

1.1 INTRODUCCIÓN

Bermejo se encuentra situado a una altura de 415 msnm, con una temperatura media anual de 22,53 °C; sin embargo, el clima de Bermejo se caracteriza por tener temperaturas extremas: muy altas entre septiembre a mayo, llegando a alcanzar los 45 °C, mientras que entre junio a agosto las temperaturas descienden hasta los 10°.

Los meses de lluvias se concentran entre marzo y mayo, por lo que existe un alto grado de humedad. El período de lluvias empieza en octubre y se extiende hasta abril, con una precipitación anual de 1.323,1 mm. Por otra parte, es una zona con bastante vegetación, fauna y flora.

Por su ubicación geográfica, Bermejo se cataloga como ciudad de frontera, caracterizada por un dinámico crecimiento, pero también por una fuerte inestabilidad del mismo. Cuenta con un alto porcentaje de población flotante. Según el "Censo 2001", tiene 34.937 hab., de los que 16.956 son mujeres y 17.981 son varones. Se tiene proyectado en la gestión 2005, un total de 37.300 habitantes, de los que 17.993 serían mujeres y 19.307 varones (Fuente INE). No se dispone de datos de población con discapacidad.

La densidad demográfica calculada por el I.N.E. es de 87,45 hab./km El 43,2% de su población es clasificada como pobre, el 31% se encuentra en el rango de pobreza moderada, el 6% en la indigencia y no existiría población en estado de marginalidad.

La mayor parte de la población ocupada se encuentra en el sector agropecuario (23%), seguido de los trabajadores de los servicios y vendedores del comercio (22%). Los trabajadores no calificados son el 17% y los de la industria extractiva, construcción y manufactura el 16%.

Respecto a servicios básicos, la ciudad de Bermejo cuenta con agua potable corriente, alcantarillado y, en algunos barrios, luz eléctrica y gas.

Existe un hospital (primer nivel) del pueblo que no está totalmente equipado y tampoco cuenta con los especialistas necesarios (neurólogo, cardiólogo, otorrinolaringólogo, oculista, etc.) y un hospital privado que tampoco dispone ni de especialistas ni de los medios anteriormente mencionados.

En cuanto a educación, existen varias escuelas y colegios que atienden el nivel inicial, primario y secundario, establecimientos que pertenecen al Estado, como asimismo, los hay también de tipo privado. También hay una escuela secundaria para adultos.

Existe también la educación universitaria, con carreras de Auditoría, Comercio Internacional, Informática, Agronomía, que dependen de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho de Tarija y una Universidad a Distancia para la formación de maestros. Además existen diversos Institutos de capacitación técnica.

En la ciudad sólo están asfaltadas las principales calles y no hay una planificación que contemple la eliminación de barreras para los discapacitados físicos. En la época de lluvias el tránsito se hace dificultoso para todos los viandantes.

Las redes viarias como cualquier otra infraestructura, necesita una serie de directrices y normas para su ordenado y correcto desarrollo. Dichas normas no obedecen a criterios aleatorios, si no que se basan en estudios previamente realizados en los que se pretende conocer a cabalidad las principales características de tráfico en la zona, las redes semáforos constituyen el principal medio de regulación de tráfico en zonas urbanas. Su funcionamiento puede basarse en el empleo de reguladores locales o en sistema de

control centralizado, la determinación de las fases, es decir de los movimientos que se pueden dar simultáneamente depende del tráfico que circula en la intersección

1.2. JUSTIFICACIÓN

Para la determinación del área de estudio en primera instancia recurrió a la alcaldía en la cual se constato que en su POA existe la necesidad de realizar un proyecto de semaforización en la ciudad de Bermejo, considerando lo ya indicado y realizando un estudio previo de aforos se procedió a verificar las condiciones necesarias para la colocación de semáforos en los puntos críticos o puntos donde existe mayor congestión de esta ciudad.

Realizando todo el estudio ya mencionado su obtuvo como resultado ocho puntos críticos o que cumplen las condiciones de semaforización.

Hoy en día es indispensable que cada país facilite su transporte, lo mecanice al máximo para que progrese, y así puedan transportarse los bienes de consumo, desde las fuentes de producción hasta los mercados; para que los bienes manufacturados puedan llegar a los pueblos más apartados y que a su vez signifique seguridad para las personas que circulan por las vías.

En Bolivia, especialmente en la ciudad de Bermejo-Tarija, las calles requieren atención especial en cuanto se refiere a poder brindar un mejor servicio tanto a automóviles como a los peatones que circulan día a día por estas calles.

En efecto el fenómeno de tráfico de vehículos a motor se ha generalizado y extendido de tal manera que puede afirmarse, que forma parte de la vida cotidiana y que se ha transformado en una de las expresiones más genuinas del ejercicio de la libertad de circulación. Pero, al efectuarse de forma masiva y simultánea lleva consigo una serie de problemas que es necesario regular para que aquel ejercicio no lesione intereses individuales o colectivos que deben ser objeto de protección pública.

El sistema viario que conforma la ciudad de Bermejo, permanece en constante evolución, por lo que se hace indispensable introducir un elemento regulador (semáforos) que se encargue, de minimizar los problemas de tráfico, es decir que la circulación que se produzca sea ordenada y adecuada, para hacer posible una circulación segura. Ya que cuando la demanda se acerca, o incluso supera la capacidad de la vía en determinado momento, las medidas de ordenación deben contribuir a la fluidez de la circulación.

Bermejo actualmente no cuenta con dispositivos reguladores, por lo que tomando en cuenta el extremado crecimiento del parque automotor, Se considera necesario la implementación de semáforos como alternativa de solución más adecuada, en los puntos más críticos, para así mejorar su desarrollo.

En este sentido se propone realizar un estudio de tráfico para implementar un sistema de semaforización que regule y dirija la circulación de la zona central de Bermejo, donde se presentan grandes problemas como se

- De circulación

El transporte público ocasiona problemas de demoras cuando realiza paradas indebidas en lugares en los que no se está permitido, como consecuencia el tráfico vehicular particular se ve afectado.

De otro lado los ciclistas y motociclistas conducen sin considerar las normas de tránsito y ponen en peligro sus vidas ocasionando que los conductores de moviidades realicen maniobras peligrosas en plena vía

- De accidentes

Accidentes típicos donde se ven involucrados los peatones y conductores, los primeros por no tener una buena información sobre las reglas de tráfico cruzando las calles por lugares inadecuados y muchas veces por no conocer el momento óptimo para poder cruzar una vía y los conductores muy intrépidos e irresponsables al no cumplir con las

reglas de tránsito además, presentar en varias oportunidades problemas de índole mecánico.

- De espera

El tiempo de espera es extremadamente largo para los transeúntes ya que cuando se necesita cruzar la vía, necesitan esperar un tiempo largo, terminando por cruzar la calzada en momentos muy inoportunos originando problemas de tráfico y muchas veces ocasionando accidentes

- De tráfico temporario

El cual se presenta en las horas donde el peatón, el usuario del transporte público y privado retornan de sus fuentes de trabajo a sus hogares o viceversa, donde el tráfico es muy conflictivo tanto como para peatones como vehicular.

1.3 OBJETIVO GENERAL.-

Es realizar el diseño del sistema de semaforización en puntos críticos de la zona central de la ciudad de Bermejo, para garantizar el movimiento ordenado de tránsito, ofreciendo mayor seguridad a los usuarios de las vías.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.-

- Realizar un estudio de tráfico, para poder determinar los Puntos en los cuales existe congestión.
- Diseñar un sistema de semaforización que ofrezca mejoras sobre la condición actual de circulación.

- Proponer un sistema de semaforización cuyo objetivo sea dar seguridad y fluidez a la circulación.
- Realizar un estudio de volúmenes y velocidades.
- Disminuir los puntos de conflicto.
- Distribuir los semáforos en el área de estudio para que estos mejoren la circulación vehicular.
- Calcular los tiempos y fases de los semáforos.
- Determinar la relación de coordinación de semáforos.

1.5 ALCANCE

Se definirá los factores básicos que intervienen en un estudio de tráfico, el cual determinara en buena medida el conocimiento objetivo de la vía evitando en lo posible actuar sobre hipótesis, es decir estudiar volúmenes, velocidades y capacidad vial, a su vez definir los conceptos más utilizados en esta rama de la Ingeniería Civil, para su correcta aplicación en proyectos.

Se deberá realizar aforos en los lugares donde se presenten mas congestionamiento tomando en cuenta las horas pico.

Con los datos obtenidos de volúmenes aforados se realizara el diseño de los semáforos tomando en cuenta el tipo de semáforo a usar, la distribución de tiempos.

Se determinara las fases de los semáforos, para el transito existente en dicha zona se conseguirá que el trafico sea lo más fluido logrando así una circulación libre de demoras.

Diseñar la semaforización en la zona central de la ciudad de Bermejo, tomando en cuenta la necesidad de mejorar el servicio, realizando un estudio del área, la distribución de tiempos, diseño de semáforos y distribución de estos a lo largo del trayecto estudiado dando comodidad al usuario, tanto en el aspecto visual como de seguridad, se tomaran en cuenta estudios realizados con anterioridad para tener bases más solidas en el presente proyecto.

Se propondrá una señalización que complemente la semaforización la cual será de acuerdo a las normas de transito vigentes.

2.1 DEFINICION DE INGENIERIA DE TRÁFICO

Es una ciencia que tiene como objetivo el estudio, análisis y planteamiento de soluciones de la circulación tanto peatonal como vehicular.

La ingeniería de tráfico se inicia a consecuencia de los problemas creados por la concentración de vehículos y las medidas dictadas por una práctica elemental aplicada por la policía que no era suficiente.

Es la parte que está obligada a realizar los estudios técnicos necesarios y a partir del análisis de estos se planteen soluciones reales y adecuadas. Es aquí donde participa en forma decidida el Ingeniero de tráfico quien deberá recabar la mayor información posible de las condiciones de circulación actual.

2.1.1 ANTECEDENTES

Es una ciencia nueva aparece hace 67 años como una necesidad a resolver problemas de circulación en centros muy poblados y un parque automotor muy alto.

Es una rama de la ingeniería que nace como consecuencia de la implementación del transporte por las ciudades y el conflicto que esto ocasiona.

A pesar de que caminos y calles datan de hace más de 10.000 años como medios de transporte, la ingeniería de tráfico aparece hace pocos años debido que al paso del tiempo ha ido existiendo mayor diferencia entre vehículos que circulan en calles y carreteras con tecnología avanzada con mayores velocidades, mayor potencia, mayor facilidad de maniobrabilidad, etc. Y transitando por calles y carreteras por calles y carreteras que no tenían las condiciones geométricas de trazado acorde a los vehículos circulantes.

Esa diferencia ha ido marcando problemas puntuales y luego generales que obligaron al nacimiento de una ciencia denominándola la ingeniería de tráfico.

EL PROBLEMA DE TRÁFICO

Es una consecuencia de la diferencia de las condiciones geométricas del trazado de carreteras de una ciudad del crecimiento tecnológico de vehículos, del crecimiento de parques automotores en la ciudades, incremento de población en las mismas dando lugar a un problema de circulación que se puede ir manifestando en lugares puntuales o en forma general.

El problema de tráfico es como encontrar un equilibrio entre los factores de tal manera que satisfagan las necesidades del usuario. La ingeniería de tráfico debe ser entonces la rama capaz de plantear soluciones a los problemas de circulación.

PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES

Se pueden plantear una serie de soluciones a un problema particular, sin embargo se ve por conveniente clasificar al planteamiento de soluciones en tres:

a) Soluciones Integrales

Colocan en equilibrio a todos los elementos de la circulación, eso requeriría tener trazos urbanos, calles y carreteras con una geometría tal acorde a los vehículos circulantes por ella con velocidades altas y con su máxima potencia sin duda para conseguirlo solo puede ser posible construyendo algo nuevo, lo cual implica un alto costo de inversión que para la mayoría no es viable.

b) Soluciones de alto costo

Sin llegar a ser soluciones integrales para mejorar la circulación en calles o carreteras se pueden realizarse ampliaciones o mejoramientos en base a lo ya existente que requerirán una inversión económica importante, en muchos casos no es viable.

c) Soluciones de bajo costo

Aunque no sean las más óptimas precisamente por tener una inversión más económica, son del tipo de soluciones que más se busca en la problemática de circulación en nuestros países en vías de desarrollo.

Para esta solución son más importantes los estudios que se realicen de todos los parámetros de tráfico, dependerán del manejo y análisis que hagan los proyectistas para plantear soluciones viables.

METODOLOGIA

Para analizar un problema de tráfico general o particular se tiene que seguir una metodología que permita establecer en forma clara los problemas y las soluciones.

Para ello se cuenta con un proceso en las siguientes etapas:

a) Antecedentes

En esta etapa deben de recopilarse los antecedentes previos a que ocurra el problema que nos podría orientar a determinar las causas.

b) Estudios de campo

Es la etapa en la que se obtiene la información de campo a través de aforos, mediciones, encuestas, fotografías, videos, etc. Que nos muestren el comportamiento de la circulación peatonal – vehicular según el problema de análisis. Es la etapa que requiere más tiempo, recursos humanos y logísticos para una información suficiente y veraz.

c) Análisis de gabinete

Con la información se debe realizar el proceso y análisis de parámetros estudiados en forma detallada y clara permitiendo obtener resultados.

d) Resultados

Es en resumen la información de campo y su análisis en forma concreta y que permitan plantear una solución al problema.

2.2 OBJETIVOS

La ingeniería de tráfico es la parte que está obligada a realizar los estudios técnicos necesarios para que a partir del análisis de estos se planteen soluciones reales y adecuadas. Es aquí en donde se participa en forma decidida el ingeniero de tráfico quien deberá recabar la mayor información posible de las condiciones de circulación actual.

Para conocer el funcionamiento del tráfico es necesario realizar medidas y estudios en las carreteras existentes. Los datos obtenidos se utilizan como base para el planeamiento y explotación de las redes viarias, la regulación de tráfico y para realizar investigaciones sobre el efecto de los diferentes elementos de la carretera en la circulación de los vehículos.

Existen técnicas para la realización de estos estudios que, basándose en experiencias anteriores permiten la obtención de datos suficientes seguros con un costo mínimo.

Estas técnicas y métodos de estudio dependen de la clase de datos que se desea obtener y de la extensión y precisión con que haya de realizarse el estudio.

Las principales características del tráfico que suelen estudiarse son: intensidades de circulación, velocidades y tiempos de recorrido de los vehículos, origen – destino, accidentes, etc.

2.3 FACTORES QUE INTERVIEN EN EL ESTUDIO

2.3.1 VOLUMENES DE TRÁFICO

Se define como volumen de tráfico o volumen de servicio a la cantidad de vehículos que circulan en una carretera o calle en un periodo de tiempo determinado que normalmente se toma una hora o un día, dando origen a un nuevo concepto de transito diario y transito horario respectivamente.

La capacidad de un camino admite un volumen máximo de trabajo pero se considera eficiente y es interesante para nosotros conocer los volúmenes de transito, porque son una medida de capacidad de nuestros caminos.

2.3.1.1 FACTORES DE VOLUMENES

Cuando se desea conocer los volúmenes de transito que circulan por una calle, por parte de ella o por un sistema de vías, se realizan estudios sobre volúmenes. Estos estudios emplean como fuente primaria de información el recuento de volúmenes de la mayoría de los casos. Se distribuye convenientemente el tiempo y espacio a fin de utilizar sus resultados para inducir o deducir nuevos datos.

Para efectuar un estudio de volumen se deben de tener en cuenta los siguientes factores:

a) TRANSITO PROMEDIO DIARIO (T.P.D.)

Es la cantidad de vehículos que circulan por una sección en un periodo de tiempo definido de un día, recibe la denominación de promedio cuando se hace un estudio por el tiempo mayor a un mes donde se repiten necesariamente los mismos días y aun mas cuando el estudio se va a realizar durante el periodo de un año o más, este valor viene a representar el T.P.D. anual (T.P.D.A.).

Si bien el concepto de T.P.D. se estableció para estudios cuyo tiempo iba ser de un año en la práctica se ha dado que normalmente para proyectos específicos de carretera, aperturas de calles, ampliación de avenidas, etc. Se realizan estudios de volúmenes menores a un año que sean igualmente significativas en sus valores.

b) TRANSITO PROMEDIO HORARIO (T.P.H.)

La cantidad de vehículos que circulan por una carretera o calle en un espacio o tiempo determinado de una hora es el T.P.H. ; ese valor es mucho más sensible que el T.P.D. , es decir que el T.P.H. nos puede dar valores de variación horario donde se pueden identificar las variaciones de volumen que se producen en cada hora a lo largo del día pudiendo también obtenerse cuáles son las horas de mayor volumen u horas pico, cual es la de menor volumen u horas de baja intensidad, etc.

El T.P.H. tendrá un valor máximo que teóricamente tendría que ser utilizado para fines de diseño geométrico sin embargo dado la posibilidad que ese valor sea máximo solo se presenta en pocas horas durante el día, hace que no sea un valor recomendable para el diseño.

c) VOLUMEN DIRECTRIZ

Es un concepto definido exclusivamente para obtener un valor que represente el 80% o más, del tiempo durante el cual en un día la cantidad de vehículos que circulan por una calle o carretera no exceda el valor máximo, para ello se ha definido que el volumen directriz numéricamente se obtenga de un ordenamiento descendente del T.P.H. máximo correspondientes a los 365 días de un año denominado el valor trigésimo.

Para algunos proyectos de menor envergadura también se han utilizado de ese ordenamiento el valor 50 y el valor 80 para esos volúmenes directrices.

Es muy probable que en muchas carreteras o calles de ciudades no se tengan aforos de volúmenes horarios por ello se ha establecido una relación entre volumen diario y el volumen horario en carreteras y calles donde se realizaban ambas mediciones obteniéndose un valor racional, esta para el T.P.H. entre el 12 al 15% del T.P.D.

2.3.1.2 AFORO DE VOLUMENES

Se puede realizar de formas:

a) Recuento automático

Se considera recuento automático cuando se utiliza un contador automático, que en base a pulsaciones eléctricas acciona un contador conectado a una membrana que esta transversal a la calzada, que a cada paso de un vehículo se acciona el pulso eléctrico que hará avanzar el contador.

Este tipo de recuento es más utilizado en carreteras y no así en trazos urbanos debido a las particularidades que este último tiene. La contadora automática de volúmenes puede registrar en forma horaria, diaria, mensual o anual, normalmente el mayor uso de los contadores automáticos son para llevar registros diarios que a través de una lectura inicial y otra final se pueden obtener diariamente, los que no proporciona en este tipo de recuento es el tipo de vehículo que ha sido registrado, tampoco se registra el número de ejes de cada uno de los vehículos, en algunos proyectos pueden ser indispensables conocer el porcentaje de vehículos pesados o conocer el porcentaje de vehículos que tienen más de dos ejes este tipo de datos no es posible conseguirlos con recuento automático pero si es muy útil el recuento automático para obtener el valor del T.P.D.

b) Recuento Manual

Si se busca una información mucho más explícita sobre el tipo de vehículos el número de ejes, el volumen por cada sentido, el volumen por cada carril, etc. El recuento manual resulta ser más efectivo aunque ello requiere de mucho personal de operadores o aforadores, en definitiva representa un presupuesto, los recuentos manuales en la actualidad solo son usados para proyectos específicos, costos que en forma periódica en algunos tramos de carreteras importantes.

2.3.1.3 PERIODO DE AFORO

De acuerdo a las necesidades de cada proyecto o estudio se pueden tener tres tipos de recuento, de acuerdo a la periodicidad.

a) Recuentos Permanentes

Son aquellos que se realizan generalmente con contadores automáticos que han sido instalados en una sección de la carretera donde se van registrando diariamente los volúmenes para luego procesarlos tener variación semanales, mensuales y anuales.

Este tipo de recuento es factible en aquellas carreteras de mucha importancia por ejemplo en la actualidad debido a tener carreteras en concesión se hace necesario el registro permanente de los volúmenes de tráfico, esto obviamente obliga a tener un recuento destinado al registro de volúmenes de tráfico.

b) Recuentos Periódicos

Cuando no se puede disponer de equipo permanente para toda la red vial que realice el trabajo de recuento de volúmenes se establece que no es muy útil realizar recuentos periódicos en ciertas épocas del año que nos dan valores confiables y significativos cuya correlación nos permita adoptar como valores promedio del año.

b) Recuento Específico

La ejecución de estudio de diseño de carreteras, diseño de trazos urbanos, evaluación de carreteras ya existentes, evaluación de trazos urbanos, estudio de variantes y ampliaciones, por ser proyectos específicos involucran a un tramo definido o a un sector de tramo urbano definido, se establece que recuentos en tiempos específicos pueden ser útiles en su información para correlacionar con los ya existentes y coadyuvar a la toma de decisiones para dichos proyectos que pueden tener 5 ó 30 días de recuento constante es decir las 24 horas del día, en este tiempo específico y procesar esta información proyectándola a volúmenes diarios mensuales y anuales de acuerdo a la viabilidad que pueda tener el volumen en diferentes épocas del año se elegirá la época más adecuada y más significativa

2.3.1.4 ANALISIS DE VOLUMENES

Si bien es importante conocer el número de vehículos que circula por una sección de carretera o calle en periodo de tiempos definidos, resulta también importante tener una

relación del tipo de vehículos que circulan en ese periodo de tiempo para determinar la composición de tráfico.

Una composición casi del tipo universal es la que subdivide en automóviles, camiones, autobuses, motocicletas y bicicletas, entendiéndose por automóviles a todos aquellos que generalmente están compuestos por dos ejes y cuatro ruedas como: los autos, jeeps y camionetas pequeñas.

En el tipo de camiones se tendrá los pequeños, medianos y grandes diferenciándose por la capacidad de carga que tiene este tipo de vehículo.

Nos referimos a las variaciones periódicas que sufre el volumen de tráfico en las horas del día, los días de la semana, los meses del año en el sentido de circulación.

a) Variaciones horarias

El volumen de tráfico es diferente a lo largo de las horas del día pudiendo existir: horas de máximo flujo, horas de flujo medio, etc.

b) Variaciones diarias

A lo largo de los días de la semana el volumen de tráfico es diferente generalmente estas diferencias se presentan entre los días de trabajo, los días de fin de semana y los días feriados. Esta variación diaria permitirá establecer una metodología más adecuada de control de la circulación en los días de máximo volumen.

c) Variación semanal

A lo largo de la semana y respecto a las estaciones del año, puede existir una leve variación entre los volúmenes de tráfico aunque no es de mucha frecuencia.

d) Variación mensual

A lo largo de los meses del año puede existir una variación de volumen de tráfico generalmente por épocas relacionadas con las estaciones del año, y con los periodos de vacaciones, es decir los meses de vacaciones de fin de año a los meses de verano son los que tienen un incremento en los volúmenes.

e) Variación por sentidos

En carreteras o calles que tengan ambos sentidos de circulación también es importante establecer las variaciones que estas tienen que normalmente deben tener valores similares, algunas características muy particulares podrán hacer variar esta cantidad por sentido, por ejemplo: que uno de los carriles esté conectado a una calle arterial mientras que el otro sentido solo esté conectado con conectores.

2.3.2 CAPACIDAD VIAL

En el estudio de las diferentes magnitudes que intervienen en el tráfico se tiene a la intensidad del tráfico del cual se conoce un máximo que podrá circular por la carretera, lo que de alguna manera está determinando la capacidad de la carretera que está ligada a diferentes estados de circulación.

Por consiguiente la ingeniería de tráfico a tenido que desarrollar métodos de análisis o calculo de capacidad que permiten establecer los regímenes de la carretera, desde hace mucho tiempo se utiliza el manual de capacidad preparado en los Estados Unidos por el Transportation Research Board, para la determinación de la capacidad de las carreteras.

La razón del uso del manual de capacitación en casi todos los países es debido a que las metodologías incluidas en el manual son productos de una serie de investigaciones y experiencias realizadas en este países desde 1935 ha sido objeto de tres ediciones siendo la ultima en 1985 cuya última actualización en 1995 a proporcionado un conjunto de modelos nuevos para aplicar a la mayoría de las tipologías de carretera y circulación existentes.

Por consiguiente en conocimiento de la necesidad de establecer la capacidad en las carreteras y la existencia de un manual que gobierna la metodología de determinación de su análisis podríamos definir en forma concreta “Capacidad de Carretera, es el número máximo de vehículo que tiene la probabilidad razonable de atravesar por una sección de la carretera en un periodo de tiempo dado.”

2.3.2.1 TIPOS DE CAPACIDAD

También es importante establecer que las infraestructuras viarias se han clasificado en el manual de capacidad en dos categorías de acuerdo a la circulación:

a) Circulación Continua

La circulación continua es la que no tiene elementos fijos externos que produzcan interrupciones en el mismo.

b) Circulación Discontinua

Se refiere cuando en la estructura se tienen elementos fijos que producen interrupciones periódicas en la circulación vial.

Los términos de circulación continua y discontinua están referenciados a un tipo de estructura y no a la calidad de circulación en un momento dado. De acuerdo al manual de capacidad se establecen diferentes tipos de estructura, de acuerdo al siguiente detalle:

Circulación Continua

- Autopistas
- Carreteras multicarril
- Carretera de dos carriles

Circulación Discontinua

- Intersecciones semaforizadas
- Intersecciones sin semaforizar
- Arterias
- Transporte colectivo
- Peatones
- Bicicletas

La capacidad depende de las condiciones existentes y estas se refieren fundamentalmente a las características de la sección (características geométricas, condición del pavimento, etc.) y las de tráfico (especialmente su composición). Además habrá de tener en cuenta la regulaciones de circulación que existan (limitaciones de velocidad, prohibición de adelantamiento, etc.) las que influirán sobre el tráfico, además de las condiciones ambientales y meteorológicas.

Por lo tanto, la capacidad de una carretera podrá alcanzar un valor máximo cuando sus propias condiciones y las de tráfico sean óptimas, lo que corresponde a una capacidad en condiciones ideales.

2.3.2.2 ANALISIS DE LA CAPACIDAD

En el análisis de la capacidad debemos tomar en cuenta los siguientes factores:

a) CAPACIDAD EN LAS VÍAS ININTERRUMPIDAS

En este grupo están todas las carreteras y autopistas urbanas o rurales para el análisis de la capacidad en vías ininterrumpidas, se tienen valores prácticos establecidos por el manual de capacidad, como la capacidad teórica dada por la siguiente tabla:

CAPACIDAD EN VIAS ININTERRUMPIDAS EN CONDICIONES IDEALES

TIPO	VIAS DE DOS CARRILES AMBOS SENT.	VIAS DE 3 CARRILES AMBOS SENTIDOS	VIAS DE 4 O MAS CARRILES PARA EL SENT. CORRIENTE
Cap. Básica	2000 veh./h	4000 veh./h	2000 veh./h
Cap. Prac. Urbana	1500 veh./h	2000 veh./h	1500 veh./h
Cap. Prac. Carret.	900 veh. /h	1500 veh./h	1000 veh./h

Tabla 2.1 Fuente: Cal y Mayor, Ingeniería de Transito

Son varios los efectos que reducen la capacidad en vías ininterrumpidas, de los cuales los más importantes por ejemplo cuantitativo son:

- Ancho de carril
- Obstrucciones laterales o bermas
- Porcentaje de camiones y autobuses

Tanto el ancho de carril como las bermas si no tienen las dimensiones ideales establecidas de acuerdo a normas de diseño que es de 3.65m. para un carril y 1.80m. de berma lateral, cualquier otra dimensión menor dará origen a la reducción de la capacidad ya que se verá afectada la circulación vehicular en su carácter cualitativo y cuantitativo.

La presencia de camiones y autobuses en el volumen de tráfico causa la reducción de la capacidad debido a que estos vehículos tienen la tendencia a circular con velocidades menores, de evitar maniobras frecuentes de rebase y de obstruir la visibilidad a vehículos que van al mismo sentido detrás de ellos.

En la práctica es difícil encontrar carreteras cuyas características geométricas tengan dimensiones ideales, es por ello que resulta importante analizar la capacidad real que cada una de estas carreteras tiene, para poderla comparar con el T.P.D. proyectado a la vida útil y determinar si esta dentro del nivel esperado o si la capacidad es suficiente para el volumen que transita.

b) CAPACIDAD EN VIAS INTERRUMPIDA

La capacidad en vías interrumpidas se determina en las intersecciones teóricamente existen varios casos de comportamiento, en las intersecciones existen: las intersecciones a nivel, con semáforos, sin semáforos, con carriles suplementarios y sin carriles suplementarios, también existen intersecciones a nivel con y sin interferencias.

A diferencia de lo que ocurre en las carreteras o vías ininterrumpidas en las calles urbanas se considera a las vías de carácter ininterrumpido debido a que en la circulación existe una serie de factores que producen la paralización y demoras en la circulación haciéndose el tráfico interrumpido, entre esos factores los más importantes son:

- a) Semáforos en intersecciones a nivel.
- b) Agentes de tránsito que guían la circulación en las intersecciones.
- c) Cruce de peatones
- d) Detención de vehículos por diferentes causas.
- e) Detención de minibuses de transporte público para el ascenso y descenso de pasajeros.
- f) Dimensiones de los accesos en una intersección y su capacidad de visibilidad.

Todos estos factores, además de otros de menor incidencia afectan la capacidad vehicular en calles urbanas o interrumpidas

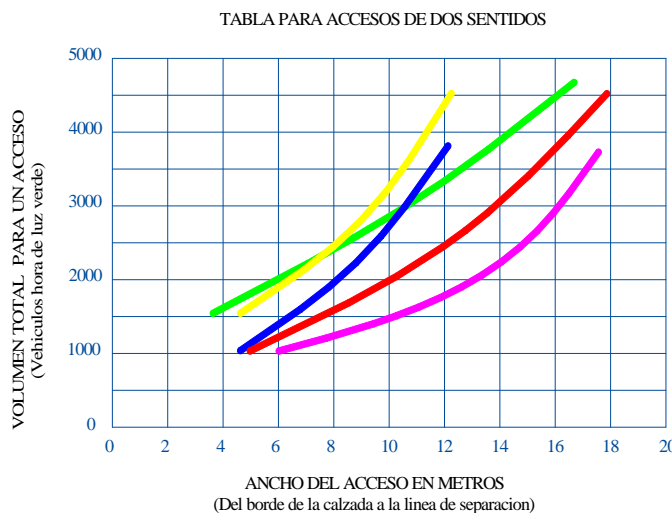


Tabla 2.2 Fuente: SemafORIZACIÓN Cornejo A. Guillermo

- Zona Comercial Suburbana y Residencial Intermedia
- Alrededores de la Zona Comercial Estacionamiento Prohibido
- Alrededores de la Zona Comercial Suburbana y residencial intermedia con Estacionamiento permitido
- Zona Central con Estacionamiento Prohibido
- Zona Central Con Estacionamiento Permitido

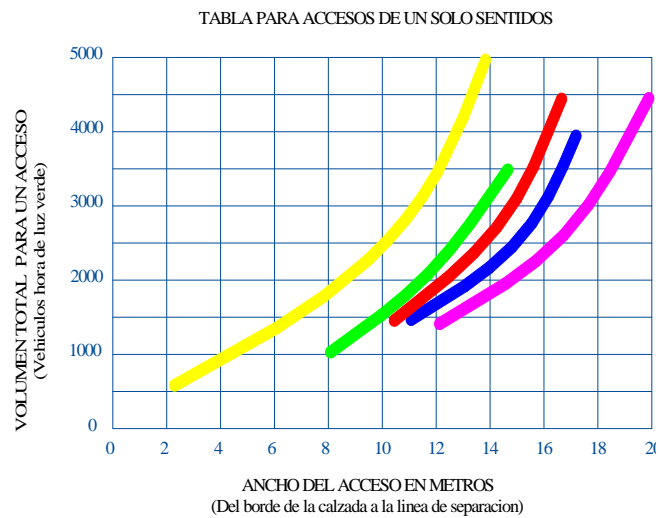


Tabla 2.3 Fuente: SemafORIZACIÓN Cornejo A. Guillermo

- Zona Central con Estacionamiento Prohibido
- Zona Central con Estacionamiento a la Derecha
- Alrededores de la Zona Central Estacionamiento a la Izquierda
- Alrededores de la Zona Central Estacionamiento Ambos Lados
- Zona Central Con Estacionamiento Permitido Ambos Lados

2.3.2.3 NIVELES DE SERVICIO

Dado que la circulación, cuando rebasa la capacidad se realiza condiciones inaceptables de comodidad y seguridad, las carreteras se diseñan para que se circule en mejores condiciones, para ello se emplea estimaciones cualitativas denominadas niveles de servicio.

Estas estimaciones se correlacionan con parámetros medibles que definen características de la circulación que se denominan medidas de eficacia, el manual de capacidad emplea como medida de eficacia la densidad de tráfico (número de vehículos por km. y carril) y la velocidad media de recorrido. Las definiciones de los distintos niveles de servicio son:

NIVEL

- Densidad inferior a 6 veh./km./carril.
- Vehículos no influidos por otros.
- No se forman colas de vehículos.
- Posibilidad de adelantamiento inmediato a vehículos más lentos.

NIVEL B

- Densidad entre 6 y 10 veh./km./carril.
- Vehículos influidos alguna vez por otros
- Se forman pequeñas colas de corta duración en caso incidentes

NIVEL C

- Densidad entre 15 y 20 veh./km./carril.
- Vehículos frecuentemente influidos por otros
- En caso de incidentes pueden producirse congestiones
- Hay dificultad para cambiar de carril

NIVEL C

- Densidad entre 15 y 20 veh./km./carril.
- Vehículos pendientes de los movimientos de los demás
- Cualquier incidente produce una situación de congestión

NIVEL E

- Funcionamiento en capacidad
- Densidad entre 20 – 23 y 30veh./km./carril.
- Marcha en caravana, una incidente produce una congestión total
- Funcionamiento inestable

NIVEL F

- Congestión
- Densidad superior a 30veh./km./carril.
- Grandes demoras con vehículos parados
- Se produce cuando se sobrepasa la capacidad en algún tramo situado delante de la sección afectada

Las definiciones citadas son generales y de tipo conceptual, siendo su aplicación fundamentalmente para la circulación continua. Los niveles de servicio para las vías de circulación discontinua varían sensiblemente por la percepción de nivel de calidad, por el usuario como por las variables operativas utilizadas para describirlos.

NIVEL	FACTOR V/C
A.....	< 0.0
B.....	< 0.1

C.....	< 0.3
D.....	< 0.7
E.....	< 1.0
F.....	> 1.0

Tabla 2.4 Fuente: Semaforización Cornejo A. Guillermo

2.3.2.4 METODOLOGIA DE DETERMINACION DE LA CAPACIDAD

Existe gran complejidad en la determinación de la incidencia de cada uno de estos factores en la capacidad vehicular y no existe una acción individual de cada factor, si no un efecto combinado de varios factores, es por ello que el manual de capacidad de la administración federal de caminos de los Estados Unidos que es la base de estudios de capacidad en la mayoría de países de america, establece una metodología en vías interrumpidas a partir de los siguientes conceptos básicos:

a) Capacidad Básica

Se considera capacidad básica a la capacidad de vehículos que circulan en el ancho de carril de 3.65 m. En un tiempo de una hora, en un determinado punto.

Teóricamente en las vías interrumpidas este valor alcanza un valor máximo de 2,000veh/hr., pero esta hora solo se considera como la hora de luz verde inicialmente el manual considera toda las intersecciones con semáforo, en caso que no existiese se tiene la suposición de que existe un agente de tránsito, en ambos casos existe un tiempo donde se da el flujo libre en el cruce vehicular, y no puede ser medible a esta cantidad de tiempo y se denomina flujo de hora verde.

b) Capacidad Practica

El manual de capacidad de acuerdo a varios estudios de investigación, a determinado dos ábacos o gráficos que nos sirven de base para tener una capacidad teórica considerando que el 10% del volumen es de camiones y omnibuses y el 20% del volumen realiza movimientos de giro de izquierda o derecha, la capacidad practica resulta del producto de la capacidad teórica obtenida de los ábacos por los factores de reducción que están determinados para diferentes casos. Además, se debe tener en cuenta que no todos los vehículos están en circulación continua, es por eso que la capacidad práctica se considera 10% menos que la capacidad básica.

c) Capacidad Real

Es igual a la capacidad básica afectada por los factores de reducción como ser: vehículos pesados, estacionamientos, giros, etc.

Las condiciones ideales para una vía interrumpida son condiciones fijas y variables, entre las condiciones fijas se tiene:

- Ancho de los accesos
- Zona urbana, donde está ubicada la intersección
- Regla de estacionamiento
- Sentido de circulación

Entre las condiciones variables tenemos:

- Vehículos pesados, omnibuses y camiones
- La presencia de paradas de omnibuses
- Movimientos de giros

Existen cuatro casos para el cálculo de la capacidad en las intersecciones con semáforos:

1^{er} CASO: Calles con circulación en ambos sentidos, sin carriles suplementarios ni indicaciones especiales de semáforos para movimientos de giro.

2^{do} CASO: Calles con circulación en ambos sentidos, con carriles suplementarios para movimientos de giro, pero sin indicaciones especiales de semáforos para los mismos.

3^{er} CASO: Calles con circulación en ambos sentidos, con carriles suplementarios e indicaciones especiales de los semáforos para los movimientos de giros.

4^{to} CASO: Calles con circulación en un solo sentido.

CALCULO DE LA CAPACIDAD PARA EL 1^{er} CASO:

Capacidad Básica afectada por el ancho del acceso y por la zona de la intersección además de la prohibición de estacionamientos.

Capacidad Practica será igual a 90% de la capacidad básica.

La determinación de los factores de reducción es la siguiente:

a) Por vehículos pesados (camiones y omnibuses): sustraer el 1% por cada 1% que los omnibuses y camiones pasen del 10% del número total de vehículos, o agregar un 1% por cada 1% en que el numero de omnibuses y camiones este por debajo del 10%. En los ábacos se asume que el 10% son vehículos pesados.

b) Por movimientos de giro (giro a la derecha y giro a la izquierda): para giro a la derecha sustraer un 0.5% por cada 1% en que el trafico que gira a la derecha pase del 10% del tráfico total, o añadir un 0.5% por cada 1% en que el trafico que gire a la derecha por debajo del 10% del total (la máxima reducción por giros a la derecha no debe pasar del 10%). En los ábacos se asume que el 10% son giros a la derecha.

Para giros a la izquierda sustraer un 1% por cada 1% en que el tráfico que gire a la izquierda pase del 10% del tráfico total, o sumar un 1% por cada 1% en que el tráfico que gire a la izquierda este por debajo del tráfico total. (la máxima reducción por giros a la izquierda no debe pasar del 20%). La máxima de reducción por giros combinados a la izquierda y derecha no debe pasar del 20%. En los ábacos se asume que el 10% son giros a la izquierda.

c) Paradas de omnibuses, prohibición de estacionamientos:

- En calles donde el estacionamiento está prohibido.
 - 1) Sin paradas de omnibuses agregar 5%
 - 2) Paradas de omnibuses antes de la intersección restar 10%
 - 3) Paradas de omnibuses después de la intersección restar 5% en zonas centrales y 10% en zonas intermedias
- En calles con paradas de omnibuses donde el estacionamiento está prohibido excepto en el lugar de parada.
 - 1) Si la parada de omnibuses esta antes de la intersección agregar 1% por cada 1% de giros a la izquierda y a la derecha, pero el incremento máximo no debe pasar del 6%
 - 2) Con la parada de omnibuses después de la intersección no hacer ninguna reducción.
- En calles donde el estacionamiento está permitido

- 1) Reducir 0.25% por cada 1% de los giros combinados a derecha e izquierda sea del trafico total pero la reducción máxima no debe pasar del 6%.
- En calles donde el estacionamiento está prohibido en una distancia limitada a ambos lados de la intersección
 - 1) Donde el estacionamiento este prohibido antes de llegar a la intersección en una distancia mayor o igual que $1.5 * G$., donde G es igual a fase verde en segundos del ciclo del semáforo. Se reduce en normas del 6% o en su caso se reduce la sección del acceso de 3.65 a 3m., entonces se deberá entrara de nuevo a los ábacos

CALCULO PARA EL 2^{do} CASO:

La reducción por vehículos pesados es similar a la anterior.

- Por movimiento de giro:

Por cada carril de giro a la derecha sumar el número de vehículos que gira a la derecha pero sin exceder ya sea de $((600 * G) / C)$ o si no $((D - 6) / 7.5) * N$, donde C es igual a la duración del ciclo, D es igual a la longitud del carril suplementario y N es igual al número de ciclos del semáforo por horas. Se produce de igual manera que en el primer caso para determinar los porcentajes de reducción.

- Para los carriles de giro a la izquierda:

Sumar el número de vehículos que gira a la izquierda pero sin exceder la capacidad del carril suplementario y reajustar los porcentajes en forma similar al primer caso.
 $((600 * G) / C) =$ capacidad del carril suplementario

CALCULO DEL 3^{er} CASO:

Es aplicable el segundo caso.

CALCULO DEL 4^{to} CASO:

- Omnibuses y camiones :

Sustraer el 1% por cada 1% de los omnibuses y camiones pase del número total de vehículos o agregar 1% por cada 1% que el numero de omnibuses y camiones este por debajo del 10% de tráfico.

- Movimiento de giro

Sustraer el 0.5% por cada 1% en que el trafico combinado que gire a la derecha e izquierda exceda del 20% del tráfico total agregar 0.5% por cada 1% que esté por debajo del 20% del tráfico total, la reducción máxima por giros no debe exceder del 20%.

2.3.3 VELOCIDADES

Se define como velocidad a la relación que existe entre la distancia que recorre y el tiempo que se tarda en recorrer.

Cuando el móvil es un vehículo la velocidad que desarrolla es afectada por sus propias características, por las del conductor y la vía, por el volumen de transito, condiciones atmosféricas y otros factores, de suerte que la velocidad de marcha no esté variando constantemente.

El propósito del estudio de las velocidades es calcular el valor y la distribución de la velocidad de los vehículos que circulan por un lugar determinado bajo las condiciones imperantes en el momento de hacer el estudio.

2.3.3.1 TIPOS DE VELOCIDAD

a) VELOCIDAD DE PUNTO

Se define como velocidad de punto a aquella que se obtiene en una sección de carretera o calle, cuyo intervalo de distancia esta previamente definido siendo frecuentemente la utilización de distancias de 50,75 y 100m.

La característica fundamental de este tipo de velocidad es que la distancia definida se toma al vehículo que va a recorrerla en un flujo libre sin interferencias de demoras. La determinación de velocidades de punto dentro del estudio de ingeniería de tráfico nos permite definir las velocidades medias de circulación en zonas urbanas y las velocidades de circulación en carreteras.

Métodos de Medición: para medir la velocidad del punto se pueden utilizar varios métodos entre los que se tiene:

1) Método del Cronometro

Es aquel que utiliza generalmente dos operadores uno a la entrada provisto de algún dispositivo para dar la señal en el momento que el vehículo ingresa a la línea de entrada para que el operador en la línea de parada final pueda accionar el mismo en el momento de que cruza la línea de salida. Este método es el más utilizado por la facilidad de su utilización y por la necesidad solamente de un cronometro.

Es factible utilizando distancias mínimas que este método puede ser utilizado por un solo operador y que tenga la visibilidad suficiente entre la línea de entrada y la de salida.

2) Método del Enoscopio

Se utiliza además del cronometro un aparato simple denominado endoscopio que es una de lados iguales que en uno de sus vértices tiene un espejo ubicado a 45° de tal forma que la visual de entrada se refleje en forma ortogonal a 90° , la forma de medición utilizando el endoscopio en el momento que el vehículo cruza la línea de entrada para accionar el cronometro y medir el tiempo hasta que el vehículo cruza la línea de salida. Este método es muy útil para las realizaciones de mediciones nocturnas.

3) Método del Radar Métrico

Es el método menos utilizado pero menos preciso para cuya determinación de velocidades utiliza un transmisor incorporado en un vehículo que emite ondas de longitud media que son captadas por un radar o pueden ser transformadas en distancia de referencia de las longitudes emitidas en el momento de ingreso de la línea de entrada y el ingreso a la línea de salida, se obtiene la distancia y el tiempo de recorrido determinándose así las velocidades de punto estas velocidades de punto en un estudio de tráfico deben ser llevadas a cabo en tres horarios diferentes de cada día recomendable en hora pico y tres días de la semana, si se lo va hacer anualmente tres diferentes meses del año y en la hora de estudio se determina una metodología homogénea para la determinación de velocidades de vehículos en circulación.

b) VELOCIDAD DE RECORRIDO TOTAL

Es aquella que se define como la distancia que se recorre en un tramo definido y el tiempo que se tarda en recorrer, tiempo que influye en la circulación y las demoras, normalmente la velocidad de recorrido total es un parámetro de la fluidez de tráfico, cuanto mayor la velocidad de recorrido total mayor la fluidez, cuanto menor la velocidad de recorrido total mayor el congestionamiento de tráfico.

A diferencia de la velocidad de punto la velocidad de recorrido total establece una distancia mucho mayor que en carreteras, generalmente se toma la distancia entre

accesos y las zonas urbanas la distancia de recorrido total es generalmente aquella que nos define los flujos direccionales. El tiempo que se tarda en recorrer la distancia de recorrido total tiene dos componentes que son:

- El tiempo que se tarda en circulación propiamente dicho
- El tiempo de demoras donde el vehículo no está en movimiento

Este tiempo de demoras puede tener como causa detención de vehículos, cruce peatones, semáforos, etc.

La relación que nos permite determinar la velocidad de recorrido total es la siguiente:

$$VR = DR / (tc + td)$$

Donde:

VR= Velocidad de recorrido total en (km/hr.)

DR= Distancia de Recorrido en (km.)

tc= tiempo de circulación en (hrs)

td=tiempo de demora en (hrs)

Métodos de Medición de Distancias de Recorrido Total

Para realizar los aforos de distancias de recorrido se introduce un vehículo en el tráfico en el cual vaya un operador que deberá hacer el registro de:

- 1) Medición de lecturas en Odómetro, lectura inicial y lectura final de cuya diferencia obtendremos la distancia de recorrido.
- 2) El tiempo cronometrado del vehículo de circulación en movimiento y tiempo registrado de las demoras donde el vehículo está paralizado.

c) VELOCIDAD DE CRUCERO

Es la que se registra como la relación de una distancia de recorrido total sobre un tiempo de circulación del vehículo sin tomar en cuenta el tiempo de demoras, la relación es la siguiente:

$$V_c = DR/t_c$$

Donde:

DR= Distancia de Recorrido en (km.)

t_c= tiempo de circulación en (hrs)

V_c= velocidad de crucero en (km. /hr.)

Esta velocidad de crucero es comparada con la velocidad de punta con el propósito de definir o establecer cuál es la incidencia por causa de las demoras que tiene la velocidad de un vehículo en movimiento, normalmente la velocidad de crucero es menor que la velocidad de punto, la diferencia que existe en tres estas dos podrá indicarnos cuanto es la incidencia y en que magnitud el efecto de las demoras en la velocidad del vehículo.

El análisis que puede realizar entre la velocidad de punto, la velocidad de recorrido y la velocidad de crucero deberán permitirnos establecer soluciones a la circulación de tráfico con referencia al factor: velocidad, relacionándola con el resto de los factores de tráfico, con esta información se pueden establecer varios gráficos como ser: velocidad vs % de vehículos tipo, velocidad vs distancia de recorrido, velocidad vs tiempo de demoras, etc. Todo el análisis que se pueda realizar dependerá de la mayor o menor información que se obtenga a través de aforos

d) VELOCIDAD DIRECTRIZ O DE PROYECTO

Ninguna de las anteriores velocidades son consideradas para el diseño geométrico de la carretera o calles estableciéndose otra definición que es la velocidad de proyecto o

directriz considera si como la velocidad de un 80% o más del conjunto de vehículos que circula dicha velocidad.

En carreteras se establece velocidades directrices o de proyecto haciendo un equilibrio entre el tipo de carretera que se quiere diseñar, el costo de la construcción y el costo de operación de los vehículos (Norma AASSTHO y S.N.C., nos dan algunas velocidades recomendables de acuerdo a la categorización de las carreteras).

En zonas urbanas es mucho más compleja la definición de velocidad directriz por que intervienen otros factores como ser: el flujo peatonal, zonas residenciales, zonas comerciales, escolares y mayor tipo de maniobras, detenciones de vehículos más continuas, etc. Estos factores influyen en la velocidad de circulación por ese hecho la recomendación es que se adopte velocidades directrices o del proyecto en función de la velocidad de circulación media obtenida a través de las velocidades de punto.

TOMA DE DATOS

Dentro del estudio de velocidades indicaremos los siguientes aspectos concernientes al proyecto en cuestión como ser:

- Número de Puntos: se especifican los puntos donde se deberá aforar las velocidades tomadas en cuenta la visibilidad para el aforador.
- Número de Horas: en número de horas al día que se realizara el aforo siendo normalmente 15 a 20min. En transcurso del día en las horas pico.
- Número de Días: el número de días para el aforo serán dos días hábiles y un día en fin de semana o en lo posible feriado.
- Causas de Demoras: las demoras que se observaran y están sujetas a estudio de velocidades serán las siguientes:
 - a) Por cruce de peatones
 - b) Por parqueo vehicular

- c) Por paradas de Trufis
- d) Por ascenso y descenso de pasajeros en lugares prohibidos

2.3.4 SEÑALIZACION EN GENERAL

La finalidad de toda señalización es la de transmitir a los usuarios de las vías públicas unas normas específicas mediante símbolos o palabras oficialmente establecidas, con objeto de regular o dirigir la circulación.

Los dispositivos para regular el tránsito son los medios físicos que se emplean para indicar detalladamente a los usuarios de las vías públicas la forma correcta y segura de transitar por ellas a fin de evitar accidentes y demoras innecesarias. Entre las funciones de estos dispositivos se encuentran:

- Prevenir a los conductores y peatones sobre los peligros existentes
- Guiarlos en sus recorridos por las vías
- Divulgar oportunamente las disposiciones de las leyes y reglamento de tránsito
- Dar a conocer restricciones específicas

Para que la señalización cumpla su cometido debe reunir unas condiciones tales que conductores puedan comprender su mensaje en las condiciones de tráfico o clima que interese.

Todos los sistemas actuales de señalización tienen unas señales lo más sencillas posibles y al mismo tiempo a que tanto el color como la forma acorten el tiempo necesario para comprender lo que en ellas se indica.

2.3.4.1 TIPOS DE SEÑALIZACION

Existen dos tipos de señalización que son la horizontal y la vertical.

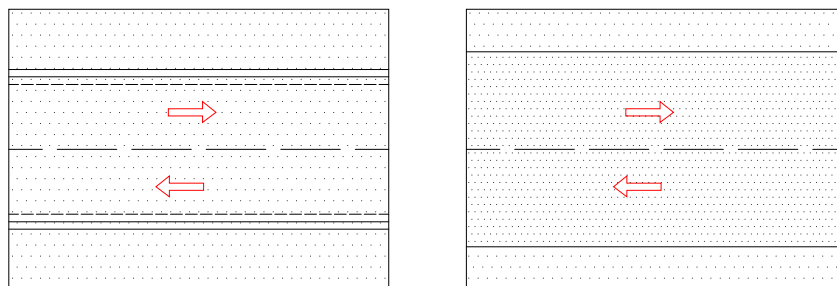
2.3.4.2 SEÑALIZACION HORIZONTAL

Son todas las marcas que se encuentran en los pavimentos, pudiendo estas marcas ser pintura reflectiva blanca o amarilla y de materiales termoplásticos. Entre señales horizontales podemos indicar las siguientes:

a) Líneas de marcación de calzada

Tiene como objetivo definir exactamente el área que corresponde a la calzada comprendida en el interior de estos límites y las bermas en el exterior de las mismas, es una línea continua de color blanco cuyo ancho es de 10 a 15 cm.

Las rayas limitadoras de la calzada están pintadas en las orillas a lo largo del pavimento y sirven para indicar al conductor el límite entre el pavimento y la berma.



Berma Pavimentada y Berma de Grava

Fig. 2.1 Fuente: Manual de Estudios de ingeniería de tránsito, Box, Paule, Oppenlander

b) Flechas direccionales

Tienen por objetivo guiar la circulación vehicular en tramos urbanos, carreteras y autopistas, estas flechas van pintadas sobre el pavimento y pueden ser de cuatro tipos:

- Flecha direccional de frente
- Flecha direccional de frente y giro a la izquierda

- Flecha direccional de frente y giro a la derecha
- Flecha direccional de giro a la izquierda o derecha simplemente

La ubicación de estas flechas está de acuerdo al sentido de circulación en carreteras y autopistas estas flechas tienen dimensiones normalizadas.

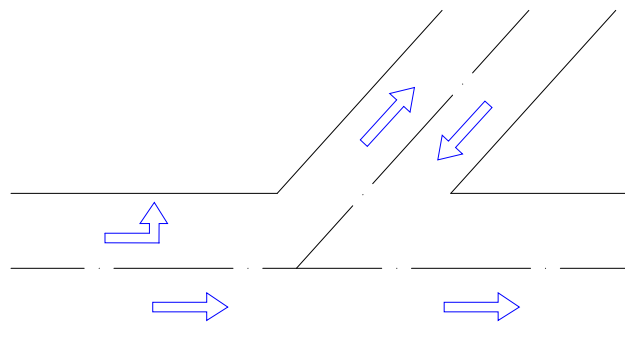


Fig. 2.2 Fuente: Manual de Estudios de ingeniería de tránsito, Box, Paule, Oppenlander

c) Isletas deflectoras

Son señales horizontales cuyo objetivo es definir espacios para cada flujo de circulación principalmente en intersecciones cuyos accesos tienen varios carriles y ambos sentidos de circulación y cuya salida de la intersección también tiene ambos sentidos de circulación, estas características obligan a mejorar y definir los espacios de circulación de cada sentido, al definirse se producen espacios muertos que no utilizará la circulación vehicular. Las isletas son de pintura amarilla con segmento que dependiendo de las

dimensiones pueden tener un espesor de 0.10, 0.15, 0.4 o 0.60m., el sentido de estas marcas debe ser el sentido del flujo.

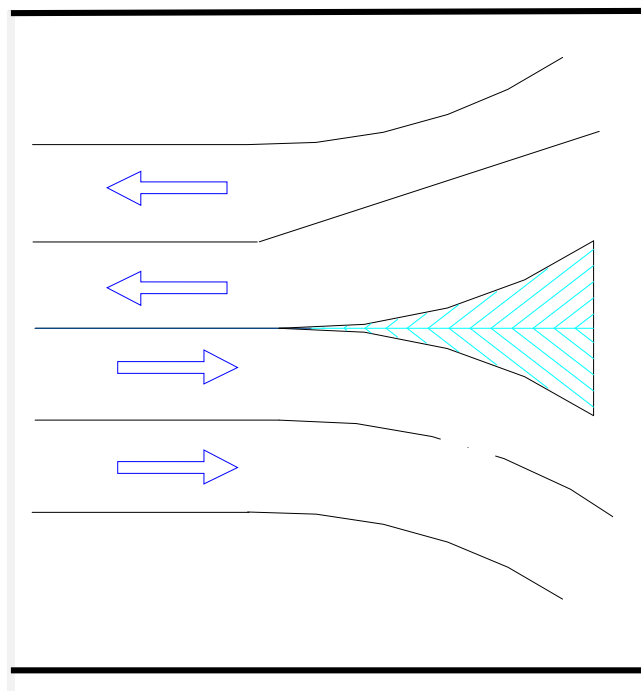


Fig. 2.3 Fuente: Manual de Estudios de ingeniería de tránsito, Box, Paule, Oppenlander

d) Líneas de Frenado

Tienen como objetivo prevenir al conductor con suficiente espacio anticipado para realizar una acción de frenado que detenga el vehículo. Esta línea es paralela a la línea del eje hacia adentro en el carril que corresponde a la detención en una distancia “d” calculada por la siguiente relación:

$$d = (V \cdot t) / 3.6 + (V^2 / (254 \cdot (f + i)))$$

Donde:

V= velocidad del proyecto en caso de carreteras o velocidad media de circulación de calles (m/seg.)

t= tiempo de percepción y reacción. (t = 1.5seg.)

f= factor de fricción, neumático – calzada

i= pendiente longitudinal de la carretera o calle (m/m)

La línea de frenado en calles de un solo sentido estará sobre el eje de la calzada, tiene un grosor de 0.10 a 0.15m. y una distancia “d”

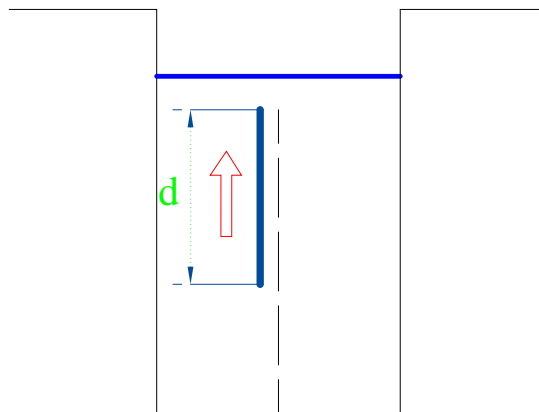


Fig. 2.4 Fuente: Manual de Estudios de ingeniería de tránsito, Box, Paule, Oppenlander

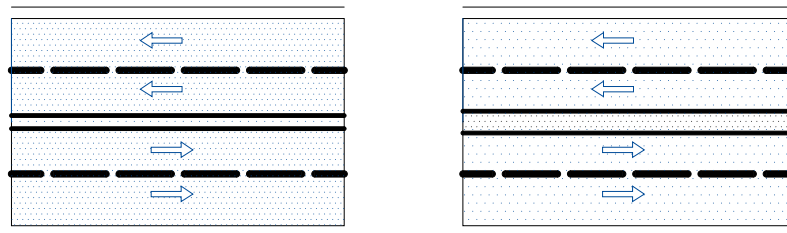
e) Líneas de Visibilidad para Pasar

Frecuentemente en carreteras se debe definir algunas distancias aptas o no para realizar maniobras de sobrepaso en función a la distancia visibilidad para pasar, se determina a través de tres componentes que son las distancias de frenado, la distancia de acción de sobrepaso propiamente dicha y la distancia que recorre el vehículo en sentido contrario,

esta distancia determinada debe existir físicamente entre los principios y fines de curva horizontal. En caso de no existir estas distancias deben ser restringidas las acciones de sobrepaso. Se señala con una línea simple o doble paralela al eje a 10cm., del segmento correspondiente.

f) Separadores de Carril

Es un segmento interrumpido de color blanco tienen un ancho de 0.1m., se utiliza una relación recomendable de que $P/N \cdot P = 0.6$, en zonas urbanas la relación recomendable es de 1(3 a 5), siendo esto los valores correspondientes a P=pintado y NP= no pintado. Estas líneas pueden ser pisadas sin que se considere infracción.



Rayas Separadoras de Carril

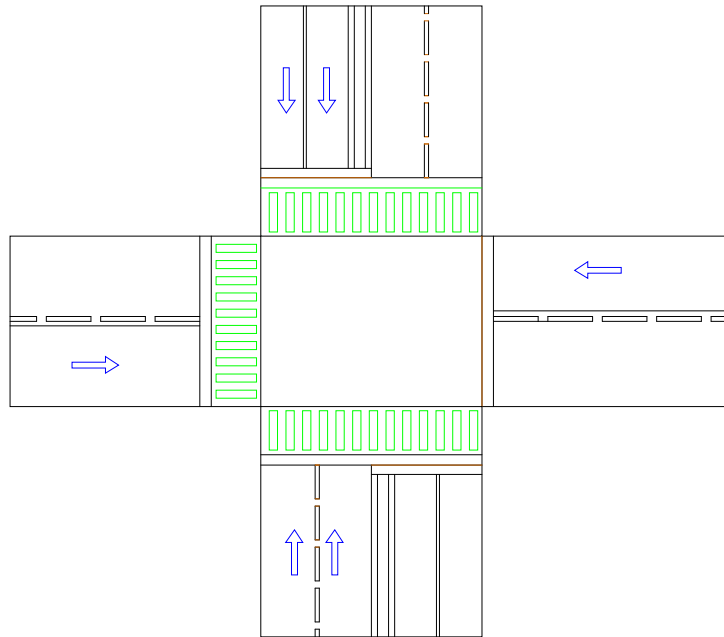
Fig. 2.5 Fuente: Manual de Estudios de ingeniería de tránsito, Box, Paule, Oppenlander

g) Separadores de Sentido

Son líneas continuas de color amarillo de pinturas reflectivas, su ancho varía de 0.1 a 0.15m. esta línea al ser pisada o cruzada significa infracción.

h) Líneas de Parada

Es una línea de color blanco de 0.5m. de ancho colocada transversalmente en la calle. Sirven para indicar el lugar donde los vehículos deberán detenerse en caso de una parada obligatoria anunciada por una señal de pare o por un semáforo.



Paso Peatones – Línea de Parada

Fig. 2.6 Fuente: Manual de Estudios de ingeniería de tránsito, Box, Paule, Oppenlander

i) Cruce de Peatones

Tiene una longitud de 2.5 a 5m. son de color blanco, con pintura reflectiva, y se ubica a 1m. de la intersección.

j) Letras sobre el Pavimento

Su uso depende de la velocidad de circulación para que allá suficiente tiempo y visibilidad para que el conductor haga la lectura, se usan en accesos a aeropuertos, accesos a rutas principales, rotondas de distribución. Las dimensiones de estas letras sobre el pavimento están normalizadas 2.4m. de largo y 0.5m. de ancho son de color blanco.

MARCAS ESPECIALES

k) Marcas Delimitadoras de Estacionamiento

Son de color amarillo tienen un ancho de 0.4 y 0.5m. y una inclinación de 45 a 60°

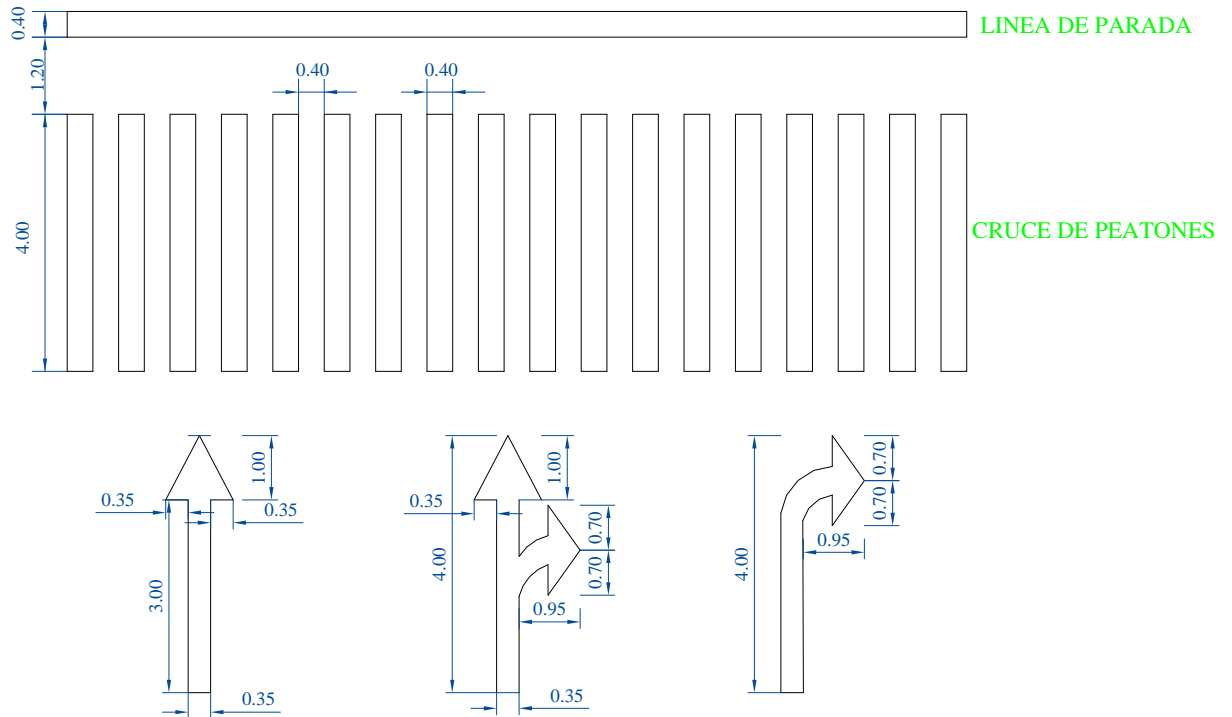


Fig. 2.7 Fuente: Manual de señalización Visual, Servicio Nacional de Caminos

2.3.4.3 SEÑALIZACION VERTICAL

Se define la señalización vertical como el conjunto de señales que van distribuidas a lo largo de una carretera o dentro de un trazo urbano con el propósito de mejorar la circulación vehicular y peatonal, estableciendo en función de las normas una forma de utilización de los espacios vehiculares y peatonales.

Debido a la gran variedad de señales que podrán presentarse se ha hecho una clasificación en función de los objetivos de cada grupo de señales estableciendo 3 grupos de señales:

- a) Señales Preventivas

Son aquellas cuyo objetivo es la de prevenir dentro de la circulación a obstáculos o peligros que pueden presentarse para ello se ha establecido un conjunto de señales que previenen algunas situaciones comunes dentro de las circulación en carreteras y calles como ser: el estrechamiento de un camino, la existencia de un puente angosto, la existencia de bajadas peligrosas, la existencia de un badén, la existencia de una zona circular, la existencia de un camino sinuoso, etc.

De acuerdo a las normas S.N.C. se tienen alrededor de 40 señales preventivas codificadas con la asignatura P.

Las señales preventivas de acuerdo a la norma tienen dimensiones de 0.6*0.6m., presentan un fondo amarillo con pintura reflectiva, la señal de color negro y tienen un contorno de línea negra alrededor del recuadro y la posición es con las aristas arriba y abajo.

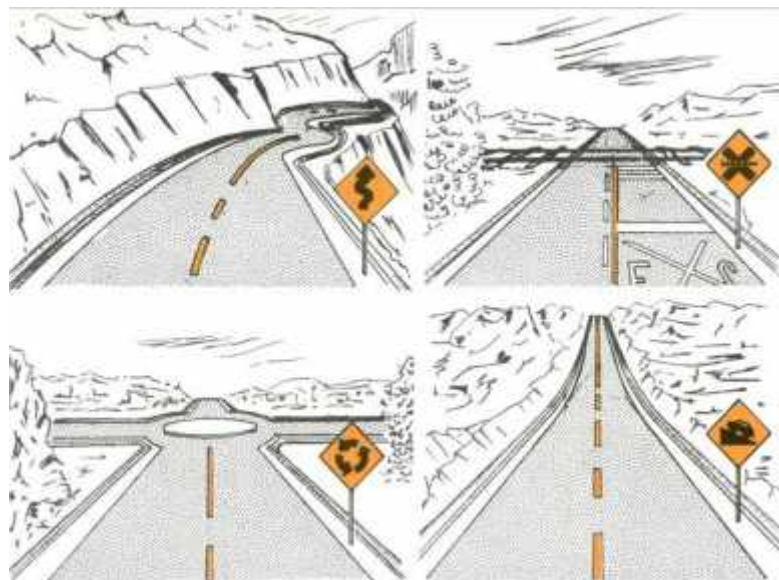


Fig. 2.8 Fuente: Señalizaciones verticales, Google



Fig. 2.9 Fuente: Señalizaciones verticales, Google

b) Señales Restrictivas

Llevan un ribete alrededor de la señal de $\frac{1}{2}$ pg. De grosor de color negro. La señal está en la parte superior y tiene color negro, en alguna de ellas lleva una orla de color rojo de 1 pg. de espesor. En la parte interior de la señal pueden ir colocadas además algunas indicaciones alfabéticas cuyas dimensiones también están establecidas siendo letras de una altura de 10cm. Cuyos grosores son de $\frac{1}{2}$ pg. Existen dos excepciones en este tipo de señales restrictivas que son las señales Pare y Ceda el Paso.

La señal de Pare es un octógono simétrico cuyos lados paralelos están a 75cm., tienen un fondo rojo con pintura reflectiva y tiene la palabra PARE en la línea simétrica central, además de un ribete alrededor de la señal de color blanco.

La ubicación de estas señales son a la derecha de las líneas de parada ubicadas en el pavimento y en todos aquellos lugares donde se quiere prevenir a través de la detención del vehículo en el cruce de una intersección.

La señal Ceda el Paso es una señal cuyas dimensiones son las de un triángulo equilátero de 0.8m. de lado que tiene un fondo blanco con pintura reflectiva en la parte superior está escrita la frase de **CEDA EL PASO** en el acceso de flujo secundario.



Fig. 2.10 Fuente: Señalizaciones verticales, Google

c) Señales Informativas

Las señales informativas como su nombre lo indica tienen por objeto dar alguna información ya sea con carácter de servicio de circulación al conductor que transite por una carretera o por un tramo urbano, estas señales mejoran los servicios que puedan presentarse a lo largo de una carretera como ser: restaurantes, hoteles, estaciones de servicio, gasolineras, teléfonos, etc. Cuyas características esta también codificadas en los manuales de señalización tanto en S.N.C. como en el manual de señalización Panamericana.

Las características de una señal informativa si bien está normalizada en colores y dimensiones en algunas de ellas, existen otras cuyas dimensiones se determinan de acuerdo al tipo de proyecto.

En cuanto a las señales informativas para servicios la norma es que éste tenga la dimensión de 0.6*0.9m. con fondo azul, un recuadro en la parte superior de 0.4*0.4m. con fondo blanco de pintura reflectiva en cuyo interior estará la señal especificada de acuerdo al manual existente, esa señal es de color negro.

Las señales de orden de circulación no tienen establecido una sola dimensión dejándose a criterio del proyectista determinar las dimensiones más adecuadas tratando de que estas deben tener un fondo verde con pintura reflectiva y la nomenclatura que se tenga sobre ella tenga el color blanco que puede ser alfabética numérica o flechas direccionales.

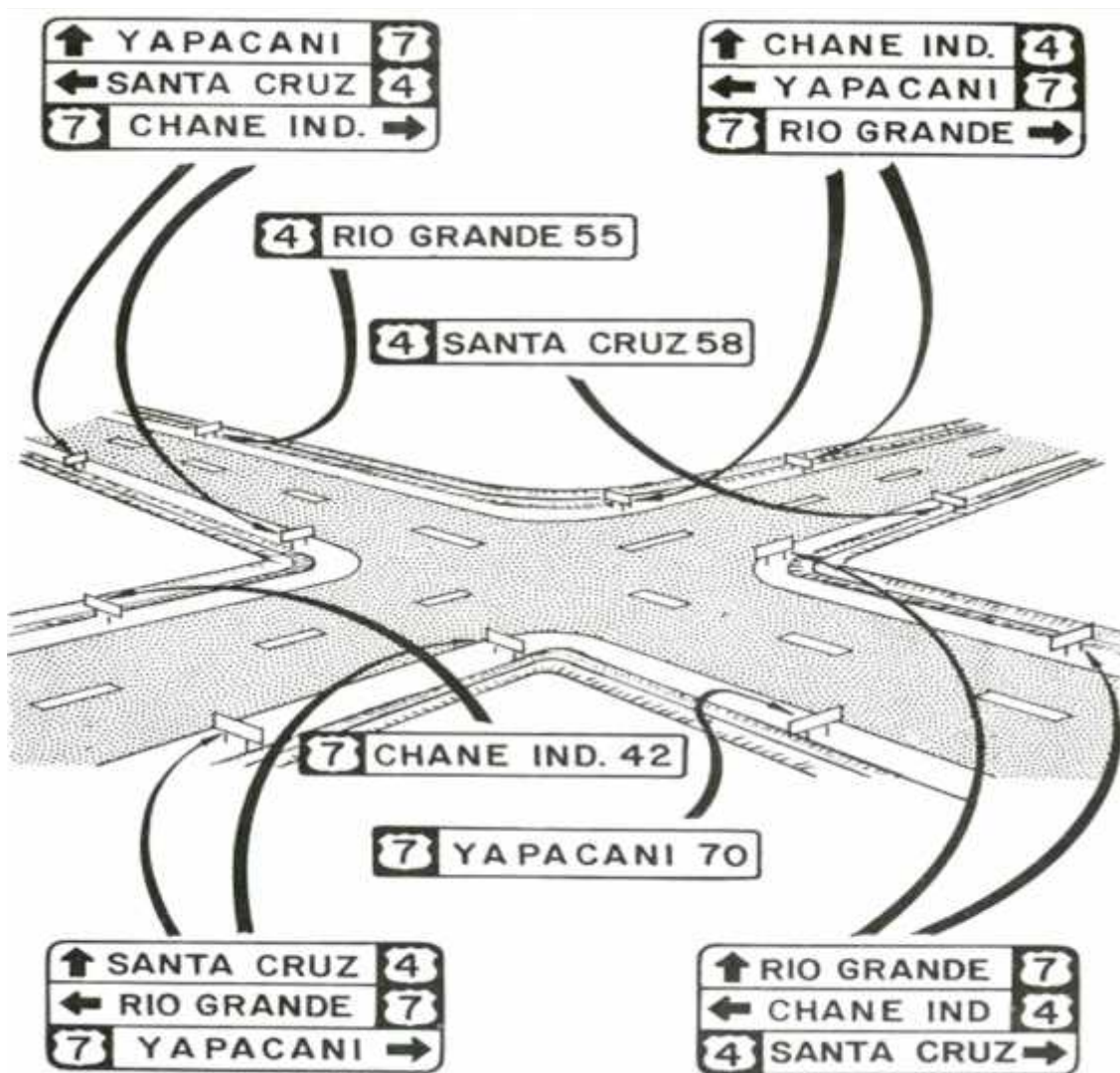


Fig. 2.11 Fuente: Apuntes de la materia de Tráfico, Ing. Orgaz Fernández Johnny (fotocopias)

2.3.4.4 UBICACIÓN DE LAS SEÑALES VERTICALES

La ubicación de las señales verticales se establece de acuerdo si esta va a estar en un trazo urbano o va a estar en un tramo rural o carretera.

Si está ubicado en un tramo urbano las señales verticales se colocaran a una distancia mínima de 0.6m. del borde de la calzada y a una altura mínima de 2m., apoyada sobre un poste que puede ser metálico de 3 o 4 pg. de diámetro que tendrá que ser pintada de color gris.

En caso de carreteras las señales verticales deben ser colocadas a una distancia de 1.2 a 4m. a partir del borde de la plataforma, a una altura de 2m. pero con referencia a la calzada de la carretera.

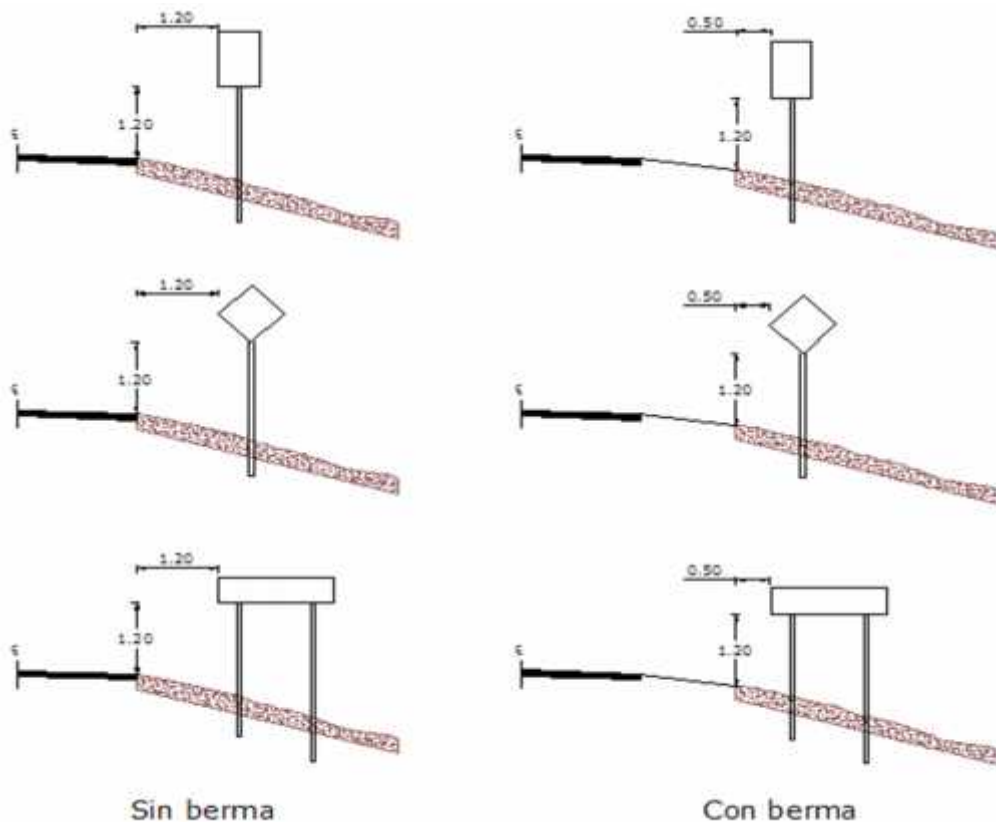


Fig. 2.12 Fuente: Señalizaciones verticales, Google

2.4 CONDICIONES DE LA SEMAFORIZACION

Los semáforos de tiempos fijos deben ser instalados si cubren una o más de las siguientes condiciones.

a) CONDICION DE VOLUMEN MINIMO

Aquí la intensidad de tránsito de las vías que se cruzan es la principal justificación. Se llena ese requisito cuando en cualquiera de las ocho horas de un día representativo, se presentan los volúmenes mínimos indicados en la tabla 2.5

VOLUMENES MINIMOS (condición 1)

Calle Principal	Calle Secundaria	Calle Principal	Calle Secundaria
1	1	500	150
2 o mas	1	600	150
2 o mas	2 o mas	600	200
1	2 o mas	500	200

Tabla 2.5 Fuente Cal y Mayor, Ingeniería de Tránsito: fundamentos y aplicaciones

Los volúmenes para las calles principales y secundarias corresponden a las mismas ocho horas. El sentido del tránsito de mayor volumen en la calle secundaria puede ser para un acceso durante algunas horas y del otro sentido la restante.

b) **CONDICION DE VOLUMENES MINIMOS DE PEATONES**

Se recomienda la instalación de semáforos de tiempo predeterminado cuando los volúmenes de peatones excedan a los siguientes valores de la tabla 2.6 durante ocho horas consecutivas durante un día promedio

Tipo de Intersección	Vehículos/Calzada no Dividida	Hora Calzada con Cantero	Total Peatones/h
Fuera de Área Escolar	600	1000	150
En Área Escolar	800	800	250

Tabla 2.6 Fuente Cal y Mayor, Ingeniería de Transito: fundamentos y aplicaciones

c) **CONDICION DE DEMORAS EN EL TRAFICO**

Si el tráfico en la arteria secundaria no alcanza los valores de la tabla 2.7, pero los volúmenes de la arteria principal son elevados, es lógico esperar que el trafico de la via secundaria sufra demoras excesivas.

Esta condicion recomienda que la instalación si exceden los valores de la siguiente tabla

Calle Principal	Calle Secundaria	Calle Principal	Calle Secundaria
1	1	750	75
2 o mas	1	900	75
2 o mas	2 o mas	900	100
1	2 o mas	750	100

Tabla 2.6 Fuente Cal y Mayor, Ingeniería de Tránsito: fundamentos y aplicaciones

d) CONDICION DE SISTEMA COORDINADO DE SEMAFOROS

Un sistema coordinado de semáforos requieren ciertas circunstancias, la instalación semáforos en algunas intersecciones que no cubran las condiciones anteriores; esta condicione de movimiento coordinado exige que:

- En un sistema coordinado de calle de sentido único deben semaforizarse intersecciones adioconale cuando, entre dos intersecciones semaforizadas consecutivas haya una distancia excesiva que no ofrezca la eficiencia requerida en el control peatonal y vehicular.
- Si en una calle de doble sentido los semáforos instalados de acuerdo a las condiciones anteriores no proporciona el grado de ceado deben proporcionarse semáforos intermediarios a fin de lograr un funcionamiento eficiente del sistema.

3.1 GENERALIDADES

En un principio se llamo semáforo a una torre destinada a transmitir señales a distancia, especialmente desde la costa a los barcos. No se puede determinar con exactitud cuándo comenzó su aplicación a los problemas de circulación.

La finalidad esencial de toda señalización es la de transmitir a los usuarios de las vías públicas, normas específicas mediante símbolos o palabras oficialmente establecidas, con el objeto de regular o dirigir la circulación, es por eso que se entiende por semaforización la disposición, diseño y operación de dispositivos denominados semáforos con el propósito de regular la circulación vehicular y peatonal.

Estos aparatos deben ser instalados en lugares o puntos donde exista evidente necesidad de regular el tránsito, la colocación de semáforos donde estos no estén plenamente justificados pueden provocar efectos contraproducentes sobre la circulación vehicular.

Es necesario que el diseño, la instalación y el modo de operar de los semáforos respondan a reglamentaciones establecidas a nivel nacional, de manera que el usuario está perfectamente compenetrado con dichas normas y responda a sus indicaciones con cabal conocimiento de las mismas.

3.2 CLASIFICACION

De acuerdo a su función operacional los semáforos pueden clasificarse en:

- **Semáforos para circulación vehicular**

Tiempo predeterminado

Accionados por el tránsito

- **Semáforos para peatones**
- **Semáforos especiales**

Luces intermitentes

Control direccional

Puentes y túneles

- **Semáforos en cruces ferroviarios**

3.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS SEMÁFOROS VEHICULARES

Las características físicas de los semáforos son idénticas tanto para los de tiempo predeterminado como para los de accionados por el tránsito, la única diferencia consiste en el mecanismo que dirige la operación.

Están constituidos por los siguientes elementos:

- **Cabeza:** Se denomina cabeza de un semáforo al elemento que tiene señales luminosas y tiene un número determinado de caras en diversas direcciones.

- Caras: Cada cara de un semáforo contiene 3 o más zonas ópticas o lentes que están formados verticalmente.
- Focos: Son lentes ópticos formado cada uno por una lente para un reflector cóncavo para concentrar al haz luminoso en una dirección y un vidrio difusor circular y viseras arriba y a los costados eventualmente. Los focos de cada cara se ubican en la siguiente posición: el rojo en la parte alta, inmediatamente amarillo y por último el verde y si hay señales adicionales pueden ir debajo o al costado del verde.

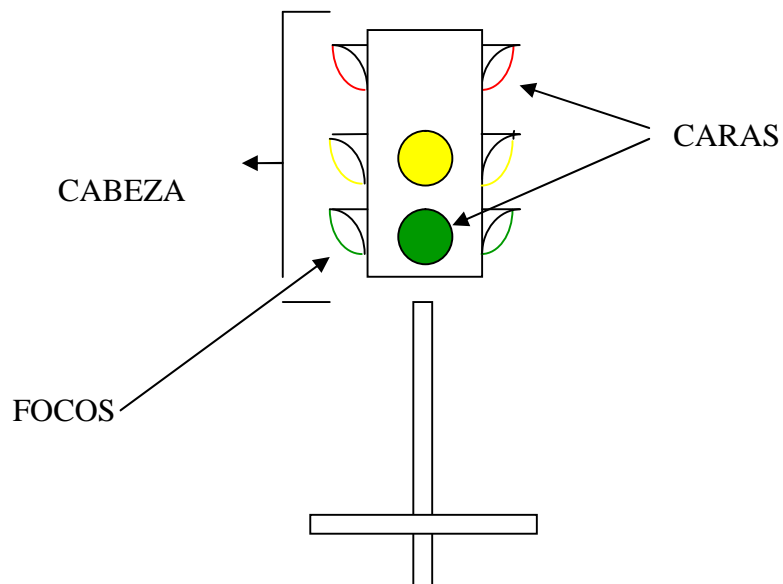
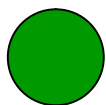


Fig. 3.1 Fuente: Apuntes de la materia de Tráfico, Ing. Orgaz Fernández Johnny (fotocopias)

3.4 FUNCION DE LOS COLORES

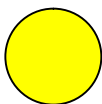


Verde total

El tránsito que observe esta luz puede seguir de frente, girar a la izquierda o derecha, a menos que alguna señal prohíba el giro, sin embargo los conductores deben respetar el derecho de paso a otros vehículos o peatones que estén cruzando legalmente la intersección.

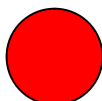
Los peatones que observen esta luz también pueden proceder a cruzar la vía dentro de los pasos marcados o no, al menos que existan semáforos peatonales que indiquen otra cosa.

Amarillo Fijo



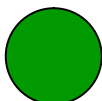
La luz amarilla advierte que inmediatamente aparecerá el rojo y el conductor, si a un puede debe detener el vehículo para esperar la próxima fase verde, esta fase verde preverá el tiempo suficiente para permitir el despeje de vehículos antes que entre el tránsito de la otra arteria.

Rojo Fijo



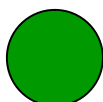
El tránsito de frente a la luz roja debe para antes de la línea de pare que indique el paso peatonal y debe permanecer detenido hasta la aparición del verde. Ningún peatón debe entrar en la calzada a menos un semáforo peatonal indique su paso.

Verde con Flecha de Frente



El tránsito que tenga esta señal debe seguir su marcha de frente sin hacer giros a ningún lado. los peatones que se encuentren de frente a esta señal pueden cruzar la vía dentro de su paso marcado a menos de que haya un semáforo peatonal que indique otra cosa.

Verde con Flecha de Giro



El tránsito que tenga esta señal debe entrar a la intersección con cuidado para hacer el giro indicado por la flecha verde.

Rojo Intermitente (señal de pare)



Cuando el semáforo está en rojo intermitente los conductores de vehículo deben detenerse antes del paso peatonal y el derecho a seguir estará sujeto a las normas vigentes para una señal de pare.

Amarillo Intermitente (señal de precaución)



Cuando un semáforo está en amarillo intermitente los conductores de vehículos pueden pasar la intersección con suma precaución.

3.5 UBICACIÓN DE LOS SEMAFOROS

En cada intersección debe haber como mínimo un semáforo de dos caras visibles desde cada punto de aproximación, estas caras deben estar adecuadamente ubicadas para que permitan ver a los conductores en todo momento al menos una indicación, aun que camiones o minibuses puedan tapar alguna de las caras.

Al existir la presencia de dos caras de seguridad en la señalización en caso de que alguna lámpara quede inutilizada se da seguridad en la intersección.

De acuerdo al tipo de intersección estos deben ser ubicados en cada uno de los accesos de la intersección totalmente visible a los conductores de acuerdo a las características físicas de la intersección y al número de carriles pueden presentarse varias formas de ubicación de semáforos.

a) Semáforos Independientes

Estos semáforos van ubicados en la intersección a la entrada de cada acceso, a una distancia de 0.6 m. como mínimo de cordón de la acera y su altura puede variar entre 2.4 y 4.5 m. dependiendo de la visibilidad existente.

b) Semáforos con ménsula corta

Cuando la visibilidad en la intersección no permite una buena ubicación del semáforo se recurre a estructuras metálicas de tipo ménsula que soportan la cabeza del semáforo un poco más al interior de la calzada y por lo tanto más visible.

c) Semáforos con ménsula larga

Cuando los semáforos van a tener más de una cara y se quiere que estas sean igualmente visibles a cada acceso de la intersección se utiliza estructuras metálicas tipo ménsula que abarquen $1/3$ a $2/3$ de la intersección, de tal forma que sean visibles a todos los accesos.

d) Semáforos Colgantes

Este tipo de semáforo se recomienda en intersecciones en las calles que van a tener cuatro accesos que pueden tener 4 caras y que tienen que ser igualmente visibles por eso se busca un punto que geométricamente sea concéntrico en la intersección, y se coloca ahí el semáforo.

Tipos de Semáforos y Ubicación

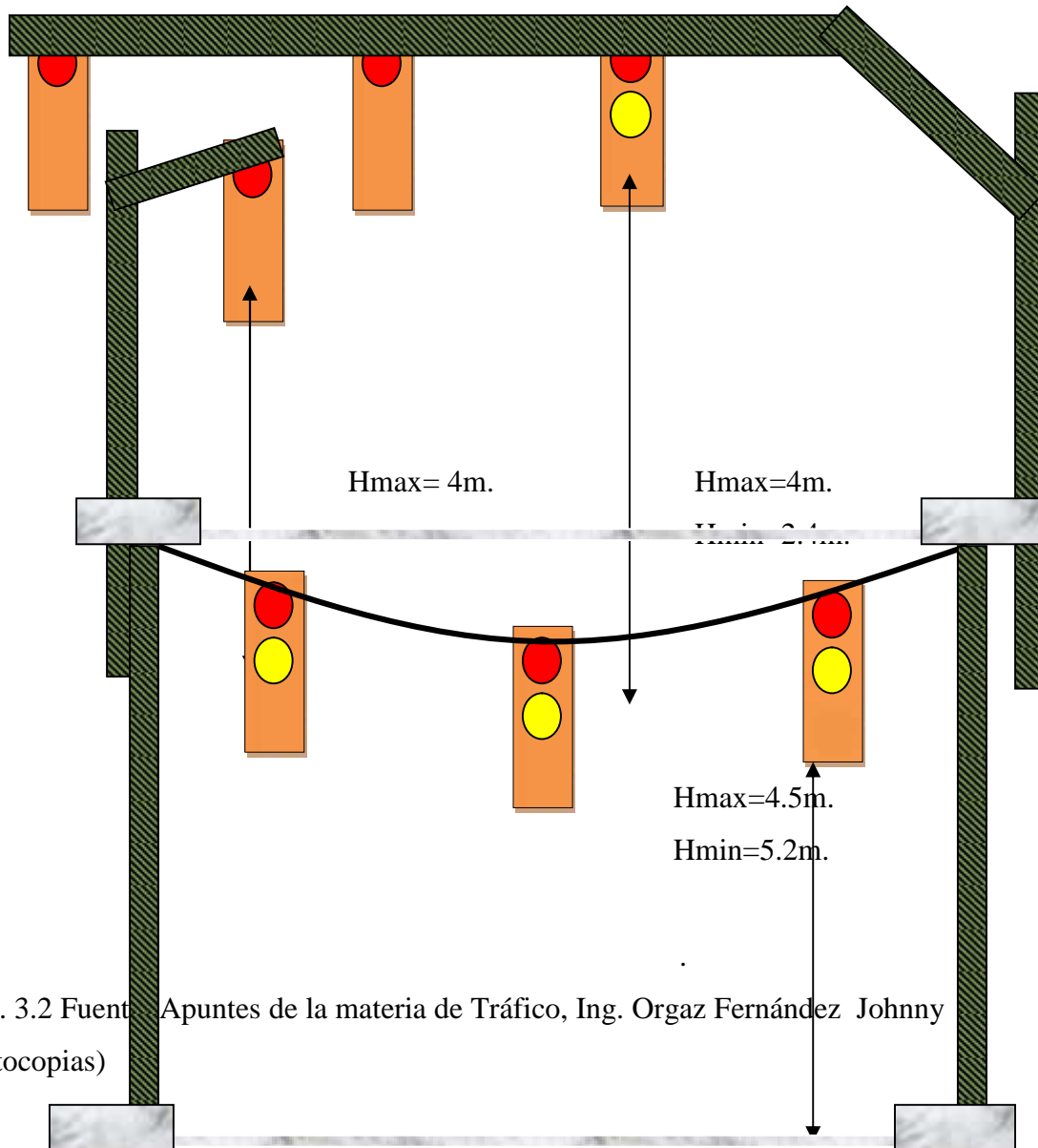


Fig. 3.2 Fuente: Apuntes de la materia de Tráfico, Ing. Orgaz Fernández Johnny (fotocopias)

3.6 TIPOS DE SEMAFOROS PARA CIRCULACION VEHICULAR

De acuerdo a su forma de comando se presentan dos tipos de semáforos para circulación vehicular

a) Semáforos de tiempo Predeterminado

Es aquel que regula el tránsito en base a una distribución de secuencias previamente establecidas.

La duración total del ciclo puede ser establecida desde un mínimo de 30 segundos hasta un máximo de 120 segundos. En la mayoría de los equipos usuales los cambios de la duración de ciclo pueden hacerse en valores múltiplos de 5 segundos.

En general este tipo de semáforos admiten una programación para prever diversas distribuciones del ciclo a duplicarse en distintas horas del día.

Las principales ventajas de este tipo de semáforos son:

- Facilitan la programación de un sistema coordinado de semáforos.
- El funcionamiento de semáforos no se ve afectado por anomalías en la detención, como puede ser un vehículo detenido sobre él.
- Proporcionan una mayor eficiencia en áreas con gran movimiento peatonal.
- Su instalación y mantenimiento es más económico que los activados por el tránsito.
- Se adaptan en aquellas intersecciones en que el tránsito es relativamente estable.

b) Semáforos accionados por el tránsito

Son aquellos en el cual los intervalos varían de acuerdo con la demanda del tránsito, la que es registrada mediante detectores.

Entre las ventajas que presenta este tipo de semáforos puede destacarse:

- Permiten una máxima eficiencia cuando las fluctuaciones del tránsito no pueden ser cubiertas mediante las posibilidades del control predeterminado.
- Tienen un mejor comportamiento en aquellas intersecciones en donde uno o más movimientos son sumamente inestables.
- Proveen una máxima eficiencia en intersecciones de calles principales con arterias secundarias.
- Son adecuadas en aquellos puntos donde el control semafórico se justifica solo durante breves periodos del día.

3.7 ASIGNACION DE TIEMPOS

3.7.1 GENERALIDADES

La determinación de las fases, es decir de los movimientos que pueden darse simultáneamente, no puede sujetarse a reglas fijas si no que dependerán en general de las características del tráfico y del trazo de la intersección.

Como las fases del funcionamiento condicionan la situación de los semáforos, el ciclo y la duración de cada indicación se deberá realizar un análisis en base a los requerimientos de la demanda.

Cuando se emplea ciclos de fases demasiado largas se tiende a perder eficiencia en la circulación del tránsito y disminuye sus condiciones de seguridad.

Los criterios que deben presidir en el estudio de las fases son los siguientes:

- Volumen de demanda vehicular
- Composición del tránsito vehicular
- Volumen de demanda peatona
- Movimientos de giro

3.7.2 DURACION DEL CICLO

Se denomina ciclo al tiempo que tarda un semáforo en ejecutar todas sus secuencias (una ronda completa).

Por razones de orden práctico, es que los valores de diseño de duración de ciclo es que estén comprendidos en ciclos no menores a 35 segundos ni mayores a 120 segundos, para que se pueda adecuar a la mentalidad del usuario de la vía pública.

3.7.3 TIEMPO DE FASE AMARILLA

La finalidad de la luz amarilla es avisar al conductor que va a aparecer a luz roja y por lo tanto decidir si tiene tiempo para pasar antes que encienda la luz roja o por el contrario detener su vehículo si aun está en condiciones de hacerlo.

Para realizar el cálculo del tiempo amarillo se puede basar en:

- El tiempo amarillo será igual o superior al requerido para frenar antes de la línea de detención.
- Si se ha entrado en la intersección dará tiempo a atravesarla antes de que se encienda la luz roja.

El tiempo de la fase amarilla puede ser expresado de la siguiente ecuación:

$$t'' = \frac{D}{v} + \frac{a}{v} \quad (1)$$

Siendo:

t'' = tiempo de la fase amarilla (seg.)

v = velocidad del vehículo (m/seg.)

a = longitud de la intersección (m.)

Como la distancia de frenado puede adoptarse la ecuación de AASTHO 1965.

$$D = \frac{tr * V}{3.6} + \frac{V^2}{254 * fx} \quad (2)$$

Siendo:

D = distancia de frenado (m.)

tr = tiempo de percepción y reacción en (seg.)

V = velocidad media en marcha (km. /h.)

fx = coeficiente de adherencia transversal.

Se considera que el tiempo de percepción y reacción es el de 0.5 segundos, pues el conductor esta alertado que en cualquier momento puede aparecer el amarillo, entonces se tiene en la ecuación 3;

$$t'' = tr + \frac{V}{70 * fx} + \frac{3.6 * a}{V} \quad (3)$$

En la siguiente tabla se expresan los valores de la ecuación (3) para varias velocidades y anchos de intersecciones de 15 a 20 metros.

VALORES DE TIEMPO DE FASE AMARILLA		
VELOCIDAD DE DISEÑO (Km./h)	TIEMPO DE FASE AMARRILLA SEG.	
	ANCHO DE LA INTERSECCION	
	15m.	20m.
30	3,4	4
40	3,3	3,8
50	3,5	3,9
60	3,8	4,1

Tabla 3.1 Fuente: Cal y Mayor Ingeniería de Transito: fundamentos y aplicaciones

La tendencia en general es llegar a una duración del amarillo uniforme, con lo cual los conductores reaccionan siempre de la misma forma y es así que podemos observar que el valor de la fase amarilla varía entre 3 y 4 segundos, de acuerdo a las condiciones de la intersección.

Solamente en vías de gran velocidad se puede recurrir a tiempos de amarillo un poco más largos, aunque en estas vía no abundan los semáforos a no ser en puntos donde cambia en carácter de la calle o carretera, que pueden ser muy peligrosos y también es conveniente pre señalizar adecuadamente.

La duración de tiempo amarillo, es un factor muy importante que hay que tener en cuenta, pues en los ciclos cortos puede llegar a presentar un porcentaje apreciable de tiempo total.

3.7.4 DISTRIBUCION DE TIEMPOS

La asignación de tiempos se realiza de acuerdo con la demanda de tránsito de las calles que se interceptan.

En general la coordinación entre semáforos consecutivos hace que se adopte una única distribución válida para todo el sistema, esta debe cubrir los valores medios de las necesidades de todas las intersecciones.

En la asignación de tiempos un caso sencillo es realizarlo en una intersección aislada, donde se puede considerar la incidencia que provocan los vehículos comerciales puede adoptarse como valor de automóvil equivalente a dos unidades por vehículo comercial.

La asignación de tiempos puede hacerse de acuerdo al siguiente detalle:

$$\frac{D_a (A_a\% + E * K_a\%)}{t'} = \frac{D_b}{t'a} + \frac{(A_a\% + E * K_a\%)}{100} \quad (4)$$

$$t'a + t'b + t''a + t''b = C \quad (5)$$

Siendo:

D_a, D_b = volúmenes de demanda de cada calle (veh. / h.)

$t'a, t'b$ = duración fase verde en segundos

A_a, A_b = porcentaje de vehículos en %

K_a, K_b = porcentaje de vehículos comerciales en %

E = automóviles equivalentes por vehículo comercial

C = duración total del ciclo en segundos

$t''a, t''b$ = duración de la fase amarilla en segundos

El ciclo para cada calle de la intersección estará compuesto por:

$$t''a + t''a + t'''a = C \quad (6)$$

$$t''b + t''b + t'''b = C \quad (7)$$

Siendo:

$t'''a$ y $t'''b$ = duración de la fase roja en segundos

Por lo general si los tránsitos tienen composiciones similares puede obviarse la consideración de la incidencia de los vehículos comerciales directamente con los volúmenes totales.

$$\frac{Da}{t/a} = \frac{Db}{t/b} \quad (8)$$

Los cálculos anteriores solo proporcionan un medio aproximado para determinar las asignaciones. Es así que debe verificarse además de los tiempos verdes asignados sean suficientes para que se verifique el cruce peatonal correspondiente. Esto hace que en general no se adopten tiempos verdes inferiores a 16 segundos.

3.8 ONDA VERDE

Se entiende por onda verde aquel sistema de luces verdes semafóricas, instaladas en una calle o avenida, que permiten la circulación de los automóviles (sin detenciones) a una velocidad promedio determinada, a lo largo de toda su extensión. Se consigue circular en una onda verde si el automovilista circula a la velocidad promedio y circula siempre por la misma calle o avenida, cualquier desvío o giro implicara salirse de esa onda verde particular y se deberá esperar para retomar otra.

3.9 SISTEMA COORDINADOS DE SEMAFOROS

3.9.1 GENERALIDADES

Se entiende por coordinación de semáforos a la forma metodológica que hace funcionar un conjunto de semáforos aislados para lograr una mejor fluidez en la circulación, cuando mejor asignados estén los tiempos de las diferentes fases y mejor este la coordinación se tendrán mayores posibilidades de conseguir que la circulación sea fluida y con menores tiempos de demora.

Todos los semáforos de tiempo predeterminado que estén ubicados dentro de un área o formado un sistema lineal deben ser operados de forma coordinada y aun en distancia mayores a 400 metros pueden resultar convenientes.

Al conjunto de semáforos que operan en estas condiciones se los denomina sistema semaforico coordinado.

3.9.2 DIAGRAMA TIEMPO – ESPACIO

Mediante el diagrama tiempo-espacio, se pueden proyectar los desfases para obtener un movimiento continuo a lo largo de una arteria.

Es así que en un par de ejes ortogonales puede presentarse en ordenadas la variable tiempo y en la abscisas las progresivas de las intersecciones de un sistema lineal.

Sobre la vertical de cada intersección se representan las secuencias que en cada instante presenta dicho cruce, es así que para efecto de estudio solo se admiten dos posibilidades: fase roja y fase verde, dentro de la verde se incluye el tiempo de la fase amarilla.

Los periodos de fase roja se indican con una línea oscura y los verdes con líneas de trazo claro.

La trayectoria de un vehículo que circula se representa con una línea recta cuya pendiente variara con la velocidad.

A efecto de simplificar la representación solo se grafica el primer automóvil y el último quedando una banda definida la que se denomina banda verde.

Un estudio de optimización de un sistema coordinado consiste en diseñar una banda verde, denominada también banda pasante, lo más ancha posible.

Se denomina eficiencia de una banda verde a la relación entre un ancho, medido en segundos y la duración del ciclo también medido en segundos.

3.10 COORDINACION DE SEMAFOROS

3.10.1 COORDINACION EN CALLES DE UN SENTIDO

En este sistema se supone que la velocidad de los vehículos es uniforme y que el tránsito circula desde la primera intersección a la última, y la duración del ciclo es la misma para todas las intersecciones.

El diseño debe lograr una coordinación tal que permita circular sin detenerse al mayor número posible de vehículos.

La intersección crítica será aquella que tenga la menor fase verde. Se representa sobre las abscisas todas las intersecciones y sobre la que resulte crítica se grafican las secuencias correspondientes.

3.10.2 COORDINACION EN CALLES DE DOBLE SENTIDO

Debe coordinarse el sistema de manera de lograr una circulación uniforme y simultánea de circulación. El único valor constante para el total del sistema es la relación del ciclo. La coordinación de calles de doble sentido puede ser resuelta por cualquiera de los siguientes procedimientos:

a) COORDINACIÓN SISTEMA SIMULTÁNEO

En este tipo de coordinación es aquel que aproximadamente nos da la misma indicación, al mismo tiempo en todos los semáforos, es decir que todos los semáforos de una red indican al mismo tiempo fase verde, amarilla y roja, la ventaja o desventaja de este tipo de coordinación está en función de los volúmenes de demanda que se tiene en cada una de las intersecciones, generalmente este tipo de combinación se utiliza en dos o tres intersecciones en vías principales con una amplia fase verde.

El inconveniente principal de este método es que da a los conductores la posibilidad de circular a velocidades elevadas.

b) COORDINACION ALTERNA

Este tipo de coordinación se refiere a tener semáforos ubicados sobre la misma línea con indicaciones de tipo alterno, es decir que las indicaciones de fase verde pueden ser en forma alternada de cada 1,2 y 3 intersecciones y los mismo ocurriría con las fases rojas de tal manera que permita que un conjunto de vehículos pueda circular con fluidez un determinado espacio. El sistema alterno presenta dos formas de resolver la coordinación:

- SISTEMA ALTERNO SIMPLE

Se ubican los verdes y los rojos de las intersecciones en forma alternada consecutivamente, como se muestra en la siguiente figura:

En estas condiciones se logra una eficiencia del 100% siempre y cuando la velocidad de los vehículos sea:

$$V = 7.2 * D / C$$

Donde:

V= Velocidad en (Km. /h.)

D= Distancia entre intersecciones en metros.

C= Duración del ciclo en segundos.

Si las distancias son reducidas las velocidades pueden ser excesivas en este caso el sistema pierde eficacia y se emplea entonces el método alterno doble.

- SISTEMA ALTERNO DOBLE

Consiste en ubicar semáforos alternados por pares de intersecciones consecutivas como se muestra en la figura:

En este caso suponiendo la uniformidad tanto en las distancias como en los tiempos verdes se logra una eficiencia del 50% para una velocidad de:

$$V = 14.4 D/C$$

c) SISTEMA PROGRESIVO

Este sistema permite la coordinación donde las distancias entre intersecciones no sean iguales, las fases verdes sean diferentes y las velocidades puedan ser variadas. La única constante para el sistema es la duración del ciclo. El problema se resuelve planteando una serie de ecuaciones donde cada intersección admite un rango en la definición de la fase verde entre dos valores límites y la velocidad también puede variar dentro de un rango

preestablecido. Mediante programas de cálculo se pueden determinar los valores de las fases verdes de cada intersección para ciertos valores de velocidad y de duración del ciclo que permiten mayor eficiencia operativa en el sistema.

- Coordinación semafórica en sistema reticular :

A medida de los sistemas lineales se entrecruzan formando redes van perdiendo los grados de libertad que permitían optimizar la coordinación de una sola arteria lineal. En este caso debe establecerse un orden de prioridad de unos tramos sobre otros en base a los siguientes parámetros:

- 1) Volúmenes horarios medios en cada tramo.
- 2) Grado de congestión en las intersecciones.
- 3) Definición de itinerarios básicos.
- 4) Longitud de tramos.
- 5) Condiciones geométricas de la red.

Al ser imposible una coordinación perfecta, las metas que deben establecerse en el planteo y resolución de los programas es la obtención de la mejor eficiencia del sistema.

3.11 SEMAFOROS ACCIONADOS POR EL TRANSITO

La característica principal del funcionamiento de los semáforos accionados por el tránsito es que la duración de los ciclos responden, a la variación de la demanda del tránsito vehicular.

Dicha demanda puede ser registrada por aparatos detectores conectados al control del semáforo, este tipo de control se ajusta continuamente en la duración del ciclo y en la división interna del mismo para satisfacer la demanda.

Este tipo de semáforos puede ser clasificado en tres tipos:

3.11.1 SEMAFOROS SEMIACCIONADOS

Son aquellos accionados por el tránsito de solo una de las arterias de la intersección generalmente la de menor tránsito.

Los detectores se ubican en la vía secundaria y activan la luz verde solo cuando, además de detectarse vehículos, se ha agotado el tiempo verde mínimo asignado a la arteria principal.

Un caso especial de semáforo semiaccionado es el de paso de peatonales con pulsador.

3.11.2 SEMAFOROS ACCIONADOS

Son aquellos que responden a todas las demandas de la intersección, variando los tiempos de acuerdo a una determinada programación.

3.11.3 SEMAFOROS CON COMANDO CENTRAL

Es un sistema de semáforos pertenecientes a una determinada área, son comandados desde una central maestra que recibe información de la demanda de acuerdo a una serie de detectores de muestreo ubicados en puntos característicos del área.

Para instalar semáforos accionados por el tránsito se deben analizar los siguientes factores:

- a) Volumen de vehículos

Cuando el volumen de tránsito no es suficiente para justificar el empleo de semáforos de tiempo fijo, se debe emplear semáforos accionados por el tránsito, si hay condiciones que justifiquen la inversión ya que son muy costosos.

b) Movimiento transversal

Cuando el volumen de tránsito en la calle principal es intenso y entorpece la circulación de la calle transversal se puede instalar semáforos accionados por el tránsito.

c) Hora de máxima demanda

Se requiere controlar una intersección durante un tiempo breve en el día, como ser las horas de máxima demanda.

d) Peatones

Cuando se tengan los volúmenes mínimos de peatones, especificados para semáforos de tiempos fijos.

e) Accidentes

Cuando solo se satisface el requisito mínimo relativo a los antecedentes sobre accidentes, especificado para semáforos de tiempo fijo.

f) Amplias fluctuaciones de tránsito

En los casos que según los requisitos para semáforos de tiempo fijo, es necesario instalar semáforos cuando los volúmenes de tránsito varían considerablemente.

g) Intersecciones complejas

En los casos donde se justifica la instalación de semáforos que exigen fases múltiples, se debe estudiar la conveniencia de usar semáforos accionados por el tránsito.

h) **Sistemas progresivos**

Cuando los espaciamientos y otras características de las intersecciones dentro de un sistema progresivo de semáforo de tiempo fijos sean tales que no se puedan lograr una buena coordinación, puede resultar ventajoso el empleo de semáforos accionados por el tránsito.

i) **Cruce de peatones fuera de la intersección**

Cuando existe cruce concentrado de peatones cerca de escuelas, mercados, espectáculos se puede justificar el uso de semáforos accionados por los peatones.

3.12 SEMAFOROS PARA PEATONES

3.12.1 GENERALIDADES

Los semáforos peatonales son señales luminosas de tránsito instaladas con el propósito exclusivo de ordenar el tránsito de peatones en intersecciones semaforizadas.

Se instalan semáforos para peatones complementando una semaforización para tránsito vehicular, cuando se cumplan cualquiera de las siguientes condiciones:

- Se verifique la 3ª condición de volumen mínimo de peatones para la justificación de instalación de semáforos.
- Cuando debe preverse una fase exclusiva para el movimiento peatonal en una o más direcciones, deteniéndose del tránsito vehicular.
- Cuando los movimientos de giro son tan complicados que exige una fase semiexclusiva para ordenar el tráfico peatonal.

- Cuando los anchos de las vías que se interceptan son tan amplios que los semáforos vehiculares no sirven adecuadamente a los peatones.
- Cuando una semaforización vehicular pueda confundir al movimiento peatonal.

El control de estos semáforos puede lograrse con el mecanismo normalmente empleado para los semáforos vehiculares, incluyendo los ciclos las fases correspondientes al movimiento peatonal, o por medio de botones manuales que permitan introducir la indicación de acuerdo a las necesidades del tránsito peatonal.

3.12.2 CARACTERISTICAS

Si bien los semáforos destinados exclusivamente a los vehículos se ha conseguido una relativa uniformidad, no ha sucedido lo mismo con los destinados a los peatones.

Entre una gran variedad de semáforos para peatones se destacan:

- Los semáforos peatonales que tienen una cara de forma rectangular conteniendo en la parte superior la palabra ALTO y en la parte inferior la palabra PASE.
- También se destacan los consisten en una luz roja que tiene la forma de un peatón inmóvil visto de frente y otra luz verde inmediatamente debajo de la anterior con la forma de un peatón en posición de marcha visto de perfil.

En los semáforos peatonales se tienen los de tipo tubo de neón donde los mensajes van formados por dichos tubos o por letras recortadas iluminadas por tubos de neón, el mensaje de PARE va sobre color rojo y ALTO sobre color verde.

También se cuenta con los de tipo incandescentes donde la palabra ALTO va en sobre color anaranjado y PARE sobre color blanco, en el mismo tipo se puede tener la señal de alto en rojo y pase en verde.

En los semáforos peatonales no es recomendable el uso del color amarillo ya que los peatones no tienen el problema de la distancia de frenado, sin embargo como existe el problema del tiempo de despeje, es aconsejable conseguir este por medio de la luz roja.

La luz roja de peatones no obliga a parar si no a no iniciar el cruce.

Para evitar confusiones los semáforos peatonales deben ser cuadrados en vez de circulares dejando estos para los vehiculares.

Los semáforos pueden montarse sobre los mismos soportes que los vehiculares o bien en soportes independientes, estos se instalarán por su parte inferior a no menos de 2.13m. ni más de 3.05m. con respecto al nivel de la vereda.

En el caso de tener semáforos accionados por los peatones deben tener un detector de botón ubicado a una altura entre 1.07m. y 1.22m. con respecto al nivel de vereda y deberán tener un cartel explicativo de carácter permanente.

4.1 INCREMENTO DEL PARQUE AUTOMOTOR EN LA CIUDAD DE BERMEJO

POLICIA NACIONAL

ORGANISMO OPERATIVO DE TRANSITO

BERMEJO –TARIJA

PARQUE AUTOMOTOR DE BERMEJO

SERVICIO	INCREMENTO DE VEHICULOS				
	2007	2008	2009	2010	TOTAL
PARTICULAR	2192	617	974	1139	4922
PUBLICO	377	18	106	125	626
OFICIAL	31	8	13	9	61
TOTAL INCREMENTO		643	862	1273	5609
TOTAL GRAL. VEHICULO	2600	3243	4105	5378	
INDICE DE CRECIMIENTO ANUAL		2.13	3.25	8.73	

Tabla 4.1 Fuente: Policía Nacional, Organismo Operativo de Transito

4.2 FACTORES O PARAMETROS

Para el estudio de tráfico se deben tomar en cuenta los siguientes elementos fundamentales:

4.2.1 VOLUMEN

Se define como volumen de tráfico o volumen de servicio a la cantidad de vehículos que circulan en una carretera o calle en un periodo de tiempo determinado que normalmente se toma en una hora o un día, dando origen a un nuevo concepto de tránsito diario y tránsito horario respectivamente.

La capacidad de un camino admite un volumen máximo de trabajo pero se considera eficiente es interesante para nosotros conocer los volúmenes de tránsito, porque son una medida de capacidad de nuestros caminos.

a) Volumen de tránsito y unidades

Volumen de tránsito es el número de unidades de tránsito que pasan por un punto dado en un periodo específico de tiempo.

Las unidades de tránsito son los vehículos: automóviles, omnibuses, camiones, bicicletas, motocicletas, etc.

El volumen de tránsito se expresa en número de vehículos por unidad de tiempo que es generalmente la hora o el día. En las determinaciones de volúmenes pueden considerarse

todos los vehículos que circulan por una vía, en un solo sentido o en ambos, o bien, los que van por un solo carril.

b) Volumen de transito promedio diario

$$\frac{\sum_{i=1}^n \text{Volumen}_i}{n} \times 24 \text{ horas}$$

Donde:

- $\sum_{i=1}^n \text{Volumen}_i$: Suma de volúmenes horarios.
- n : Número de horas del día (24).

c) Volúmenes horarios

Son los que resultan de dividir el número de vehículos que pasan por un punto en un periodo de tiempo, entre el valor de ese periodo de tiempo en horas. De un registro anual de volúmenes horarios, se puede calcular el promedio de dichos vehículos dando lugar al llamado transito promedio horario (T.P.H.).

El T.P.H es un valor que representa el comportamiento horario de los volúmenes de tráfico, sin embargo los valores máximos del T.P.H. que serian los que utilicen para el diseño no siempre tienen un equilibrio con las condiciones físicas y económicas de la calle o carretera. Por ello para fines de diseño se utiliza otro valor denominado volumen directriz.

d) Volumen directrices

Por definición, de acuerdo al manual de capacidad de caminos de los Estados Unidos resulta ser el trigésimo valor de un ordenamiento descendente de los volúmenes horarios máximos correspondientes a un registro anual.

Se ha establecido este valor como el valor de diseño por que absorbe entre el 68 al 79% del volumen horario máximo, dejando por supuesto establecido que 29 horas de un registro anua de 365 días el volumen horario sobrepasa el volumen directriz.

De acuerdo a las estadísticas que se han hecho entre esos valores trigésimos relaciona con el T.P.D. se establece unos coeficientes de volumen que dan como resultado entre 12 y 15 % del T.P.D. como volumen directriz.

4.2.1.1 COMPOSICION DE LOS VOLUMENES

El volumen de tráfico ya sea en una calle o carretera tiene una composición variada de diferentes tipos de vehículos como ser: camiones, buses, automóviles, motocicletas e incluso bicicletas; esta diversidad de tipos de vehículos:

- El porcentaje de vehículos pesados es un parámetro que se utiliza en el diseño del paquete estructural de la calzada, por lo tanto, su incidencia será mayor cuanto mayor es este valor porcentual.

- Desde el punto de vista del análisis operacional de calles o carreteras es importante conocer la composición del tráfico, ya que dependerá de ello para establecer algunas regulaciones en cuanto al número de carriles, ancho de carril, dirección con prioridad, señalización, zonas de estacionamiento, semaforización, etc.

4.2.1.2 VARIACIONES DE LOS VOLUMENES DE TRANSITO

El volumen de transito sufre variaciones periódicas con las horas del día, los días de la semana, los meses y estaciones del año. Es preciso tener en cuenta también las diferencias entre los volúmenes que circulan por una vía en distintos sentidos.

a) Variaciones diarias

El volumen de transito es diferente a lo largo de la 24 horas del día. En la vías urbanas causa variaciones muy marcadas, de acuerdo con los movimientos de las personas en su vida cotidiana. En las vías rurales los cambios son más graduales, a no ser que estas vías se encuentren cerca de las ciudades.

b) Variación Semanal

En una vía, el volumen de transito cambia con el día de la semana. Hay fluctuaciones pequeñas de lunes a viernes, pero las alteraciones mayores corresponden a los sábados y domingos.

c) Variación Anual

También el volumen de tránsito suele variar durante el año, con los meses y las estaciones, siendo mayormente durante el verano. Las fluctuaciones anuales son muchos más pronunciadas en vías rurales que en vías urbanas.

d) Variación por Sentido

En la mayoría de las vías urbanas y en algunas vías rurales hay grandes diferencias entre el tránsito que circula en un sentido y el que va en un sentido contrario en un momento determinado.

4.2.1.3 RECUENTOS EN LOS VOLÚMENES DE TRANSITO

Para obtener información sobre volúmenes de tránsito se efectúa censos o recuentos en las vías. Donde el recuento es la enumeración de los vehículos que pasan por uno o varios puntos de una vía o vías, clasificándolos de acuerdo con la hora, la dirección o sentido de su movimiento, su tipo o el número de personas que van en los mismos.

Con aforos o conteos se puede determinar el número de vehículos que pasan por un lugar o estación. De acuerdo a los datos requeridos los conteos pueden ser cortos, largos o continuos.

Cuando se realiza conteos cortos se cuentan los vehículos que pasan por una vía durante 15 minutos en horas pico durante el día. Los resultados parciales se multiplican por cuatro obteniéndose de esta forma los diferentes volúmenes de tráfico horarios.

Los conteos largos se utilizan para obtener una idea de las fluctuaciones del tráfico durante el año. Consiste en conteos semanales realizados en la diferentes estaciones del año, o si es posible cada dos meses del año.

Finalmente los conteos continuos permiten obtener los volúmenes d tráfico para un año completo y mediante ellos es posible establecer el patrón de tráfico anual.

En el presente proyecto se realizo los aforos en las estaciones indicadas posteriormente por el lapso de 15 minutos, los aforos correspondientes a cada estación se detallan en los anexos pág. 6-13 el resumen se presentan a continuación tabla 4.2

REGISTRO	ACCESO	VOLUMEN VEH/H
-----------------	---------------	----------------------

INTERSECCION 1	A	286
	B	299
	C	162
INTERSECCION 2	D	368
	E	671
INTERSECCION 3	F	416
	G	304
INTERSECCION 4	H	104
	I	288
	J	508
INTERSECCION 5	K	139
	L	238
INTERSECCION 6	M	190
	N	409
	O	447
INTERSECCION 7	P	596
	Q	438
	R	438
	S	390
INTERSECCION 8	T	349
	U	199
	V	586
	W	222

Tabla 4.2 Fuente: Resultados del Proyecto

4.2.1.4 RECUENTOS DE VOLUMENES DE PEATONES

Para obtener información sobre VOLUMENES DE PEATONES se efectúa censos o recuentos en las vías. Donde el recuento es la enumeración de los peatones circulan por uno o varios puntos de una vía o vías.

Con aforos o conteos se puede determinar el número de peatones que pasan por un lugar o estación. De acuerdo a los datos requeridos los conteos pueden ser cortos, largos o continuos.

Cuando se realiza conteos cortos se cuentan los peatones que pasan por una vía durante 15 minutos, en horas pico del día. Los resultados parciales se multiplican por cuatro obteniéndose de esta forma los diferentes volúmenes de peatones horarios.

El conteo de peatones se realizó por el espacio de 15 minutos en cada intersección de la zona central de la ciudad de Bermejo en los lugares más frecuentados por los peatones para el cruce de las mismas el resumen se presenta a continuación. Tabla 4.3

REGISTRO	VOLUMEN DE PEATONES
INTERSECCION 1	96
INTERSECCION 2	198
INTERSECCION 3	145
INTERSECCION 4	214
INTERSECCION 5	166
INTERSECCION 6	288
INTERSECCION 7	294
INTERSECCION 8	174

Tabla 4.3 Fuente: Resultados del Proyecto

4.2.1.5 ESATACIONES DE AFORO

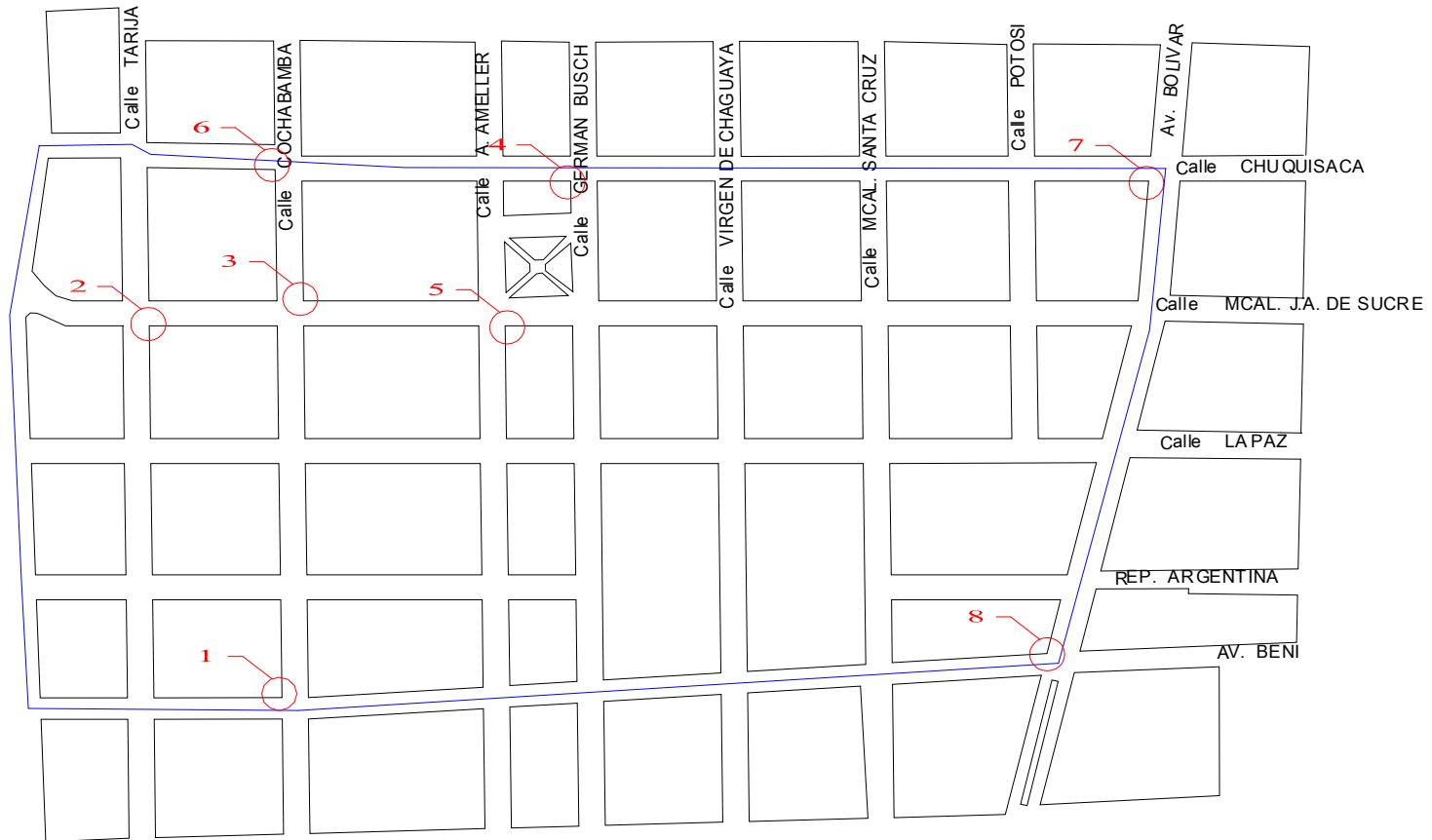
Para realizar el estudio de tráfico y poder determinar los volúmenes de circulación en la zona central de Bermejo y las ramas correspondientes para cada intersección se ubicaron 8 estaciones o puntos de aforo los cuales citaremos detalladamente a continuación:

- Estación de Aforo N°1: Esta estación se encuentra ubicada en la intersección (calle Cochabamba entre calle Beni), la cual nos permite aforar los volúmenes que entran de los dos accesos a esta intersección.

- Estación de Aforo N°2: Esta estación se encuentra ubicada en la intersección (calle Barrientos Ortuño entre calle Tarija), la cual nos permite aforar los volúmenes que entran de los tres accesos a esta intersección.
- Estación de Aforo N°3: Esta estación se encuentra ubicada en la intersección (calle Barrientos Ortuño entre calle Cochabamba), la cual nos permite aforar los volúmenes que entran de los dos accesos a esta intersección.
- Estación de Aforo N°4: Esta estación se encuentra ubicada en la intersección (calle Chuquisaca entre calle Germán Busch), la cual nos permite aforar los volúmenes que entran de los tres accesos a esta intersección.
- Estación de Aforo N°5: Esta estación se encuentra ubicada en la intersección (calle Barrientos Ortuño entre calle A. Ameller), la cual nos permite aforar los volúmenes que entran de los dos accesos a esta intersección.
- Estación de Aforo N°6: Esta estación se encuentra ubicada en la intersección (calle Chuquisaca entre calle Cochabamba), la cual nos permite aforar los volúmenes que entran de los tres accesos a esta intersección.
- Estación de Aforo N°7: Esta estación se encuentra ubicada en la intersección (calle Chuquisaca entre calle Oruro), la cual nos permite aforar los volúmenes que entran de las cuatro accesos a esta intersección.

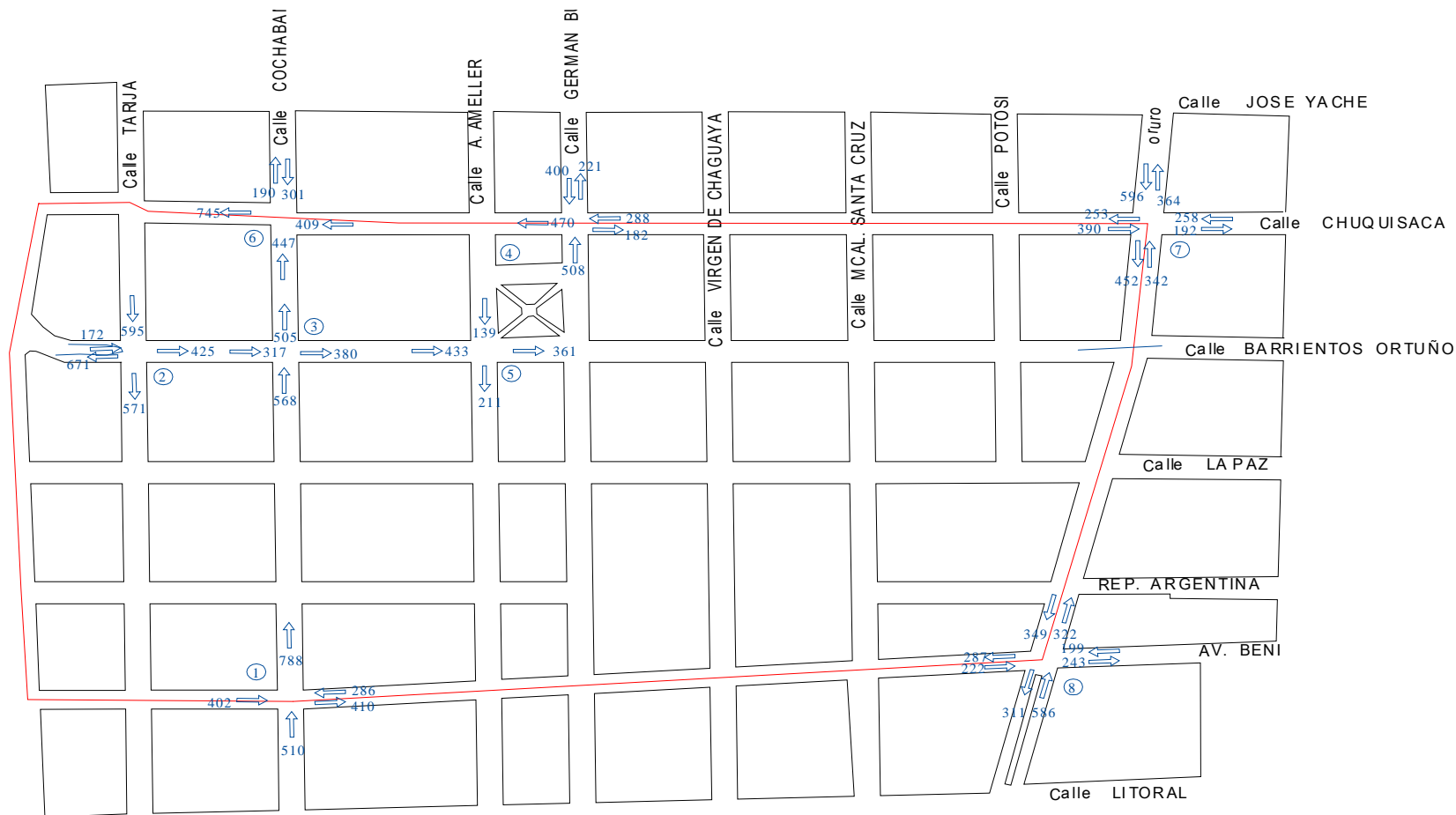
- Estación de Aforo N°8: Esta estación se encuentra ubicada en la intersección (calle Beni entre calle Bolívar), la cual nos permite aforar los volúmenes que entran de las cuatro accesos a esta intersección.

Para una mejor descripción de lo mencionado, podemos ver la siguiente fig. 4.1



ESTACIONES DE AFORO

Fig. 4.1 Fuente: Estudio del Proyecto



DISTRIBUCION DE VOLUMENES MEDIOS

Fig. 4.2 Fuente: Resultados del Proyecto

4.3.2 VELOCIDAD

Se define la velocidad como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrer o sea es una relación de movimiento.

La velocidad la controla el conductor y su uso determinara la distancia recorrida, el tiempo de recorrido y ahorro de tiempo, según la variación de velocidad.

En los tiempos actuales la velocidad ha sobrepasado los límites con los que ha sido diseñadas calles y avenidas ocasionando conflictos tanto en el conductor como en el peatón.

Es así que la velocidad es u factor que debe ser estudiado con detenimiento para poner nuevas reglas de circulación evitando problemas en el usuario y viendo, que las vías de circulación sean seguras.

4.3.2.1 VELOCIDAD DE PUNTO

Se define la velocidad como la relación entre el espacio recorrido de 25, 50,75 o 100 metros y el tiempo que se tarda en recorrer, como esta velocidad tiene el objetivo de determinar valores medios de circulación.

La elevación de la distancia esta en proporción a las longitudes de cuadra en las ciudades y en las carreteras a las longitud de ingresos y salidas de la carretera. Normalmente en carreteras se asume los valores más altos, es decir de 75 y 100 metros y en las ciudades los valores más bajos, es decir 25 o 50 metros.

El espacio definido para el presente proyecto es de 25 metros el cual el punto cero esta en el medio de la intersección y 12.5 metros antes de llegar a la intersección y otros 12.5 metros después de pasarla, es ahí donde se determina el tiempo que tarda el vehículo en recorrerla, con cuyos valores se determina la velocidad de punto.

4.3.2.2 MEDICIÓN DE VELOCIDADES

El factor de la velocidad es muy importante dentro de un estudio de tráfico y para ello debe disponerse de un método adecuado para la realización de aforos que luego en el análisis nos dé en forma eficaz los datos requeridos.

Los métodos de medición pueden ser:

b) Método del Cronometro

Sobre una distancia determinada (50,75 o 100 metros) que se ha marcado con dos rayas en el pavimento, se mide el tiempo que tarda los vehículos en recorrerla.

El aforador se sitúa en un lugar conveniente entre las marcas. Cuando el vehículo pasa las ruedas delanteras sobre la primera marca, el observador inicia la marcha del cronometro. Cuando el mismo vehículo toca la segunda marca con las ruedas delanteras, se detiene la marcha del cronometro.

El presente método es el más utilizado por la sencillez y facilidad de aplicarlo.

a) Método del Enoscopio

Se procede de la misma forma que el método anterior, con el auxilio de un aparato sencillo llamado enoscopio.

El enoscopio consta de una caja en escuadra, que tiene un espejo en el interior que nos permite percibir con precisión el paso del vehículo sobre la marca. La caja es un pequeño periscopio usado en posición horizontal.

c) Método Rada métrico

El equipo es accionado por la batería de un vehículo, se basa en el mismo principio del radar. Emite ondas de alta frecuencia, “rebotan” en el vehículo que se acerca. Al regresar la onda, es registrada en el mismo aparato; el cual, de acuerdo con la intensidad de onda, indica la velocidad del vehículo que se aproxima.

Las velocidades tanto en carreteras como en calles varían con relación al tiempo, varían en forma horaria; es así que para tomar datos en estudio de velocidades se recomienda que tomen 3 horas al día, cuyos horarios fluctúan entre las 7 a 12, 13 a 18 y 18 a 20.

4.3.2.3 DETERMINACIÓN DE MÉTODOS

Como se explico anteriormente por ser un método sencillo y fácil de aplicar con poco margen de error se empleo el método del cronometro para el cálculo de la velocidad de punto.

4.3.4 ESTUDIO DE ACCIDENTES

Accidente es un suceso eventual o acción del cual involuntariamente resulta con daños de personas o cosas.

Cuando uno de los factores que contribuyen a producir un accidente es la circulación de al menos un vehículo por una vía, entonces se dice que el accidente es de transito.

Los accidentes son resultado de una falta en uno o varios elementos fundamentales de transito: el conductor, vehículo y vía.

4.3.4.1 CLASIFICACIÓN DE LOS ACCIDENTES

Los accidentes de tránsito se pueden clasificar de acuerdo con los daños que causan en:

- a) **Accidentes Mortales**, cuando ocasionan el fallecimiento de alguna persona
- b) **Accidentes con Heridos**, cuando se atropella a alguien sin causar muertes.
- c) **Accidentes con daños Materiales**, si solo se producen perjuicios a la propiedad.

Los accidentes que no causen alguno de los daños mencionados no se consideran como tales.

Los factores que causan los accidentes se deben a fallas humanas cuyo remedio se encuentra muchas veces fuera del alcance del ingenio de tránsito; pero los perjuicios que causan los accidentes son grandes que cualquiera acción que tienda a mitigarlos tiene una gran importancia.

La ingeniería de tránsito considera los accidentes como un estudio muy importante dando soluciones diversas a través del análisis profundo del problema, el cual nos proporciona resultados valiosos que al ser aplicados eviten accidentes que puedan acarrear un sin número de lesiones tanto en personas como en la economía.

4.3.4.2 DATOS NECESARIOS EN UN ESTUDIO DE ACCIDENTES

En un accidente de tránsito es conveniente determinar tres datos:

a) Causa Aparente de los Accidentes

La persona con la responsabilidad oficial de rendir el informe de cada accidente de tránsito es el agente de tránsito. En su informe esta la base de la estadística vital del tránsito. De acuerdo con el criterio de esa persona perfilan la “causa” del accidente, que solo podrá ser “causa aparente” hasta que el análisis correspondiente dictamine la “causa real”.

b) Falla Operacional

Cuando se realice el análisis de las causas aparentes, muy frecuentemente podemos determinar las causas reales, el análisis nos permitirá saber si la falla fue de operación de tránsito dependió del camino, del vehículo o del usuario.

Al determinar la causa real, fácil será fijar las medidas necesarias para contrarrestarla, eliminando o disminuyendo el resultado negativo.

c) Magnitud del Problema

Si se relaciona el saldo de muertos y heridos proporcionalmente con la población, con los vehículos, o con el kilometraje “generado”, dispondremos de cifras o índices que nos permitan hacer comparaciones. Estas nos darán las escalas para juzgar la magnitud del problema.

- **Índice de Accidentes Basado en la Población**

En la relación que existe entre el número de accidentes que ocurren en una ciudad, región o país y el número de habitantes de la unidad geográfica considerada expresada en centenares de millares:

$$\text{Índice} = \frac{\text{Numero de Accidentes} * 100,000}{\text{Numero de habitantes}}$$

Este índice solo se lo usa para comparar los accidentes de tránsito en unidades geográficas con nivel socioeconómico semejante; pues se funda en el número de personas expuestas a los accidentes y no tienen en cuenta los vehículos que son los agentes provocadores de estos accidentes y cuyo número varía con las diferencias sociales y económicas.

- **Índice de Accidentes Basado en el Numero de Vehículos**

Es una relación semejante a la anterior, pero en vez de usar la población, emplea el número de vehículos registrados en la unidad geográfica considerada, expresado en decenas de millares como puede verse a continuación

$$\text{Índice} = \frac{\text{Numero de Accidentes} * 10,000}{\text{Numero de vehiculos registrados}}$$

Este índice se relaciona con el agente provocador de los accidentes (el vehículo) y sirve por lo tanto, para comparar unidades geográficas de distintos niveles Socioeconomico.

- **Índice de Accidentes Basado en el Tránsito**

Es la medida más exacta de la magnitud del problema de los accidentes. Se considera la relación entre los accidentes en una unidad geográfica y el tránsito en esa unidad expresada en centenas de millones de vehículos-kilómetros.

$$\text{Numero de Accidentes} * 10,000$$

$$\text{Índice} = \frac{\text{Numero de vehiculos-kilometros}}{\text{Numero de accidnetes*100,000,000}}$$

Este índice se puede emplear también para comparar los accidentes que ocurren en unidades geográficas de distinto nivel socioeconómico y se funda en la magnitud total de la corriente vehicular donde tienen lugar los accidentes.

Al no estar estandarizada la forma de dar parte de un accidente y no se logra la eficiencia necesaria, se fijan índices que están basados en el número de muertes provocadas por un accidente.

Estos índices se denominan mortalidad por accidentes de tránsito y se obtienen empleando las fórmulas anteriores, pero sustituyendo el número de accidentes por las muertes provocadas por esos accidentes.

4.3.4.3 CAUSAS DE ACCIDENTES

Al realizar el estudio de los informes de los accidentes de tránsito se puede precisar que los actos del conductor contribuyen principalmente al hecho, que generalmente es considerado fortuito, llamado accidente. Normalmente se piensa en una causa, siendo la verdad que muchas veces el accidente incluye una “cadena” de causas o bien, una causa y una serie de circunstancias contribuyentes.

Es usual referirse a la “causa aparente” del accidente, que también el previo análisis, llegaremos en algunos casos a la “causa real”. En muchos casos ambas causas coincidirán.

A consecuencia del desarrollo de la tecnología en los modernos vehículos, la alta velocidad que estos alcanzan y el estacionamiento del camino, se concluye que la causa más frecuente de accidentes de tránsito en el mundo es :

Exceso de Velocidad, debe entenderse que es velocidad excesiva para las condiciones imperantes. En muchos casos esta “velocidad excesiva” puede ser muy alta.

Invasión de circulación contraria o de carril, como su nombre lo indica, es el acto de invadir el carril contrario donde los vehículos viajan en la dirección opuesta.

Imprudencia para Manejar, esta causa engloba muchos aspectos del conductor, en general en contraposición con la “reglas del camino”.

Estas causas dependen principalmente del conductor del vehículo.

4.3.4.4 ANÁLISIS DE ACCIDENTES

Al realizar un estudio de accidentes a través del correcto análisis del problema se pueden obtener valiosos resultados.

En las intersecciones de importancia se deben investigar los accidentes ocurridos en un periodo de seis meses o, de preferencia de un año.

Una alta incidencia de accidentes puede indicar la necesidad de ubicar en la intersección semáforos; pero esto podría afectar severamente la operación de la intersección o en caso contrario se debe tomar medidas más drásticas pero que económicamente serían inviables.

Según los datos obtenidos del organismo operativo de tránsito, podemos realizar un análisis superficial pero a la vez significativo, de los accidentes ocurridos en las intersecciones de toda la ciudad, ya que no se cuenta con un detalle exacto de cada una de las intersecciones de estudio.

Según la entidad encargada se registró 960 accidentes de los cuales 328 se deben al estado de ebriedad de los conductores, así mismo podemos notar que 291 accidentes se provocaron por exceso de velocidad y 217 accidentes por imprevisión del conductor

4.3.5 CAPACIDAD

INTERSECCIONES	ACCESOS	NIVEL DE SERVICIO ACTUAL	NIVEL DE SERVICIO CON SEMAFORIZACION PROPUESTA
-----------------------	----------------	-------------------------------------	---

Para conocer la capacidad de cada una de la ocho intersecciones es necesario conocer los volúmenes de tránsito en las ramas y otros puntos de la calzada, los resúmenes son expuestos en el presente capítulo 4.2.1.3 pág. 85, 86, como así mismo en el anexo pág. 6 13.

Realizamos el análisis de capacidad respectivo para cada entrada de las ocho intersecciones en estudio y de este modo conocer también el nivel de servicio en que se encuentran. (Ver anexo cálculo y resultados de capacidad pág. 38-83).

Anteriormente se presentó una tabla resumen con las capacidades de cada acceso para las siete intersecciones de la zona central de la ciudad de Bermejo.

1	A	C	C
	B	C	D
	C	B	B
2	D	C	E
	E	D	F
3	F	C	D
	G	C	C
4	H	B	C
	I	C	D
	J	C	D
5	K	B	C
	L	C	D
6	M	C	C
	N	C	D
	O	C	D
7	P	D	F
	Q	B	D
	R	C	F
	S	C	E
8	T	C	C
	U	B	C
	V	D	F
	W	C	C

Tabla 4.4 Fuente: Resultados del Proyecto

4.4 DISEÑO DE SEMAFOROS

Un semáforo asigna de forma alterna el derecho de paso a cada movimiento o grupo de movimientos que confluyen en una intersección, creando así en las intersecciones con volúmenes altos que el paso de preferencia se alternativo.

El diseño de intersecciones semaforizadas se proyecta generalmente tratando de alcanzar la máxima capacidad de la intersección, es así que también se proyectan para dar un servicio que sea más seguro en la circulación.

En el diseño de semáforos se debe hacer un análisis sobre la duración total del ciclo y la distribución de tiempos en las fases, que estará en función de los requerimientos de la demanda.

Se debe prestar especial atención al empleo de ciclos excesivamente largos y a una inadecuada distribución de los tiempos de las fases, ya que harán perder eficiencia en la circulación del tránsito y disminuye las condiciones de seguridad.

Para el diseño de semáforos se debe observar tres operaciones importantes definidas como:

CICLO es el tiempo necesario para que se dé una sucesión completa de indicaciones en los semáforos conectados al mismo regulador.

FASE es cada una de las combinaciones de indicaciones que permiten uno o varios movimientos simultáneos a través de la intersección

REPARTO es la parte del ciclo que corresponde a la distribución de la luz.

En la determinación de los tiempos se debe tener en cuenta las siguientes variables:

- Volumen de demanda vehicular
- Composición del tránsito (automóviles, camiones y omnibuses de transporte público)
- Volumen de demanda peatonal

4.4.1 CALCULO DEL CICLO

Independientemente de que resulten los cálculos, la duración del ciclo debe de estar forzosamente comprendida entre los límites que fija la psicología del conductor que nos indica que ciclos menores a 35 segundos y mayores a 120 segundos se acomodan difícilmente a la mentalidad del usuario de la vía pública.

Para tener un cálculo de ciclo se deberá previamente calcular la duración del tiempo amarillo como también el cálculo de fases rojas y verdes.

4.4.1.1 TIEMPO DE FASE AMARILLO

La utilización de la luz amarilla entre la roja y la verde tiene una finalidad la cual es: avisar al conductor que va a aparecer ya sea la luz roja o verde y debe decidir si tiene tiempo de cruzar la intersección o caso contrario frenar el vehículo.

En el cálculo de la duración del tiempo amarillo nos basamos en dos supuestos:

- El tiempo de la fase amarilla deberá ser igual o mayor al requerido para frenar antes de la línea de detención.
- En caso de que se haya entrado a la intersección, la fase amarilla nos dará el tiempo necesario para atravesarla antes de que se encienda la luz roja.

Para que se cumpla los supuestos anteriores, el tiempo de la fase amarilla puede ser expresado de la siguiente manera:

$$t'' = \frac{D}{V} + \frac{a}{V}$$

Donde:

t'' = tiempo de la fase amarilla en segundos

D= distancia de frenado (m)

V= velocidad del vehículo (m/s)

a= longitud de la intersección (m)

La distancia de frenado puede adoptarse con la ecuación de AASTHO 1965.

$$D = \frac{(Tr * V)}{3.6} + \frac{V^2}{(254 * fx)}$$

Donde:

D= distancia de frenado (m)

V= velocidad de circulación (m)

Tr= tiempo de reacción y percepción (seg.) asumido 0.5 seg.

fx= coeficiente de adherencia transversal

Una vez realizado el cálculo de la distancia de frenado se procede a la determinación del tiempo de la fase amarilla con la siguiente fórmula:

$$t'' = t_r + \frac{V}{70 \cdot f_x} + \frac{3.6 \cdot a}{V}$$

En la designación de tiempos para las intersecciones se debe tomar en cuenta que los tiempos amarillos deben tender a ser uniformes con lo cual los conductores reaccionaran de la misma forma y las únicas variables que intervendrán en su decisión serán la distancia a que se encuentran del semáforo y la velocidad con la que circulan.

4.4.1.2 LONGITUD DE CICLO

Para la determinación del ciclo en el sistema alterno, que es de utilizar en el presente proyecto donde los tiempos en verde serán uniformes y las distancias tomadas serán un promedio a los accesos más cercanos e importantes para cada intersección.

En determinación de un ciclo se debe tener en cuenta el requerimiento de cada intersección, es decir el volumen de vehículo que circulan por cada acceso, una vez conocido los volúmenes en cada intersección se debe repartir el ciclo en forma proporcional.

La formula a aplicar es la siguiente para el sistema alterno:

$$T_c = 14.4 * \frac{D}{V}$$

Donde:

D= distancia promedio a los accesos principales de las intersecciones (m)

V= velocidad de circulación (km/hr)

En el anexo pág. 84 se muestra el cálculo detallado del tiempo de ciclo para cada semáforo por intersección de donde se puede asumir un tiempo de ciclo de 74.26 segundos Siendo que el promedio de todas las intersecciones es demasiado grande

Al realizar el análisis correspondiente al funcionamiento de cada semáforos en los lugares donde deberían ser ubicados, se vio por conveniente reducir el ciclo y tomar como un tiempo de ciclo igual a 60 seg que será aplicado a cada semáforo que se instale en las intersecciones y no tener que variar el ciclo, haciendo que la programación sea más fácil y no se crean largas colas de espera.

4.4.1.3 CALCULO DE LAS FASES

En el cálculo de las fases se debe tener en cuenta el volumen que entra a cada intersección para hacer una distribución adecuada de las fases roja y verde.

Cuando hay semáforos consecutivos se adopta una única distribución válida para todo el sistema, esta distribución debe cubrir los valores medios de la necesidades de todas las intersecciones.

El ciclo para cada calle de la intersección estará compuesto por:

Ecuación 1

$$\mathbf{C = Ta + Tb + Taa + Tab}$$

Donde:

Ta= duración de la fase verde en la intersección A en seg.

Tb= duración de la fase verde en la intersección B en seg.

Taa y Tab= duración de la fase amarilla en cada intersección (seg)

Ecuación 2

$$\mathbf{C - (Taa + Tab) = Ta + Tb}$$

Ecuación 3

$$\frac{\mathbf{Ta}}{\mathbf{Tb}} = \frac{\mathbf{Va * Taa}}{\mathbf{Vb * Tab}}$$

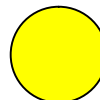
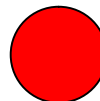
Con el uso de las ecuaciones se realizó el cálculo referente a la distribución adecuada de las fases para cada semáforo, en las distintas intersecciones que dentro de un conjunto de varias necesitaran un ciclo mayor, una vez escogido este se tendrá el ciclo mínimo común con que pueden funcionar todas y cada una de las intersecciones, de donde se asumió los siguientes valores:

Duración total de ciclo 60 seg. que es un ciclo que cubre los valores medios de cada intersección.

La distribución y coordinación de ciclos y fase amarilla se lo muestra en la pág. 92-117 del anexo, teniendo un resumen a continuación en las tablas: (4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9)

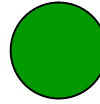
Rojo

27 seg.







Amarillo 3 + 3 seg.

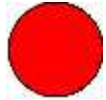
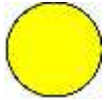

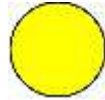
Verde 27 seg.



La distribución adoptada se la podrá variar de acuerdo a las intersecciones donde se podrá suprimir el amarillo de bajada sumando el tiempo de este al verde donde seria 30 segundos y conservado el amarillo de subida, en otros casos se suprimirá el amarillo de subida quedando el rojo en 30 segundos, el detalle se lo ve en la tabla (4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9)

INTERSECCION 1

Semáforo 1	 34.60 seg.	 3 seg.	 19.40 seg.	 3 seg.
------------	---	---	--	---

	27 seg.	3 seg.	30seg.	0 seg.
Semáforo 2	 30.17 seg. 27 seg.	 3 seg. 3 seg.	 23.83 seg. 30 seg.	 3 seg. 0 seg.

INTERSECCION 2


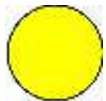

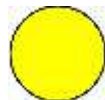
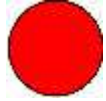
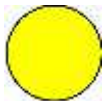

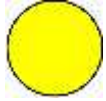
Semáforo 1	 28.57 seg. 27seg.	 3 seg. 3seg.	 37.43 seg. 27 seg.	 3 seg. 3 seg.
------------	---	---	---	---

Tabla 4.5 Fuente: Resultados del Proyecto

INTERSECCION 3

Semáforo 1				
	34.6 seg. 27 seg.	3 seg. 3 seg.	19.4 seg. 30 seg.	3 seg. 0 seg.

INTERSECCION 4

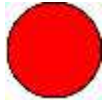
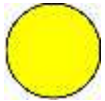

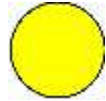
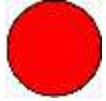
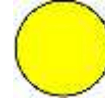

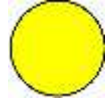



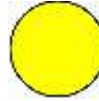
Semáforo 1				
	34.40 seg. 27 seg.	3 seg. 3 seg.	19.60 seg. 30 seg.	3 seg. 0 seg.
Semáforo 2				
	31.30 seg. 27 seg.	3 seg. 3 seg.	22.70 seg. 30 seg.	3 seg. 0 seg.

Tabla 4.6 Fuente: Resultados del Proyecto

INTERSECCION 5

Semáforo 1				
	40.9 seg. 27 seg.	3 seg. 3 seg.	13.1 seg. 30 seg.	3 seg. 0 seg.

INTERSECCION 6





Semáforo 1				
	28.27 seg. 27 seg.	3 seg. 3 seg.	25.73 seg. 27 seg.	3 seg. 3 seg.
Semáforo 2				
	37.7 seg. 27 seg.	3 seg. 3 seg.	16.3 seg. 27 seg.	3 seg. 3 seg.

Tabla 4.7 Fuente: Resultados del Proyecto

INTERSECCION 7

Semáforo 1	 30.8 seg. 27 seg.	 3 seg. 3 seg.	 23.2 seg. 27 seg.	 3 seg. 3 seg.
Semáforo 2	 32.7 seg. 27 seg.	 3 seg. 3 seg.	 21.3 seg. 27 seg.	 3 seg. 3 seg.

INTERSECCION 8




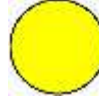

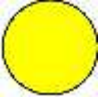

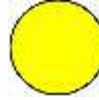
















Semáforo 1	 40.2 seg. 27 seg.	 3 seg. 3 seg.	 13.8 seg. 30 seg.	 3 seg. 0 seg.
Semáforo 2	 32.9 seg. 27 seg.	 3 seg. 3 seg.	 21.1 seg. 30 seg.	 3 seg. 0 seg.

Tabla 4.8 Fuente: Resultados del Proyecto

COORDINACION DE SEMAFOROS

Nº de INTERSECCIONES		
INTERSECCION 1	SEMAFORO 1	
	SEMAFORO 2	
	SEMAFORO 3	
INTERSECCION 2	SEMAFORO 1	
	SEMAFORO 2	
INTERSECCION 3	SEMAFORO 1	
	SEMAFORO 2	
INTERSECCION 6	SEMAFORO 1	
	SEMAFORO 2	
	SEMAFORO 3	
INTERSECCION 5	SEMAFORO 1	
	SEMAFORO 2	
INTERSECCION 4	SEMAFORO 1	
	SEMAFORO 2	
	SEMAFORO 3	
INTERSECCION 7	SEMAFORO 1	
	SEMAFORO 2	
	SEMAFORO 3	
	SEMAFORO 4	





INTERSECCION 8	SEMAFORO 1	
	SEMAFORO 2	
	SEMAFORO 3	
	SEMAFORO 4	

Tabla 4.9 Fuente: Resultados del Proyecto

4.5 DISTRIBUCION DE SEMAFOROS

En la instalación de semáforos en las vías de preferencia supondrá una disminución en la prioridad de paso, ya que el paso queda limitado a unos ciertos intervalos de tiempo, es así que una instalación semafórica debe hacerse solo cuando se contribuya realmente a mejorar la fluidez y seguridad del tráfico porque caso contrario entorpecerían la circulación.

Cuando se realiza la distribución de semáforos se debe tener en cuenta la coordinación de los mismos, los cuales deben tener una relación que se mantenga a lo largo del tiempo, entre funcionamiento de una intersección y otra (fig. 4.5-4.6)

Para que esta relación se mantenga es imprescindible que los cambios de luces en todos los cruces coordinados se realicen con la misma frecuencia es decir que tengan la misma duración de ciclo.

Cuando el tráfico debe atravesar una serie de intersecciones con semáforos, se debe averiguar cuál es el ciclo y reparto de tiempos que permitirán un rendimiento máximo de cada intersección, viendo cual es el desfase relativo entre intersecciones que permita el paso de mayor número posible de vehículos sin que estos tengan que detenerse a lo largo de toda la calle.

Una vez ubicados los semáforos en los puntos necesarios como se muestran en las siguientes figuras (fig. 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11) se procede a realizar la presentación en la forma tradicional, por medios de los diagramas espacio – tiempo.

En los diagramas espacio – tiempo, en las abscisas se indican las distancias entre cruces y en las ordenadas los tiempos, el punto que corresponde a cada semáforo se indica como un trazo oscuro los periodos en que los semáforos están en rojos y con trazo claro, los periodos en que el semáforo esta en verde.

La trayectoria de un vehículo que avanza con velocidad constante estar representado por una línea recta, cuya inclinación variara con la velocidad, es así que para representar un pelotón de vehículos que circulan por las intersecciones solo se representa el primero y el ultimo, originando así una onda verde.

En un estudio de coordinación se trata de conseguir que dicha onda verde sea lo más ancha posible, para dar una mayor eficacia de circulación a los vehículos que transitan por las intersecciones semaforizadas.

Las ondas verdes están debidamente representadas en el anexo pág. 118 para una mejor comprensión de lo anteriormente expuesto y así poder tener el alcance de un vehículo que circula por las diferentes calles de la zona central de Bermejo

4.6 INSTALACION

Criterios con los que se fijo la nueva red de semaforización.

Los semáforos tienen el objetivo de regular el tránsito, mediante señales luminosas estos sistemas tienen características que son internacionales para que estos sean uniformes, los semáforos se deben instalar de acuerdo a las disposiciones de tránsito

Los semáforos forman parte del conjunto de sistemas para el ordenamiento del tránsito, donde su proyección, construcción y funcionamiento debe ser uniforme.

Al proyectar la instalación se tuvo en cuenta los diferentes sectores del transporte que circulan por la zona central de la ciudad de Bermejo, como así mismo a los peatones que circulan por dichas arterias.

Los criterios más importantes que se tomaron en cuenta para la instalación de los semáforos fueron: volumen (peatonal y vehicular), composición, velocidad y accidentes en la zona de estudio.

4.6.1 INTALACION DEL SISTEMA

La instalación de los semáforos, por lo general se encuentran sobre postes metálicos ubicados en los bordes de las aceras o en su defecto en los jardines.

Los postes se encuentran ubicados antes de las intersecciones y después de la línea de paso peatonal, para que los vehículos respeten las líneas de paso como así mismo los peatones adquieran el habito de utilizar el paso y respetar las señales semafórica.

En la instalación de semáforos como se muestra en los adjuntos se trato de estandarizar, para que el conductor y peatón no se vea confundido y puedan seguir las ordenes que estos muestran.

Los postes de sustentación para los cabezales de semáforos usualmente, son construidos de hierro galvanizado, debiendo estos tener las dimensiones mínimas permitidas por las normas donde la variación del largo del brazo será la diferencia entre semáforos, el largo variara de acuerdo al requerimiento de cada intersección semaforizadas.

Cada semáforo será de brazo largo algunos teniendo dos cabezales por poste de sustentación para permitir una mejor visión a los vehículos y peatones que circulan por la avenida, el diseño lo observaremos en la fig. 4.12.

La instalación del sistema semafórico se lo operara a partir de la red de distribución domiciliaria de donde se tomara la energía necesaria para el funcionamiento de todo el sistema, es por eso que antes de la central automática base se instalara un medidor para poder verificar el consumo de energía del sistema.

La central de control automática debe estar montada en un gabinete que tenga protección para descargas eléctricas y atmosféricas, pudiendo ser de P.V.C. de alto impacto o en su defecto metálica, con cerradura de tipo llave en su interior debe llevar un controlador lógico programable compacto, modular que permita alcanzar expansión, tendrá en su interior bus de datos multipar, transformador, fusibles y seccionador.

La central autónoma base se encontrara ubicada en la intersección 7 de donde saldrá el cableado monofásico con una resistencia de 16 amperes que construirá nuestra red de distribución a cada control individual de las intersecciones, paralelo a la distribución se realizara el cableado desde la central automática a cada control con cable de 0.32 cm.

Una vez instalados los controladores individuales se realizara el cableado desde el control hacia cada semáforo con un cable de resistencia de 10 amperes

Para una mejor percepción se muestra el detalle de la ubicación de la central y controles en un plano fig. 4.12

DISEÑO DE SEMAFORO TIPO

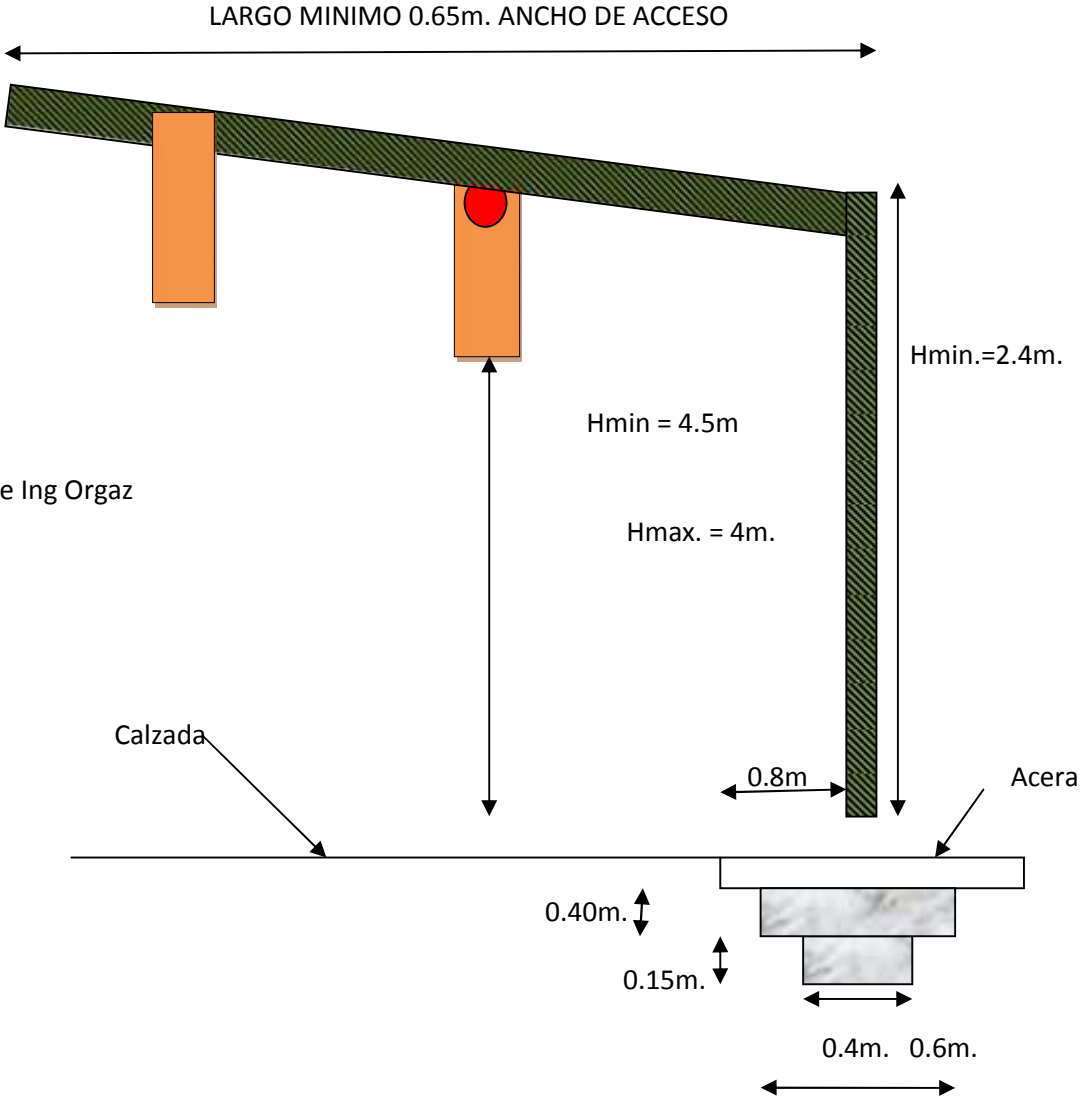
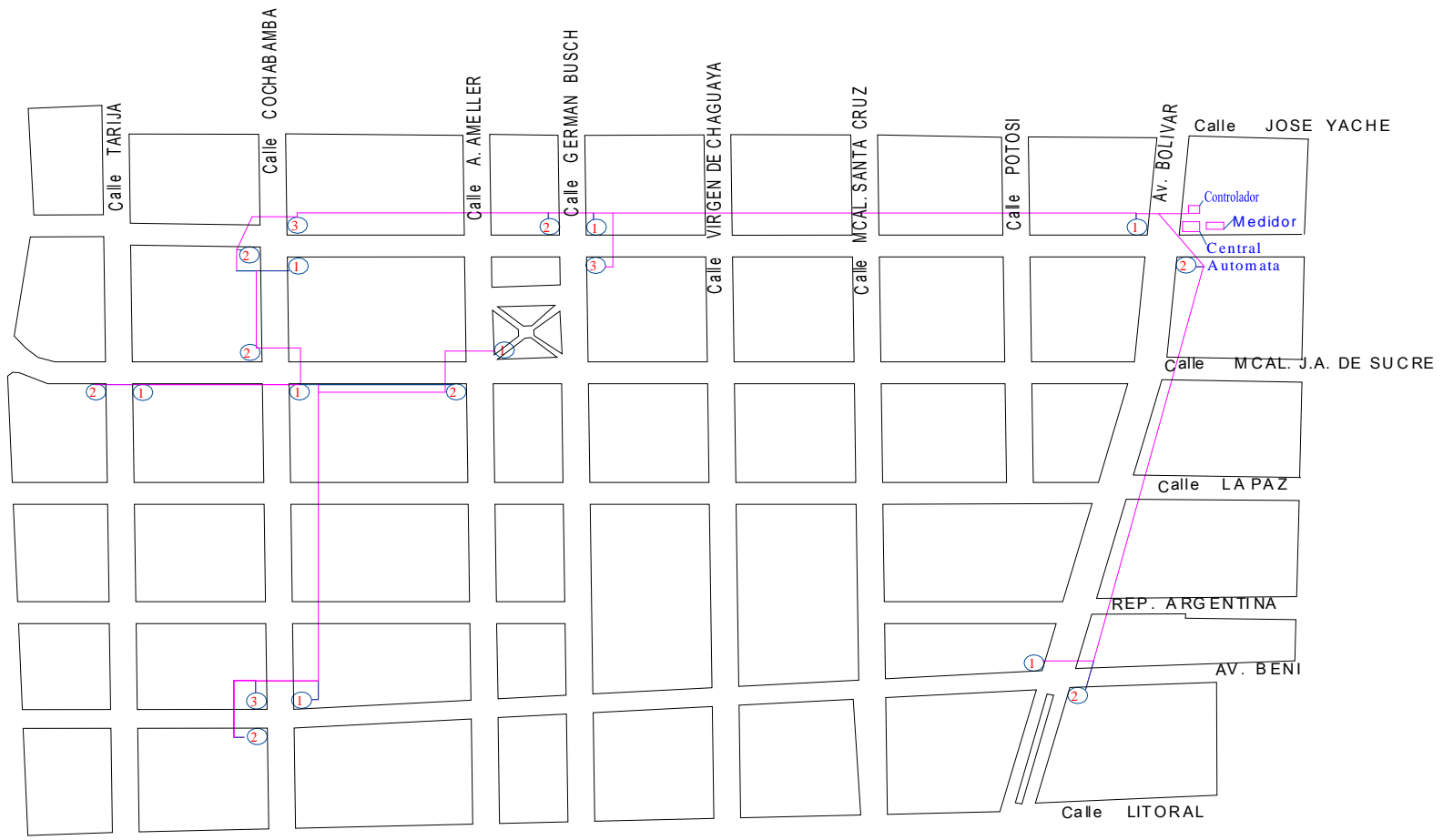


Fig. 4.3 Fuente Ing Orgaz



INSTALACION SEMAFORICA

Fig. 4.4 Fuente: Estudio del Proyecto

4.8 COSTOS

El presente capítulo se hará el análisis de precios unitarios y el presupuesto general del proyecto también se desglosarán los ítems correspondientes para tener una visión más amplia del proyecto.

El propósito de las especificaciones es de exponer los requerimientos para una buena ejecución técnica de las obras, la utilización del equipo a utilizarse y la calidad de los materiales.

4.8.1 DESGLOSE DE LOS ÍTEMS

Para una mejor percepción del proyecto a continuación se detallan por ítems cada actividad que se debe realizar para llevar a cabo una semaforización.

En cada ítem se describe en qué consiste cada uno, la forma de pago y en que unidades se debe medir.

4.8.2 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO

GENERAL

A continuación se detalla el precio unitario de cada ítem tomando en cuenta los materiales, equipo, mano de obra y el costo de cada aplicación.

A partir de la pág. 160 se detallan el análisis de precios unitarios y en la pág. 174 se tiene el presupuesto general de la aplicación.

ÍTEM N° 1

CONTROL DE INTERSECCION SEMAFORIZADA

DEFINICION

Este ítem se refiere al control eléctrico-electrónico de una intersección simple semaforizada, el cual servirá como etapa de comunicación de las lámparas de los cabezales de semáforos ubicados en lugares indicados en el plano.

MATERIAL

Se utilizara dos estructuras de cabezales de semáforo, un buffer de potencia octoacoplado, cable blindado para intemperie, seccionador y protección eléctrica-electrónica e gabinete IP65, los cuales serán montados según especificaciones de seguridad industrial.

PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCION

En la línea de baja tensión se colocara fusibles ultrarrápidos de 1 Amp. ; donde el conductor de tensión deberá estar acoplado mecánicamente con el cabezal con goma liquida u otro elemento aislante de tal forma que el conjunto tenga un índice de protección contra el polvo y caída de agua constante.

La conexión de buffer de potencia se la realizara observado los colores de los cables del conductor matriz y la conexión se la hará de acuerdo a la codificación en cada esquina, se dejara libre una línea de conmutación optoacoplada para ser utilizada en casos de emergencia y mantenimiento.

MEDICION

Los controles eléctrico-electrónico se medirán por cruces semaforizados.

Control de esquina semaforizada.....Pto.

ÍTEM N° 2

POSTE DE SUSTENTACIÓN

DEFINICION

Este ítem se refiere a la construcción de los postes de sustentación de hierro galvanizado para los cabezales de semáforos y demás elementos necesarios para la sujeción de estos.

MATERIAL

El material a utilizarse será hierro galvanizado, las soldaduras serán del tipo blanda y de alta resistencia.

Las superficies a pintarse se preparan eliminando los defectos, manchas o asperezas que pudieran tener los tubos. Los tubos serán pintados con pintura al aceite previo lijado y tendrán una capa de imprimación contra corrosión y luego dos capas de pintura de color deseado.

MEDICION

La unidad de medida será en metros lineales, tomando en cuenta la longitud neta construida y accesorios.

Poste de sustentaciónPza.

ÍTEM N° 3

FUNDACION DE POSTE SEMAFORICO DE SUSTENTACION

DEFINICION

La construcción de la fundación será de cimientos de hormigón simple de cemento Portland simple de dosificación 1:3:4, que tendrá una resistencia de 120 kg/cm^2 a los 28 días y conteniendo un mínimo de cemento de 180 kg/cm^3 .

MATERIALES

La grava que se empleara tendrá una dimensión de 2.5cm.

En la preparación del hormigón de cemento con la dosificación 1:3:4, se empleara únicamente materiales que cumplan los requisitos de calidad.

MEDICION

Los cimientos de hormigón simple serán medidos en metros cúbicos.

ÍTEM N° 4

TENDIDO DE CABLE MATRIZ

DEFINICION

El trabajo comprendido en este ítem se refiere a la instalación subterránea utilizando los ductos de COTABE, de acuerdo a lo detallado en el plano.

Caso contrario a la instalación del cable en forma aérea realizándose este tendido a una altura inferior del tendido de línea de media tensión, asegurando al cable matriz con grapas y toda la herrería necesaria.

MATERIALES

El cable subterráneo a utilizarse es de 20*2*0.4 del tipo múltipar telefónico del 1000 metros. De longitud cada bovina y regleta múltiple de tipo estancas de 20 bornes y cinta termo conribble.

Si la instalación es aérea se utilizara múltipar telefónico aéreo de 20*2*0.4 terminados de conexión aislados, magas termo contraíbles y goma líquida.

También se utilizan tensores, grapas y toda la herrería necesaria de Fo.Go.

Los empalmes se realizan con protección contra el polvo y agua.

MEDICION

El tendido de cable matriz tanto aéreo como subterráneo se medirá en metros lineales.

TENDIDO DE CABLE MATRIZ..... ml

ÍTEM N° 5

CONTROL SEMAFORICO

DEFINICION

Este ítem se refiere a la instalación del control semafórico en cada intersección que será el encargado de la conmutación eléctrica de los cabezales de los semáforos de las intersecciones, en el presente proyecto están contemplados 7 controles uno en cada intersección.

MATERIALES

Los materiales a ser usados en este ítem son:

Expansión compacta de 12 salidas de tipo TSX DMF 342AH naturaleza del transistor /relee tensión salida 24Vcc. Potencia DC11 10W.

Modulo expansión del tipo TSX DSF342AH. Natural transistor /relee tensión de salida 24Vcc. Potencia DC11 10W

MEDICION

El control semafórico se medirá como punto instalado con los elementos indicados.

CONTROL SEMAFORICO.....Pto.

ÍTEM N° 6

CENTRAL LÓGICA PROGRAMABLE DE SEMÁFOROS - EXPANDIBLE

DEFINICION

Este ítem se refiere al montaje y ejecución de la central de semáforos, desde la cual se controlara mediante un cable matriz de control y a través del buffel de potencia a cada cabezal de semáforo instalado.

La central puede ser expandible para cruces semaforicos como para semáforos peatonales, escolares y de emergencia sin cambiar de central.

MATERIALES

Los materiales utilizados entes ítem son un control lógico programable base de 40 entradas de tipo TSX 172-4012 que acepte tratamiento secuencial de lenguaje a contacto o grafico de programación lógica de contactos PL7-1 y PL7-2 con memoria de 24Ko, tratamiento de palabras, reloj calendario, calculo de 4 operaciones, tarea rápida, alimentación nominal 110-220Vca. 50/60Hz., alimentación del bus de control múltipar de 24Vcc 0.25 Amperes, salida todo o nada, la naturaleza de la salida transistor / relee, tensión d carga 24Vcc y potencia Dc11 8W/10W., la corriente máxima será de 0.35/3 amperes térmico, con protección de sobretensión mediante YODO/MOV varistancia, aislamiento 1500V.

MEDICION

La central semaforica se medirá como punto instalado con todos los elementos indicados, entendiéndose a toda la instalación de su conjunto

CENTRAL LÓGICA PROGRAMABLE DE SEMÁFOROS – EXPANDIBLE.....Pto.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM: 1

Unidad : Punto

Obra : Semaforizacion "ZONA CENTRAL DE LA CIUDAD DE BERMEJO"

Fecha :Nov. 2010

Descripcion : Control de Interseccion Semaforizada

Lugar : Bermejo

DESCRIPCION	Unid.	Cantidad	Precio bs Productiv	Precio \$us Productivo	COSTO TOTAL
-------------	-------	----------	------------------------	---------------------------	----------------

			o		
1. MATERIALES					
cabezal de semaforo	Pza.	2	3045	435	6090
buffel de potencia (control optoacoplado)	Pza.	1	1855	265	1855
Cable Blinado para intmperie (Fi 4,5mm.)	m.	20	12,6	1,8	252
Proteccion Electrica- Electronica	Pza.	1	836,5	119,5	836,5
Seccionador termico en gabinete IPG5	Pza.	1	105	15	105
TOTAL MATERIALES					9.138,50
2. MANO DE OBRA					
Ingeniero Electrico	Hr	12	26,25	3,75	315
Tecnico Electricista	Hr	26	11,2	1,6	291,2
Ayudante	Hr	30	6,3	0,9	189
SUB TOTAL MANO DE OBRA					795,20
CARGAS SOCIALES 68%					540,736
TOTAL MANO DE OBRA					1.335,94
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
TESADOR	Pza.	1	280	40	280
TALADRO DE PERCUSION	Pza.	1	98	14	98
OTROS	Global	1	140	20	140
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					518
<p>Costo directo:(Mat.+Imprevistos+M.O.+D.H.+Eq.) : 10.992,44</p> <p>Gastos generales: 10% : 1099,2436</p> <p>utilidades: 10% 1099,2436</p> <p>Costo Parcial:(Costo Directo+Gastos Gen. + util.) : 13.190,92</p> <p>I:V:A - I.T.: 13% 6</p> <p>Precio de Aplicación: 14.959,63</p> <p>Literal: Catorce mil novecientos cincuenta y nueve 63/100 Bs.</p>					

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM: 2

Obra : Semaforizacion "ZONA CENTRAL DE LA
CIUDAD DE BERMEJO"

Descripcion : Poste de Sustentacion

Unidad : Punto

Fecha :Nov. 2010

Lugar : Bermejo

DESCRIPCION	Unid.	Cantidad	Precio bs	Precio \$us	COSTO
-------------	-------	----------	-----------	-------------	-------

			Productivo	Productivo	TOTAL
1. MATERIALES					
Tubo Fo. Go. Diametro 4"	m.	5	67,97	9,71	339,85
Tubo Fo. Go. Diametro 2"	m.	3	42,7	6,1	128,1
Pintura al Duco	lts.	1,8	32,2	4,6	57,96
Pintura Anitioxido	lts.	1,8	32,2	4,6	57,96
Soldadura	kg.	0,15	29,4	4,2	4,41
TOTAL MATERIALES					588,28
2. MANO DE OBRA					
Tecnico Metalurgico	Hr	2	17,5	2,5	35
Ayudante	Hr	3	13,93	1,99	41,79
Peon	Hr	2,5	7	1	17,5
SUB TOTAL MANO DE OBRA					94,29
CARGAS SOCIALES 68%					64,1172
TOTAL MANO DE OBRA					158,41
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Soldador	Hr	0,98	140	20	137,2
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					137,2
Costo directo:(Mat.+Imprevistos+M.O.+D.H.+Eq.) :					883,89
Gastos generales: 10% :					88,38872
utilidades: 10%					8,838872
Costo Parcial:(Costo Directo+Gastos Gen. + util.) :					981,11
					127,54492
I:V:A - I.T.: 13%					3
Precio de Aplicación:					1.109,92
Literal:					Mil ciento nueve 92/100 bs

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM: 3

Obra : Semaforizacion "ZONA CENTRAL DE LA CIUDAD DE BERMEJO"

Descripcion : Excavacion y Relleno

Unidad : Punto

Fecha :Nov. 2010

Lugar : Bermejo

DESCRIPCION	Unid.	Cantidad	Precio bs Productivo	Precio \$us Productivo	COSTO TOTAL
1. MATERIALES					
TOTAL MATERIALES					0,00
2. MANO DE OBRA					
Peon	Hr	6,2	4,9	0,7	30,38
SUB TOTAL MANO DE OBRA					30,38
CARGAS SOCIALES 68%					20,6584
TOTAL MANO DE OBRA					51,04
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Costo directo:(Mat.+Imprevistos+M.O.+D.H.+Eq.) :					51,04
Gastos generales: 10% :					5,10384
utilidades: 10%					0,510384
Costo Parcial:(Costo Directo+Gastos Gen. + util.) :					56,65
I:V:A - I.T.: 13%					7,36484112
Precio de Aplicación:					64,02
Literal:					Sesenta y cuatro 02/100 bs

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM: 4

Obra : Semaforizacion "ZONA CENTRAL DE LA CIUDAD DE BERMEJO"

Descripcion : Tendido de Cable Matriz

Unidad : ml.

Fecha :Nov. 2010

Lugar : Bermejo

DESCRIPCION	Unid.	Cantidad	Precio bs Productivo	Precio \$us Productivo	COSTO TOTAL
1. MATERIALES					
Cable multipar telefonico 20 pares subterraneo	m.	1,1	39,48	5,64	43,428
Conectores regleta multiple	Pza.	0,02	42	6	0,84
Cinta termocontraible	Pza.	0	105	15	0
TOTAL MATERIALES					44,268
2. MANO DE OBRA					
Ing. Electrico	Hr	0,1	26,25	3,75	2,625
Tecnico Electrico	Hr	0,2	11,2	1,6	2,24
Ayudante	Hr	0,05	6,3	0,9	0,315
SUB TOTAL MANO DE OBRA					5,18
CARGAS SOCIALES 68%					3,5224
TOTAL MANO DE OBRA					8,7024
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Cinta pasa Cables	Pza.	0	105	15	0,1365
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					0,1365
Costo directo:(Mat.+Imprevistos+M.O.+D.H.+Eq.) :					53,1069
Gastos generales: 10% :					5,31069
utilidades: 10%					5,31069
Costo Parcial:(Costo Directo+Gastos Gen. + util.) :					63,72828
I:V:A - I.T.: 13%					8,2846764
Precio de Aplicación:					72,38
Literal:					Seteinta y dos 38/100Bs

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM: 5

Obra : Semaforizacion "ZONA CENTRAL DE LA CIUDAD DE BERMEJO"

Descripcion : Control Semaforico

Unidad : Punto

Fecha :Nov. 2010

Lugar : Bermejo

DESCRIPCION	Unid.	Cantidad	Precio bs Productivo	Precio \$us Productivo	COSTO TOTAL
1. MATERIALES					

Exp. Compactada TSX DMF 342 AH 12S	Pza.	1	6531,49	933,07	6531,49
Modulo de extencion TSX DSF 635 6S	Pza.	1	2512,09	358,87	2512,09
TOTAL MATERIALES					9.043,58
2. MANO DE OBRA					
Ingeniero Electrico	Hr	12	26,25	3,75	315
Tecnico Electricista	Hr	26	12,25	1,75	318,5
Ayudante	Hr	30	6,3	0,9	189
SUB TOTAL MANO DE OBRA					822,5
CARGAS SOCIALES 68%					559,3
TOTAL MANO DE OBRA					1381,8
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Osciloscopio	Pza.	1	245	35	245
tester punta de prueba logica	Pza.	3	120,4	17,2	361,2
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					606,2
Costo directo:(Mat.+Imprevistos+M.O.+D.H.+Eq.) :					11.031,58
Gastos generales: 10% :					1103,158
utilidades: 10%					1103,158
Costo Parcial:(Costo Directo+Gastos Gen. + util.) :					13.237,90
I:V:A - I.T.: 13%					1720,92648
Precio de Aplicación:					14.909,37
Literal:					Catorce mil ochocientos cincuenta y cinco 44/100 Bs

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM: 6

Unidad : Punto

Obra : Semaforizacion "ZONA CENTRAL DE LA CIUDAD DE
BERMEJO"

Fecha :Nov. 2010

Descripcion : Central Logica Programable
Expandible

Lugar : Bermejo

DESCRIPCION	Unid.	Cantidad	Precio bs Productivo	Precio \$us Productivo	COSTO TOTAL
1. MATERIALES					
Automata Base	Pza.	1	24198,09	3.456,87	24198,09
Transformador	m.	1	6776	968	6776
Tablero General	pza.	1	5488	784	5488
Integral 32 en Gabinete	pza.	1	8402,52	1.200,36	8402,52
Cable de coneccion PLC	pza.	1	748,09	106,87	748,09
Cartuchos Salvaguarda de Programa	pza.	1	3951,78	564,54	3951,78

Pila de litio	pza.	1	559,86	79,98	559,86
Caja Adaptadora de Comunicación	pza.	1	1093,75	156,25	1093,75
Cartucho memo con funcion reloj y calendario	pza.	1	1507,24	215,32	1507,24
Consola de programacion	pza.	1	9297,12	1.328,16	9297,12
Consola de reglaje	pza.	1	7058,24	1.008,32	7058,24
Programacion	pza.	1	3928,68	561,24	3928,68
TOTAL MATERIALES					73.009,37
2. MANO DE OBRA					
Ingeniero Electrico	Hr	22	39,34	5,62	865,48
Ingeniero Electrico	Hr	22	39,34	5,62	865,48
Tecnico Electricista	Hr	48	11,2	1,6	537,6
Ayudante	Hr	63	8,4	1,2	529,2
SUB TOTAL MANO DE OBRA					2268,56
CARGAS SOCIALES 68%					1542,6208
TOTAL MANO DE OBRA					3811,1808
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Osciloscopio	Pza.	1	224,7	32,1	224,7
tester punta de prueba logica	Pza.	3	133	19	399
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					623,7
Costo directo:(Mat.+Imprevistos+M.O.+D.H.+Eq.) :					77.444,25
Gastos generales: 10% :					7744,42508
utilidades: 10%					7744,42508
Costo Parcial:(Costo Directo+Gastos Gen. + util.) :					92.933,10
I:V:A - I.T.: 13%					12.081,30
Precio de Aplicación:					105.014,40
Literal:	Ciento cinco mil catorce 40/100 Bs				

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ITEM: 7

Obra : SemafORIZACION "ZONA CENTRAL DE LA CIUDAD DE BERMEJO"

Descripcion : Fundacion de Poste Semaforico

Unidad : Punto

Fecha :Nov. 2010

Lugar : Bermejo

DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	PRECIO bs	PRECIO\$us	COSTO TOTAL
			PRODUCTIVO	PRODUCTIVO	
1. MATERIALES					
Cemento	Kg.	145	0,651	0,093	94,395
Arena	m3	0,54	33,95	4,85	18,333
Grava	m3	0,7	46,9	6,7	32,83
TOTAL MATERIALES					145,56
2. MANO DE OBRA					
Albañil	Hr	4,5	8,4	1,2	37,8
Peon	Hr	6,5	4,9	0,7	31,85

SUB TOTAL MANO DE OBRA					69,65
CARGAS SOCIALES 68%					47,362
TOTAL MANO DE OBRA					117,012
3. EQUIPO MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
Hormigonera	Hr	0,45	28,28	4,04	12,726
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					12,726
Costo directo:(Mat.+Imprevistos+M.O.+D.H.+Eq.) :					275,30
Gastos generales: 10% :					27,5296
utilidades: 10%					27,5296
Costo Parcial:(Costo Directo+Gastos Gen. + util.) :					330,36
I:V:A - I.T.: 13%					42,946176
Precio de Aplicación:					373,30
Literal:					treientos setenta y tres 03/100 Bs

PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO

ITEM	DETALLE	Unidad	Cantidad	Precio bs	Total
1	Control de Interseccion Semaforizada	Pto.	23	14959,63	344071,49
2	Poste de Sustentacion	Pza.	13	1109,92	14428,96
3	Excavacion y Relleno	m3	13	64,02	832,26
4	Fundacion de Poste Semaforico	m3	13	373,3	4852,9
5	Tendido de Cable Matris	ml	1850	72,38	133903
6	Control Semaforico	Pto.	8	14909,37	119274,96
7	Central Logica Programable de Semaforos	Pto.	1	105014,4	105014,4
Sub - Total					721545,71

Imprevistos 5%	36077,29
Total General bs	757623,00
Literal: Setecientos cincuenta y siete mil seicientos quince 066/100 bs	

5.1 CONCLUSIONES

Considerando que actualmente la ciudad de Bermejo tiene una extensión urbana en crecimiento con un índice de crecimiento anual vehicular 8.73 % se debe considerar seriamente en realizar diferentes estudios de tráfico destinados a solucionar la problemática tanto vehicular como peatonal, dando soluciones como fundamentos técnicos a lo largo, mediano y corto plazo.

Con el crecimiento vehicular existente en Bermejo la planificación de crecimiento urbano deberá ir relacionado al tráfico para poder prever soluciones de acciones que en el futuro reservan problemas. Es importante notar que el estacionamiento causa problemas de tráfico reduciendo el nivel de servicio en la zona central de la ciudad de Bermejo.

Por lo cual se determino dos alternativas de soluciones, que consiste en que la calle Chuquisaca sea de un solo sentido y poder así habilitar la calle José Yache también de un solo sentido esto es para poder desalojar los vehículos que ingresan a la zona central de Bermejo.

La velocidad de flujo con la que se realizo el proyecto es la velocidad de punto se la obtuvo mediante aforos, las velocidades de Crucero y la de Recorrido Total no se las realizaron porque los puntos a semaforizar están alejados y no indican una sola dirección en la cual se puede tomar la distancia, como por ejemplo una carretera, camino o avenida de una ciudad, o simplemente la distancia de un punto hacia otro.

Los puntos críticos de mayor congestionamiento se los obtuvieron mediante aforos que se realizaron en las horas de mayor flujo u horas pico, pero también se tuvo como base de los puntos críticos la demanda de los vecinos de esta ciudad, puesto que este proyecto esta solicitado en la alcaldía de Bermejo.

En la ejecución del presente proyecto de grado de semaforización se tendrá las siguientes ventajas viales:

- La circulación de flujo vehicular y peatonal en las intersecciones estudiadas se optimizara.
- La velocidad de circulación y el tiempo de recorrido de los vehículos de servicio

Público con particulares se regulara

- En horas de congestionamiento se tendrá el paso de preferencia en forma alternativa, evitando largas esperas.
- Disminuirá considerablemente el porcentaje de accidentes de tránsito.
- Los tiempos de ciclos calculados en las intersecciones no presentan grandes diferencias por lo cual se asumió un solo ciclo para todas las intersecciones, lo que permitirá hacer una mejor sincronización de tiempos óptimos ya que los mismos están en función de la longitud de los tramos.
- Al adoptar un ciclo que sea uniforme se deberá tomar en cuenta que este no sea demasiado largo por que en intersecciones podría causar demoras innecesarias, estando otras intersecciones vacías.

Realizada la señalización horizontal, las ventajas que se alcanzara con la señalización de la calzada son:

- Indicar los carriles de circulación

- Indicar los bordes de las vías.
- Sentido de una vía.
- Zonas donde que hay que disminuir la velocidad.
- El sitio donde hay que parar ante un semáforo.
- Pasos peatonales.

Realizada la señalización vertical complementaria a la semaforización se tendrá las siguientes ventajas:

- El usuario de la vía podrá tener un mejor alcance de las zonas que presentan riesgos.
- Se anunciara las intersecciones con antelación, para que los conductores tomen las previsiones del caso.
- El usuario de la vía contara con una adecuada información con anticipación a la zona la cual está entrando.
- El usuario podrá elegir la vía por donde se desplazara con anticipación ya que contara con la información adecuada.

Por lo otra parte se hace notar que no se debe adoptar ciclos en la semaforización que sean demasiados largos ya que en ciertos lugares se obstruirá el libre desarrollo de la vía, es por

eso que en el presente proyecto se adopto un ciclo menor que el calculado, teniendo en cuenta que lo que se busca en la circulación fluida libre de colas y demoras que a su vez sea segura.

5.2 RECOMENDACIÓN

Para iniciar cualquier proyecto de tráfico es necesario contar con datos que sean actuales, para así poder realizar dicho proyecto que no se basen en supuestos y tener como resultados acciones a implementar que contribuyan al mejoramiento de la circulación.

Es preciso que los organismos encargados de regulación del transporte departamental elaboren, difundan programas de educación, concientización a peatones y especialmente proveer cursos de entrenamiento y actualización vial a conductores para brindar un servicio de transporte que sea eficaz, rápido y a su vez seguro.

Al restablecer la disciplina de tráfico. Los conductores de automóviles, autobuses, taxis, motocicletas y ciclistas deben respetar estrictamente los pasos peatonales y señalización vertical y horizontal.

Es hora que se proceda a reconocer públicamente a la bicicleta como vehículo de transporte urbano de interés social y medio ambiental, dicho reconocimiento debe traducirse en una potenciación de un uso cómodo y seguro de la bicicleta, a través de la puesta en marcha de una serie de programas que estén destinados a los usuarios para un mejor desempeño en la vía, dándole seguridad y comodidad.

Conjuntamente con el plan de educación vial se debe implementar una señalización horizontal y vertical que sean lo suficientemente visibles para los usuarios de las vías y para ello se debe tomar en cuenta que no haya elementos como: ramas de árboles, pasacalles, postes, etc. que limiten la visión.

Como complemento necesario para regular la conducta del peatón y del conductor, lo cual orienta las acciones y evita los accidentes, demarcación y señalización vertical, incorporando toda la simbología, reglamentaciones, colores, uso, ubicación de elementos, forma y tamaño de letras, los cuales se encuentran normalizados en los Manuales Nacionales e Internacionales de Tránsito y Vialidad.

Este tipo de proyecto consigue mejorar la calidad de vida del ciudadano al proponer un sistema organizado y fluido de tránsito, que relacione la vialidad urbana.

En la zona central de la ciudad de Bermejo existen paradas de las líneas de transporte público, el poco respeto de los conductores y los usuarios al usar las paradas existentes causa caos vehicular ocasionando accidentes, es por eso que se debe delimitar correctamente las paradas y a su vez hacer que se cumpla con la norma establecida.

Es importante que en todos los cruces semaforizados donde haya también un paso peatonal, prácticamente en todos los cruces se incluya el semáforo peatonal. Es conveniente establecer la prioridad entre un peatón cruzando con luz verde y un automóvil que gira a la derecha.

La forma más sencilla de controlar infracciones es colocando a un policía en un sitio donde estas infracciones son comunes y cuando un automovilista las comete, se le ordena detener el vehículo para verificar que la documentación este en orden y colocar el parte. Otra forma sencilla pero complicada de llevar a la práctica es lograr que los ciudadanos tomen tal grado de conciencia sobre las normas que ninguna cometa infracciones esto se logra con una buena educación vial y una etapa de toma de conciencia debe venir acompañada de un sistema de detección y sanción de infracciones.

Es necesario educar al conductor que siga las reglas de tránsito y a su vez decida el recorrido que debe tomar, teniendo en cuenta el punto de partida y el punto final para el

momento de ingresar a la avenida tenga definido el carril y ruta a seguir, tomando en cuenta la velocidad y seguridad de su desplazamiento.

Es recomendable lanzar una campaña de educación vial donde se involucre la población en general empezando desde Kindergarten y terminando con los transportistas para que todos adquieran conciencia de que si todos participamos de las normas viales cumpliéndolas y respetándolas obtendremos una avenida segura y a su vez eficaz para el desplazamiento de los usuarios de esta.

En los carriles que son de una sola vía se recomienda la construcción de rompe muelles o en caso contrario el colocado de pitones en lugares donde los usuarios hacen más uso de las intersecciones.

5.3 BIBLIOGRAFÍA

TITULO	AUTOR
Manual de Estudios de ingeniería de transito	Box, Paule, Oppenlander
Ingeniería de Transito: fundamentos y aplicaciones	Cal y Mayor, Rafael; Cárdenas G; James
Semaforización	Cornejo A. Guillermo
Corporación Regional de Tarija	Caminos vecinales: departamento vías de comunicación
Elementos de Ingeniería de Trafico	Carlos Kraemer, Víctor Sánchez Blanco, Juan g. Gardeta Oliveras
Orgaz Fernández Johnny	Apuntes de la materia de Trafico
Valdez Gonzales - roldan Antonio	Ingeniería de trafico
Servicio Nacional de Caminos	Manual de señalización Visual

