hace que cada persona quiera tener su propia movilidad, es por esto que en las grandes ciudades donde existe problema de congestión se recomienda que las personas compartan la movilidad sobre todo cuando se trata de ir a lugares donde hay mayor congestión.
- Es recomendable contar en la ciudad con datos de aforo en las calles, para poder hacer cualquier análisis que se requiera ya que estos datos son de gran importancia sobre todo en la ingeniería de tráfico para buscar una solución a distintos tipos de problemas que se pudieran presentar.
- Se recomienda mayor control policial ya que algunos usuarios conductores y también peatones no respetan las normas de circulación causando problemas de tráfico y molestias a los demás usuarios.
- Se debe hacer un planeamiento vehicular de las zonas antes de hacer construcciones que puedan generar aumento de tráfico.
- Es recomendable que haya programas de educación vial para todas las personas en general, para tener conocimiento de las normas y reglas viales y así evitar problemas o accidentes de tráfico.
- También se recomienda tener el vehículo en las mejores condiciones posibles porque se pudo ver que los gases que emiten estos son altamente contaminantes al medio ambiente y así también traen problemas de salud.