

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

Donde hay ríos sin puentes, especialmente en épocas de lluvias es un gran problema por los carros plantados y perjuicios para los pobladores. Y donde hay puentes sin seguridad vial es un problema mayor ya que se producen distintos accidentes y hechos lamentosos.

Tarija, la ciudad rodeada de ríos necesita más puentes los cuales juegan un papel muy importante en el desarrollo de Tarija, en la actualidad hay distintos puentes grandes y pequeños los que facilitan el tránsito vehicular y peatonal por la capital chapaca; sin embargo, aún no son suficientes.

Del mismo modo que para la capital, los puentes han sido fundamentales para el desarrollo de las comunidades del área dispersa. Los puentes que permiten la vertebración caminera son fundamentales para la capital del departamento debido a que Tarija es un lugar privilegiado que cuenta con suficientes cuencas de agua.

Se utiliza el término puente para designar a aquellas construcciones que sirven para conectar diferentes espacios a los que de otra manera no se podría acceder.

Tradicionalmente, el objetivo principal de la construcción de un puente ha sido sortear un tipo de elemento geográfico que impidiera el tránsito por hallarse un curso de agua, un valle o un precipicio. La circulación de vehículos por las carreteras, bajo o sobre estructuras, deberá hacerse en forma segura y sin interferencias.

Cuando se utiliza el término de seguridad en un puente se debe abarcar todos los aspectos que intervienen en el proyecto y posterior construcción del mismo. Los principales aspectos que intervienen en el proyecto de un puente están estrechamente relacionados entre sí, como es el caso del estudio estructural que garantiza la seguridad y el comportamiento resistente de la estructura e infraestructura, el estudio hidráulico

que debe proporcionar información que garantice que los cauces de los ríos no puedan provocar colapsos en la cimentación y conllevar a colapsos en la estructura.

1.2. FUNDAMENTO TEÓRICO

1.2.1 Justificación

La circulación de vehículos por las carreteras, caminos y puentes deberá hacerse en forma segura y sin interferencias, por lo que este objetivo deberá considerarse en el diseño, sobre todo en mantener en lo posible el ancho total de la sección transversal del camino a su paso por estructuras como ser un puente.

Analizando los puentes de la ciudad se observa algunos inconvenientes en lo que es el trancitabilidad vehicular, por lo que se realizara el análisis de este problema en dependencia al ancho de vía de los puentes.

Lo que se busca es saber qué efectos tiene el ancho del carril en los puentes, el que será verificado desde el punto de vista estructural; tomando en cuenta la velocidad, el ancho del carril y la capacidad que tiene el puente.

Tomando en cuenta el ancho de vía del puente también se analizara los aspectos que afecta a la trancitabilidad vehicular y al congestionamiento.

Los resultados obtenidos por la investigación servirán para tomar en cuenta en el diseño y construcción de puentes, en el proyecto geométrico deberán ser establecidas las medidas de señalización, de ser necesario deberá contemplarse la instalación de sistemas viales de contención, barreras de seguridad, amortiguadores de impacto u otros elementos de seguridad que aminoren los riesgos de accidentes, a ser tomadas durante las etapas de construcción y de servicio del puente, teniendo como referencia al Manual de Señalización de Caminos oficial.

Obteniendo los resultados se podrá contribuir a un mejor comportamiento vehicular en los puentes, lo cual dará seguridad y confort tanto a los conductores como a peatones de la ciudad de Tarija.

El estudio será factible ya que se tendrá disponible todo lo necesario que se necesita; como el estudio de tráfico, evaluación del ancho de vía del puente y normas aplicadas para el análisis del tema.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento vehicular en puentes según el ancho de carril en torno a la seguridad vial.

1.3.2. Objetivos específicos

- Adquirir un amplio conocimiento teórico con lo referente al número de vías en puentes y la seguridad vial.
- Realizar estudios de Tráfico en los puentes para saber el volumen y la velocidad vehicular que transita en cada uno de los puentes en estudio.
- Evaluar las características del ancho de calzada en distintos puentes para evaluar su desempeño en torno a la seguridad vial.
- Evaluar la señalización y todo lo referente a la seguridad vial.
- Analizar a detalle los resultados de los estudios realizados.
- Indagar sobre los resultados, comparar y ver a qué conclusiones lleva la diferencia de ancho de carriles en los puentes.
- Emplear las conclusiones viables de los resultados de la aplicación en nuestro medio para lograr un mejor comportamiento vehicular y seguridad vial en puentes.

1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.4.1. Situación problemática

Es fundamental que los puentes, al igual que otras estructuras, cumplan con la función para la cual están destinadas en sus condiciones normales de operación y que tengan un grado de seguridad adecuado.

Hoy en día en el Departamento de Tarija, es de vital importancia el traslado de personas y mercancías, a los centros de producción económica y centros de consumo, por lo cual en las carreteras se necesita pasar ciertos obstáculos con el uso de los puentes.

Los puentes angostos en nuestra ciudad generan dificultad en la circulación vehicular lo cual afecta en el comportamiento de los conductores, quienes deben tener precauciones como reducir la velocidad al entrar y durante el cruce del puente y realizar maniobras para su seguridad y la del resto de los vehículos.

En la actualidad los embotellamientos de tráfico también se los ve en los puentes, ya que los accesos a estos son muy transitables, lo que hace que gran cantidad de moviidades permanezcan sobre el puente por un tiempo relativamente largo.

El crecimiento vehicular en Tarija es muy grande, por tal motivo existe un deterioro de puente por mucha transitableidad vehicular, ya que los puentes fueron diseñados hace mucho tiempo donde el estudio de tráfico a este tiempo varían.

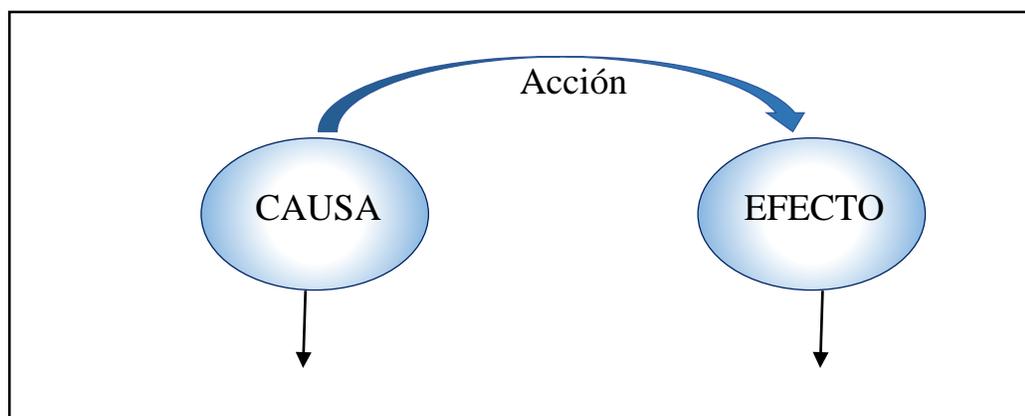
La inseguridad vial también se ve afectado por el crecimiento vehicular, y las normas también se modifican lo cual se ve necesario incrementar nuevas formas de seguridad vial para los puentes.

1.4.2. Problema

¿La evaluación del comportamiento vehicular según el ancho de carril nos proporcionara información que permita una mejor determinación de los parámetros geométricos en la construcción de puentes que tengan una mejor seguridad vial?

1.5. VARIABLES

GRÁFICO N° 1. 1. Variables



VARIABLE INDEPENDIENTE

VARIABLE DEPENDIENTE

FUENTE: Elaboración propia

1.5.1. Variable independiente

Es la variable conocida como (causa), es el elemento que explica o determina un fenómeno ya que genera una variación en otras variables.

- El ancho de carril en puentes

1.5.2. Variable dependiente

Son aquellas variables conocidas como (efecto) es el elemento o fenómeno que esta explicado en función de otro, y son consecuencia o dependen de las variables antecesoras.

- El comportamiento vehicular
- La seguridad vial

1.6. ALCANCE

Con el fin de determinar en que influye el ancho de carril de un puente en el tráfico vehicular, se tiene la necesidad de conocer conceptos básicos y frecuentes de la seguridad vial en general, como también los componentes de carreteras y puentes.

Es primordial conocer como parte principal el ancho de carril y seguridad vial en puentes, también se indagara y analizara las normas establecidas y usadas en Tarija con respecto a puentes y la seguridad vial.

La aplicación se llevara a cabo en diez puentes de los cuales se deberá conocer su ubicación y características generales para así luego realizar una descripción de cada uno de los puentes.

Para la caracterización del comportamiento vehicular se usara el método de aforos durante cuatro semanas, seguidamente se hará el procesamiento de datos para hacer una interpretación de los resultados y saber cuál es el comportamiento en estos puentes.

Se realizara en cada puente en estudio el control sobre la seguridad vial que existe en nuestro medio, tomando en cuenta las características y el estado en el que se encuentran las señalizaciones y protecciones que están en uso.

Se efectuara una comparación entre los resultados obtenidos para saber el nivel de problemas que existe en cada puente en estudio y haciendo un análisis de resultados se identificara el efecto del ancho de los puentes en torno a la seguridad vial.

No es objeto de esta investigación la evaluación de puentes ferroviarios y/o peatonales; sino, solamente los puentes carreteros.

No se considera objeto de esta investigación la evaluación de elementos estructurales aislados, tales como pilotes, vigas prefabricadas, etc.; sino que se evaluará únicamente el ancho de vía.

1.7. DISEÑO METODOLÓGICO

1.7.1. Componentes

1.7.1.1. Unidad

No teniendo un dato numérico, como unidad de estudio tenemos los Puentes Carreteros existentes en la provincia Cercado de Tarija.

1.7.1.2. Población

Los puentes se clasifican: según la longitud total, longitud de vano, calzada, objetivos, materiales, tipología estructural y diseño.

Para el presente trabajo tomaremos como unidad la clasificación de puentes según la Calzada; de acuerdo al número de carriles o vías de tránsito para el cual está diseñado el puente, éste se puede clasificar como:

- Puente de simple vía
- Puente de doble vía
- Puente de triple vía o más

1.7.1.3. Muestra

De la población se toma la muestra; No teniendo una población numérica de los puentes se realizara el análisis en Puentes Carreteros de:

- Simple vía

Puente del H.R.S.J.D.D.

Puente de San Andrés

Puente de Vella Vista

Puente del Temporal

- Doble vía.

Puente San Martin

Puente del Hospital Obrero

Puente Bicentenario

Puente Bolívar

Puente de Tomatitas

Puentes sobre la Av. Héroes del Chaco

Puentes sobre la Circunvalación

Puentes sobre la Av. Jaime Paz Zamora

Puente del H.R.S.J.D.D.

Puente de San Gerónimo

1.7.1.3.1. Muestreo

Para el muestreo se tomara los puentes que están más cercanos al centro de la ciudad ya que son los más transitados y considerados los más críticos de la provincia Cercado es decir aquellos por los cuales el tránsito de vehículos es mayor en comparación a los otros de las mismas características y los más representativos ya que nos ayudaran para

tener mejores resultados, de estos puentes obtendremos las características y los datos necesarios; por lo que se eligió 6 puentes los cuales son:

- Puentes de un carril:

Puente del H.R.S.J.D.D.

Puente de San Andrés

- Puentes de doble carril.

Puente San Martín

Puente del Hospital Obrero

Puente Bicentenario

Puente Bolívar

1.7.2. Método

MÉTODO INDUCTIVO

Es aquel método científico que obtiene conclusiones generales a partir de premisas particulares. Se trata del método científico más usual, en el que pueden distinguirse cuatro pasos: la observación de los hechos para su registro; la clasificación y el estudio de estos hechos; la derivación inductiva que parte de los hechos y permite llegar a una generalización; y la contrastación.

Esto supone que, tras una primera etapa de observación, análisis y clasificación de los hechos, se logra postular una hipótesis que brinda una solución al problema planteado. Una forma de llevar a cabo el método inductivo es proponer, mediante diversas observaciones de los sucesos y objetos en estado natural, una conclusión que resulte general para todos los eventos de la misma clase.

Se usará el método porque del análisis particular del tema en estudio se llegará a conclusiones generales las cuales se podrán aplicar en los parámetros geométricos en la construcción de puentes en torno a la seguridad vial, sin basarse en teoría matemática, simplemente se inducirá a llegar a qué efecto tiene el ancho de carril en los puentes.

1.7.3. Técnicas

TÉCNICA DE MEDICIONES

El método no basta ni es todo; se necesitan procedimientos y medios que hagan operativos los métodos. Las técnicas son respuestas al cómo hacer para alcanzar un fin o resultado propuesto, pero se sitúan a nivel de los hechos o de las etapas prácticas que, a modo de dispositivos auxiliares, permiten la aplicación del método, por medio de elementos prácticos, concretos y bien adaptados a un objeto bien definido.

Las técnicas son los procedimientos de actuación concretos que deben seguirse para recorrer las diferentes fases del método científico, para lograr una buena recolección de información se utilizara la técnica de aforo.

AFOROS

Aforar es medir la capacidad, cantidad de géneros, mercancías, agua, vehículos, que haya en algún lugar en una unidad de tiempo.

En ese proyecto se realizara el análisis en puentes con distintos anchos de carril, realizando el aforo de tráfico en 10 puentes en los cuales se tomara en cuenta la velocidad, ancho de carril y capacidad; además de eso se evaluara en cada uno de los puentes todo lo referente con la seguridad vial.

Una vez obtenidos los datos necesarios se los procesara para la obtención de resultados, la comparación y elaboración de las conclusiones.

1.7.4. Tratamiento estadístico

La aplicación se lo realizara mediante la estadística descriptiva:

Que es la rama de las matemáticas que recolecta, presenta y caracteriza un conjunto de datos con el fin de describir apropiadamente las diversas características, calcula los parámetros estadísticos, que describen el conjunto estudiado.

MEDIA

La media aritmética de n valores, es igual a la suma de todos ellos dividida entre n. Se denota por \bar{x} . Esto es:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

MODA

La moda de un conjunto de datos numéricos es el valor que más se repite, es decir, el que tiene el mayor número de frecuencias absolutas. La moda puede ser no única e inclusive no existir.

La moda es una medida de tendencia central muy importante, porque permite planificar, organizar y producir para satisfacer las necesidades de la mayoría.

MEDIANA

La mediana es el punto central de una serie de datos ordenados de forma ascendente o descendente.

COEFICIENTE DE VARIACIÓN

Cuando se quiere comparar el grado de dispersión de dos distribuciones que no vienen dadas en las mismas unidades o que las medias no son iguales se utiliza el coeficiente de variación de Pearson que se define como el cociente entre la desviación estándar y el valor absoluto de la media aritmética:

$$\% CV = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100$$

Este coeficiente, representa el porcentaje que la desviación estándar contiene a la media aritmética y por lo tanto cuanto mayor es CV mayor es la dispersión y menor la representatividad de la media.

DESVIACIÓN ESTÁNDAR

La desviación estándar o desviación típica se define como la raíz cuadrada de los cuadrados de las desviaciones de los valores de la variable respecto a su media.

Esto es:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

La desviación estándar es una medida estadística de la dispersión de un grupo o población. Una gran desviación estándar indica que la población está muy dispersa respecto de la media. Una desviación estándar pequeña indica que la población está muy compacta alrededor de la media.

Para el caso de datos agrupados, la desviación estándar se calcula por medio de:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f \cdot (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

CAPÍTULO II ASPECTOS GENERALES DE LOS PUENTES, LAS CARRETERAS, SUS COMPONENTES Y LA SEGURIDAD VIAL

2.1. PUENTES

Un puente es una obra que se construye para salvar un obstáculo dando así continuidad a una vía. Suele sustentar un camino, una carretera o una vía férrea, pero también puede transportar tuberías y líneas de distribución de energía.

Los puentes que soportan un canal o conductos de agua se llaman acueductos. Aquellos construidos sobre terreno seco o en un valle, viaductos. Los que cruzan autopistas y vías de tren se llaman pasos elevados.

La AASHTO define a un puente como cualquier estructura que tiene una abertura no menor a 6100 mm y que forma parte de una carretera o está ubicada sobre o debajo de una carretera.

2.1.1. Componentes

Los puentes son concebidos como sistemas estructurales; por ello cuentan con ciertos componentes particulares, entre los que se encuentran:

- Superestructura
- Subestructura
- Infraestructura o cimentación
- Accesos
- Obras complementarias

2.1.1.1. La superestructura

Es el elemento que logra salvar el claro y provee así paso a los vehículos, recibe de manera directa las cargas vehiculares para su posterior transmisión a la subestructura. Este componente del sistema puede realizarse con losas apoyadas sobre vigas de concreto reforzado, sobre traveses tipo AASHTO, armaduras, etc

Conformada por: tablero que soporta directamente las cargas; vigas, armaduras, cables, bóvedas, arcos, quienes transmiten las cargas del tablero a los apoyos.

2.1.1.2. La subestructura

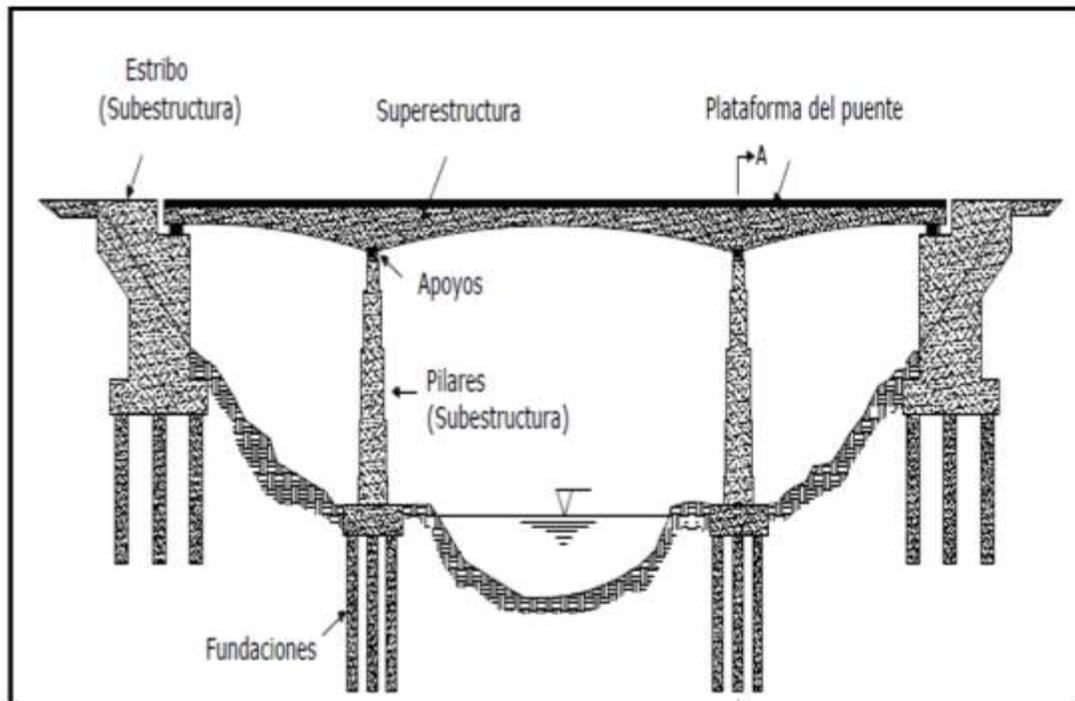
Es el conjunto de apoyos que soportan la superestructura, su principal objetivo es transmitir las acciones provenientes de la superestructura a la infraestructura. Este tipo de componentes generalmente son estribos, pilas o caballetes.

2.1.1.3. La infraestructura

Es el conjunto de elementos que reciben las acciones provenientes de la subestructura para su transmisión y sustento directamente al suelo.

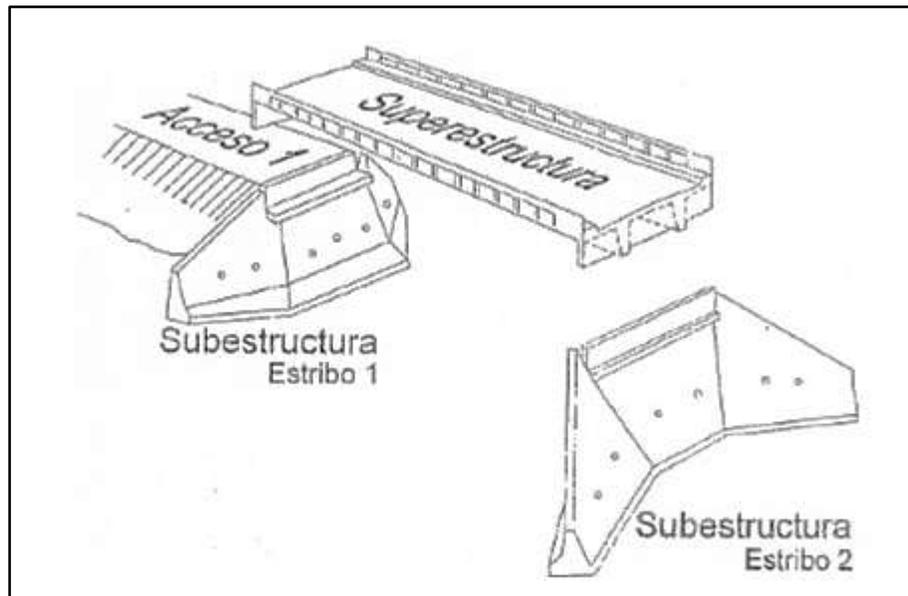
Conformada por: zapatas, pilotes, micro pilotes, pilastrones, pilares (apoyos centrales); estribos (apoyos extremos) que soportan directamente la superestructura; y cimientos.

GRÁFICO N° 2. 1. Componentes de un puente – Vista de perfil



FUENTE: MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén con AASHTO-LRFD 2010 –PUENTES

GRÁFICO N° 2. 2. Componentes de un puente



FUENTE: Secretaría de comunicaciones y transportes instituto mexicano del transporte LRFD

2.1.1.4. Accesos

Los accesos al puente están constituidos, en general, por las siguientes obras: terraplenes de acceso y sus obras de contención y/o protección, estructura de pavimento, barreras de protección del tráfico, banquetas y losas de aproximación. Para evitar asentamientos en la entrada de los puentes, normalmente, se dispone de losas de aproximación apoyadas en los terraplenes de acceso y en ménsulas dispuestas para estos fines en las pantallas del cabezal de los estribos. Estas losas podrán ser enterradas o superficiales.

Los accesos son los terraplenes y elementos que se construyen en las entradas y salidas del puente para brindar continuidad, proporcionar comodidad y seguridad al usuario.

2.1.1.5. Obras complementarias

Las obras de protección de un puente comprenden: los escolleros, enrocados, gaviones, muros de encauce, obras de drenaje y elementos de contención de tierras tales como muros de contención, pantallas de pilotes, etc. Las obras de seguridad

comprenden las barreras o defensas camineras, también denominadas guardavías, y la señalización, sea ésta vertical u horizontal.

2.1.2. Clasificación de los puentes

Los puentes y viaductos pueden clasificarse de acuerdo a su longitud total, longitud de vano, calzada, objetivo, materiales y diseño o tipología estructural.

a) Longitud Total

De acuerdo a la longitud total (L), los puentes pueden agruparse según el siguiente criterio de clasificación.

TABLA N° 2. 1. Clasificación de puentes según la longitud

Alcantarillas y Puentes Losas	0,50 m	≤	L	≤	10,0 m
Puentes Menores	10,0 m	<	L	≤	40,0 m
Puentes Medianos	40,0 m	<	L	≤	200,0 m
Puentes Mayores	200,0 m	<	L		

FUENTE: Administradora Boliviana de Carreteras-Manuales técnicos - Diseño Geométrico

b) Longitud de Vano

De acuerdo a la longitud de la luz libre o vano (L_v), las estructuras se pueden clasificar en:

TABLA N° 2. 2. Clasificación de puentes según la longitud de vano

Alcantarillas y Estructuras Menores	0,50 m	≤	L _v	≤	10,0 m
Estructuras Medianas	10,0 m	<	L _v	≤	70,0 m
Estructuras Mayores	70,0 m	<	L _v		calzada

FUENTE: Administradora Boliviana de Carreteras-Manuales técnicos - Diseño Geométrico

c) Calzada

De acuerdo al número de fajas de tráfico para el cual está diseñado el puente, éste puede ser clasificado como puente de simple vía, doble vía, triple vía o más.

GRÁFICO N° 2. 3. Puente de simple vía



FUENTE: Creación propia

GRÁFICO N° 2. 4. Puente de doble vía



FUENTE: Creación propia

d) Objetivo.

Con relación a su finalidad y objetivo, los puentes pueden clasificarse en:

- Puentes Rurales
- Puentes Urbanos
- Viaductos
- Pasos Desnivelados
- Puentes Peatonales o Pasarelas
- Puentes Ferroviarios
- Puentes Militares
- Puentes Provisorios Puentes

e) Materiales.

De acuerdo a los materiales constituyentes del puente, éstos pueden ser:

- De madera
- De Acero
- De Hormigón Armado
- De Hormigón Pretensado
- De Mampostería y Sillería
- Puentes Mixtos, donde se combinan los materiales anteriormente señalados.

f) Tipología Estructural.

• De acuerdo a su diseño o tipo de estructura, los puentes pueden clasificarse de acuerdo a lo siguiente:

- Puentes Tipo Cercha o Reticulados
- Puentes Viga
- Puentes Pórtico
- Puentes Arco

- Puentes Sustentados por Cables

Cada uno de estos grupos se caracteriza por la forma en que se sostiene la estructura y por lo tanto, por el predominio de un esfuerzo diferente.

g) Diseño.

De acuerdo a su diseño o estructuración, los puentes pueden clasificarse de acuerdo a lo siguiente:

- Puentes de tramos simplemente apoyados, continuos o de vigas voladizas
- Puentes en arco
- Puentes apuntalados, en que el tablero actúa como puntal entre estribos.
- Puentes aporticados, marcos
- Puentes colgantes, con o sin viga atiesadora
- Puentes atirantados

2.1.3. Aspectos generales

En el ámbito de los estudios viales, la Ingeniería Básica corresponde a los estudios de terreno, laboratorio y gabinete, relativos a los siguientes aspectos:

a. Estudios topográficos

Posibilitan la definición precisa de la ubicación y dimensiones de los elementos estructurales, así como información básica para los otros estudios.

b. Estudios de hidrología e hidráulicos

Establecen las características hidrológicas de los regímenes de avenidas máximas y extraordinarias y los factores hidráulicos que conllevan a una real apreciación del comportamiento hidráulico del río.

c. Estudios geológicos y geotécnicos

Establecen las características geológicas, tanto locales como generales de las diferentes formaciones geológicas que se encuentran, identificando tanto su distribución como sus características geotécnicas correspondientes.

d. Estudios de riesgo sísmico

Tienen como finalidad determinar los espectros de diseño que definen las componentes horizontal y vertical del sismo a nivel de la cota de cimentación.

e. Estudios de impacto ambiental

Identifican el problema ambiental, para diseñar proyectos con mejoras ambientales y evitar, atenuar o compensar los impactos adversos.

f. Estudios de tráfico

Cuando la magnitud de la obra lo requiera, será necesario efectuar los estudios de tráfico correspondiente a volumen y clasificación de tránsito en puntos establecidos, para determinar las características de la infraestructura vial y la superestructura del puente.

g. Estudios complementarios

Son estudios complementarios a los estudios básicos como: instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, señalización, coordinación con terceros y cualquier otro que sea necesario al proyecto.

h. Estudios de trazo y diseño vial de los accesos

Definen las características geométricas y técnicas del tramo de carretera que enlaza el puente en su nueva ubicación con la carretera existente.

i. Estudio de alternativas a nivel de anteproyecto

Propuesta de diversas soluciones técnicamente factibles, para luego de una evaluación técnica-económica, elegir la solución más conveniente.

2.1.4. Cargas

2.1.4.1. Carga viva

La carga viva vehicular consiste en el peso de las cargas en movimiento sobre el puente. Se tienen dos tipos: Vehicular y Peatonal.

2.1.4.1.1. Carga peatonal

La carga peatonal consiste en una carga de 0.0036 (MPa) que se aplica a todos los pasillos de más de 600(mm), y que se considera simultáneamente con la carga vehicular.

Los puentes utilizados solamente para tránsito peatonal y/o de bicicletas serán diseñados para una carga viva de 0.0041 (MPa).

2.1.4.1.2. Carga Vehicular

El número de vías de tránsito que se debe fijar, es la parte entera del cociente:

$$\frac{W}{3.6}$$

Dónde:

W: Ancho libre del camino, entre guardarruedas o entre defensas (m)

Para caminos con ancho entre 6.0 (m) y 7.2 (m), se considerarán dos vías de tránsito, cada una con la mitad del ancho.

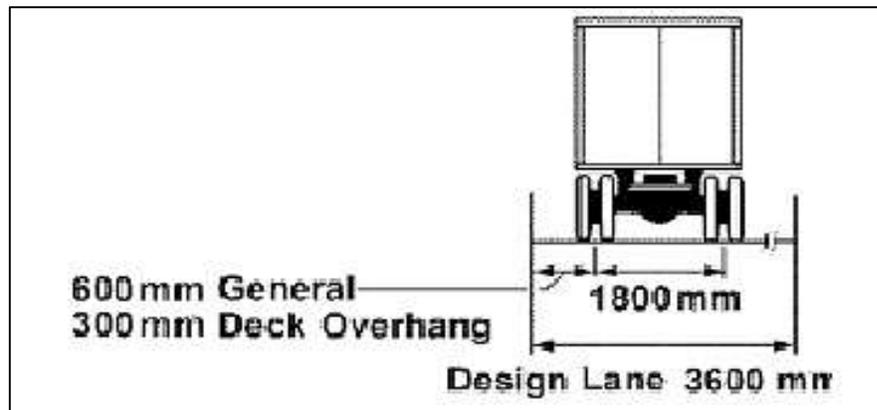
Se definen tres tipos de cargas: Carga de Camión, Carga de Faja y Carga de Tándem.

2.1.4.1.2.1. Carga de camión

El camión de diseño de la norma AASHTO LRFD es similar al camión HS 20-44 especificado en la norma Standard. Transversalmente, el ancho de vía de diseño es de 3.6 (m), con una separación entre ejes de ruedas de 1,8(m), tal como se muestra en la siguiente figura.

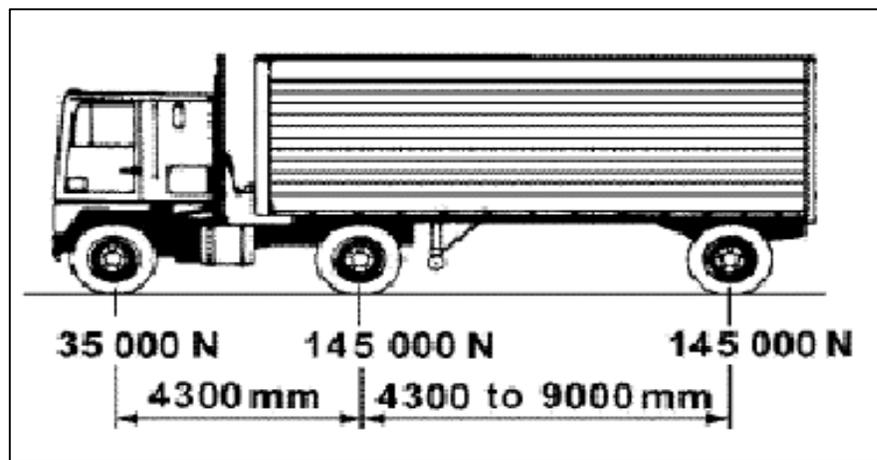
En la dirección longitudinal se tiene una distancia de separación entre ejes de ruedas de 4.3 (m) y otra que varía entre 4.3 (m) y 9.0 (m), considerando la que provoque las máximas solicitaciones. Los dos últimos ejes reciben la mayor parte de la carga, 14,8 (T) en cada eje, y 3.57 (T) en su eje delantero, lo que se aprecia en la siguiente figura:

GRÁFICO N° 2. 5. Sección transversal del Camión



FUENTE: MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén con AASHTO-LRFD 2010 –PUENTES

GRÁFICO N° 2. 6. Sección longitudinal del Camión



FUENTE: M MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén con AASHTO-LRFD 2010 –PUENTES

2.1.4.1.2.2. Carga de tándem

El Tándem de diseño consiste en un par de ejes de carga igual a 11.22 (T) espaciados longitudinalmente a 1.2 (m). El espaciamiento transversal de ruedas será de 1.8 (m).

2.1.4.1.2.3. Carga de faja

La carga de faja consiste en una carga de 0.949 Tn/m, distribuida uniformemente en la dirección longitudinal. Transversalmente, la carga de faja se asume uniformemente distribuida sobre un ancho de 3(m).

2.1.4.2. Carga de fatiga

La carga móvil de fatiga consiste en un camión igual al establecido en Carga de Camión, solo que con un espaciamiento fijo de 9,0 (m) entre ejes de peso igual a 14.8 (T). Además no se considera la carga de faja. El estado de fatiga no necesita ser investigado para las losas de hormigón con vigas múltiples.

2.1.5. Carril de tránsito y diseño

A cada uno de los carriles que el Ingeniero de Tránsito desea alojar en el puente, se le llama “carril de tránsito”, generalmente son de un ancho de 3.6 m.

El carril de diseño, es una designación usada por el Ingeniero de Puentes para la ubicación de la carga viva. El ancho y la ubicación pueden o no ser las mismas que el carril de tránsito; generalmente se usa un ancho de 3.0 m (10 ft).

El número de carriles de diseño se define tomando la parte entera del cociente del ancho de vía entre 3.6 m. El ancho de vía es la distancia entre barreras, y en el caso de que los carriles de tránsito sean menores a 3.6 m. de ancho, el número de carriles de diseño será igual al número de carriles de tránsito y su ancho será igual al ancho de los carriles de tránsito.

2.2. CARRETERAS

Una carretera es una vía donde circulan automóviles y vehículos de carga, es rápida y segura y su volumen de circulación es considerablemente grande.

Las vías de transporte están destinadas fundamentalmente a servir al tránsito de paso, a dar acceso a la propiedad colindante o bien a dar un servicio que sea combinación de ambas posibilidades.

En el primer caso interesa posibilitar velocidades de desplazamiento elevadas, que puedan ser mantenidas a lo largo de toda la ruta en condiciones seguras.

Los elevados volúmenes de tránsito obligan, normalmente, a pasar de carreteras de dos carriles para tránsito bidireccional a carreteras de cuatro o más carriles destinadas a tránsito unidireccional.

2.2.1. Categoría de las vías

La clasificación para diseño consulta seis categorías divididas en dos grupos, ellas son:

- Carreteras: Autopistas, Autorrutas y Primarias
- Caminos: Colectores, Locales y de Desarrollo

Cada Categoría se subdivide según las Velocidades de Proyecto consideradas al interior de la categoría. Las Vp más altas corresponden a trazados en terrenos Llanos, las intermedias en terrenos ondulados y las más bajas a terreno montañoso o cuyo extorno presenta limitaciones severas para el trazado.

2.2.2. Factores que intervienen en el diseño de una carretera o camino

Existen factores de distinta naturaleza que influyen en diversos grados el diseño de una carretera. No siempre es posible considerarlos explícitamente en una instrucción o recomendación de diseño en la justa proporción que les puede corresponder.

2.2.2.1. Factores funcionales

Tienen relación, en general, con el servicio para el cual la carretera debe ser diseñada, destacándose los siguientes:

- Función que debe cumplir la carretera.
- Volumen y características del tránsito inicial y futuro
- Velocidad de proyecto y velocidad de operación deseable
- Seguridad para el usuario y la comunidad
- Relación con otras vías y la propiedad adyacente

2.2.2.2. Factores físicos

Dicen relación con las condiciones impuestas por la naturaleza en la zona del trazado y suelen implicar restricciones que la clasificación para diseño debe considerar. Los principales son:

- Relieve
- Hidrografía
- Geología
- Clima

2.2.2.3. Factores de costo asociados a la carretera

Los costos asociados a una carretera son consecuencia de la categoría de diseño adoptada para ella. Esta relación es tan directa que muchas veces actúa como un criterio realimentador que obliga a modificar decisiones previas respecto de las características asignadas a un Proyecto. Estas situaciones se resolverán mediante los estudios económicos de Pre factibilidad o Factibilidad.

2.2.2.4. Factores humanos y ambientales

Las decisiones tecnológicas están sin duda relacionadas con las características de la comunidad que se pretende servir y el medio ambiente en que ésta se inserta.

Algunos de los factores humanos y ambientales que influyen en mayor grado las decisiones en relación a un proyecto de carreteras son:

- Idiosincrasia de usuarios y peatones
- Uso de la tierra adyacente al eje vial
- Actividad de la zona de influencia
- Aspectos ambientales-impacto y mitigación

2.3. COMPONENTES DE LAS CARRETERAS

2.3.1. Sección transversal.

La sección transversal de un camino es un corte vertical normal al alineamiento horizontal, este permite definir las disposiciones y dimensiones de los elementos que forman el camino en el punto correspondiente a cada sección y su relación al terreno natural.

Las terracerías son los cortes que hay que hacer para lograr formar el camino hasta la subcorona, a este corte se le conoce como terraplenar. La diferencia de las cotas son las que determinan el ancho de corte o terraplén en cada punto de la sección.

Los elementos que integran y definen la sección son la corona, subcorona, cunetas, contracunetas, los taludes y partes complementarias.

2.3.1.1. Subcorona.

Es la superficie que limita las capas superiores a las terracerías, estas son la subrasante, la pendiente transversal y el ancho de subcorona.

2.3.1.2. Subrasante.

Está determinada por el espesor de las capas de pavimento, sirve para determinar el espesor de corte o de terraplén; la pendiente transversal es la misma que la corona de igual manera su función es la de mantener el espesor de los pavimentos según este la sección en tangente, curva o transición. El ancho de subcorona es la distancia horizontal de ésta con los taludes del terraplén, cuneta o corte, está en función del ancho de corona.

2.3.1.3. Corona.

Es la línea de la superficie del camino terminado, está comprendida entre los hombros del camino, o sea, las aristas superiores del terraplén y/o las interiores de las cunetas. Los elementos que comprenden la corona son rasante, pendiente transversal, calzada y acotamientos.

2.3.1.4. Cunetas

Son zanjas que se construyen en ambos lados de la corona contiguas a los hombros, su función es recibir el agua que escurre por la corona y los taludes de corte, normalmente son de sección triangular con un ancho de 1,00 m medido horizontalmente y las contracunetas son zanjas de sección trapezoidal que sirven para recibir el escurrimiento superficial del terreno natural, se construyen perpendicularmente a la pendiente máxima del terreno para lograr una mejor captación del escurrimiento laminar.

2.3.1.5. Taludes

Es la inclinación de los cortes o terraplenes, en caminos se llama talud a la superficie que va de la línea de ceros y el fondo de la cuneta y en terraplenes es la que queda comprendida entre la línea de ceros y el hombro correspondiente.

2.3.1.6. Partes complementarias.

Sirven para mejorar la operación y conservación del camino, tales elementos son: guarniciones, bordillos, banquetas y fajas separadoras.

- Guarniciones y bordillos. Son elementos parcialmente enterrados, generalmente de concreto hidráulico y sirve para limitar la banqueta, camellones, isletas, y delinear la orilla del pavimento.
- Las banquetas son fajas destinadas al uso de los peatones, éstas están ubicadas a un nivel superior de la corona y a uno o ambos lados de la corona.
- Fajas separadoras y camellones. Se llaman a sí a los elementos que se disponen para dividir los carriles de tránsito de uno a otro sentido o incluso del mismo sentido, a las primeras se les conoce como fajas separadoras centrales y a las segundas fajas separadoras laterales, el ancho mínimo de estas es de 1.20 m.

2.3.2. Secciones tipo estructurales

2.3.2.1. Cuerpo de terraplén

Son estructuras que se forman del material producto de cortes o de bancos de material, con la finalidad de que se logre el nivel de subrasante requerido para el proyecto, para

ampliar corona, cimentar estructuras, formar bordos, bermas y taludes, es decir, para levantar el nivel y formar un plano de apoyo adecuado para hacer una obra.

Las finalidades de esta parte de la estructura es soportar las cargas de tránsito que son transmitidas por las capas superiores y distribuir los esfuerzos de forma adecuada al terreno natural y satisfacer las especificaciones geométricas del proyecto, entre otras.

2.3.2.2. Capa subrasante

Esta capa es la que esta aproximadamente a un metro del pavimento, también incluye material de relleno que reemplaza parcial o completamente el suelo natural que es inapropiado para la construcción de caminos.

Las funciones de esta capa son recibir y resistir las cargas que son transmitidas por el pavimento, transmitir las cargas al cuerpo de terraplén, evitar que los componentes del cuerpo de terraplén contaminen las capas de pavimento, evitar que sea absorbido el pavimento por el terraplén cuando esté compuesto por rocas, evitar que se refleje en el pavimento las imperfecciones del terreno, mantener uniforme los espesores del pavimento sobre todo cuando varían los materiales, economizar los espesores de pavimento sobre todo cuando las terracerías requieran un espesor mucho mayor.

Las características de esta capa son:

- Tamaño máximo de agregado de 3[in]
- Espesor mínimo de la capa de 30 [cm]
- El grado de compactación de 95% de la prueba Proctor.

2.3.2.3. Base asfáltica

La estructura de un pavimento asfáltico o estructura del pavimento flexible es un conjunto de capas de mezclas de asfalto y áridos seleccionados situadas sobre la explanación. Los pavimentos asfálticos son aquellos compuestos de una capa de superficie de áridos envueltos en aglomerados con betún asfáltico, con un espesor mínimo de 25[mm] sobre capas de sustentación.

2.3.2.4. Carpeta de concreto asfáltico.

La carpeta asfáltica es la parte superior del pavimento flexible que proporciona la superficie de rodamiento, es elaborada con material pétreo seleccionado y un producto asfáltico dependiendo del tipo de camino que se va a construir.

Existen 3 tipos de secciones tipo estructural.

- En Terraplén. Este es la sección que más comúnmente se usa, sobre todo la más fácil de construir ya que no necesita de muchos cálculos, esta se hace cuando se tiene un nivel de terreno natural plano o muy parejo.
- En corte. Depende de la topografía, esta se emplea en zonas montañosas donde se hace pasar la carretera por el centro de la misma y no generar alguna curva que haga más largo el trayecto.
- En Balcon. Esta sección se usa para llevar por una ladera la carretera, se usa para evitar cortes en la montaña, generalmente son usados para hacer curvas.

2.4. SEGURIDAD VIAL

Si bien el transporte automotor, debido a sus características ha facilitado el desplazamiento del hombre, influyendo notablemente en sus actividades sociales y económicas, también ha llegado a constituirse en una importante causa de accidentes, siendo motivo de varias muertes cada año.

Este hecho ha despertado gran inquietud entre todos los especialistas motivando un sin número de estudios, a fin de determinar los factores de seguridad que intervienen en la operación de las carreteras.

2.4.1 Restricciones del conductor

Básicamente se ha establecido que el conductor de un vehículo tiene dos dificultades principales, la visión y el tiempo de reacción. Estas limitaciones deben ser tomadas en cuenta al momento de realizar el Diseño Geométrico de la Carretera.

Al margen de estas dificultades, a las cuales el hombre ha demostrado poder hacer frente, el conductor frecuentemente tiene que utilizar carreteras que resultan inadecuadas a lo que debe agregarse, el cambio continuo en las características de los vehículos que sumado a las limitaciones del usuario en cuanto a visión y tiempo de reacción, fijan ciertas condiciones de proyecto que deben tomarse en cuenta.

2.4.1.1. Visión

La máxima agudeza visual del conductor, corresponde a un cono de 3 grados, siendo bastante clara la visión entre 5 y 6 grados, hasta 12 grados la visión es regularmente clara. En el resto del campo visual el enfoque visual es borroso, aunque se pueden distinguir la luz y el movimiento.

Si suponemos que se tiene un cono de visión de 10 grados a cada lado del eje del camino, se considera que con ligeros movimientos del ojo del conductor, hacia ambos lados, este obtendrá un campo de visión relativamente claro, de 20 grados en su trayectoria. En este cono de 20 grados, tan solo 5 grados tendrán la mayor claridad en cualquier instante. En algunas ocasiones, razones prácticas inducen a aceptar movimientos adicionales del ojo para ampliar ese campo visual y captar algunos detalles, tales como vehículos que se aproximan, señalamiento y otros; sin embargo, el campo visual de todas maneras está limitado a un ángulo agudo.

Métodos empíricos han demostrado que a medida que aumenta la velocidad, el conductor enfoca la vista a mayor distancia, esto implica mayor restricción de visión lateral al fijar la vista en un punto distante limitando aún más los movimientos laterales. A este fenómeno se le denomina efecto de visión de túnel, y su característica es que son menos perceptibles los objetos laterales. La anterior es una de las razones por las cuales existe un gran riesgo al cruzar a alta velocidad una zona poblada o una intersección.

El sentido de la visión consume tiempo para realizar sus funciones, simplemente, para que un conductor revise a izquierda y derecha en una intersección requiere aproximadamente un segundo para ver si puede pasar.

Otro factor donde interviene la visión del individuo es el de la percepción de profundidad. Hay cierta limitación en los conductores para percibir la distancia a la cual se encuentran ciertas partes del camino o bien otros objetos sobre él.

Cuando este factor se combina con la velocidad se crea una seria limitación que siempre debe tomarse en cuenta al realizar el Diseño Geométrico de una Carretera.

El caso crítico ocurre en la oscuridad o en condiciones de poca iluminación, en donde influyen también los efectos del deslumbramiento que representa tiempo para recuperarse del mismo.

De acuerdo con algunos estudios durante el día la visión de un conductor abarcará hasta 2 cuadras de distancia en zona urbana y hasta 800 m aproximadamente en Carreteras en zona rural.

Empíricamente se ha determinado que la distancia de percepción nocturna se reduce hasta llegar a un 35% aproximadamente de lo normal, cuando un conductor está frente a las luces de otro vehículo. La contracción de la pupila, para hacer frente a esta circunstancia, tarda 3 segundos generalmente para la recuperación de su diámetro normal, después de que desaparece la fuente de luz que tenía en frente, se requiere 6 segundos o más.

2.4.1.2. Tiempo de reacción

El conductor principalmente percibe estímulos visuales, auditivos y cinéticos y se acepta que el tiempo de reacción depende del tipo de estímulo percibido.

El intervalo que existe entre ver, oír o sentir y la acción de responder a estos estímulos en cualquier situación del tránsito, se llama tiempo de reacción.

La decisión que los estímulos originan, la toma un conductor a través de un proceso intelectual que termina en un juicio. En el conductor la repetición de situaciones crea hábitos y reacciones reflejas. Estas últimas, de menos duración que la respuesta a una situación compleja o nueva, se basan en juicios realizados anteriormente por el cerebro y decisiones tomadas ante situaciones similares.

El tiempo de reacción podrá variar según distintos conductores y según las distintas situaciones del tránsito. En los conductores varía con la edad, con el estado emocional y según el estado físico así como con los distintos estímulos que pueden presentarse. Las situaciones complejas en la carretera, requerirán un mayor tiempo de reacción que las situaciones sencillas. Los motivos de distracción incrementan el tiempo de reacción.

En términos generales el tiempo de reacción es el necesario para que el conductor se haga cargo de la situación y empiece a actuar, por ejemplo aplicar el freno o dejar de acelerar. Mediante pruebas de laboratorio y de campo, se ha determinado que el tiempo de reacción para fines de Diseño puede variar desde 0,5 hasta 2,5 segundos, se considera que los conductores toman solo una decisión a la vez. Por tanto, es necesario que el proyectista de la Carretera evite situaciones en las que se requiera tomar múltiples decisiones o donde la decisión de los actos subsecuentes pueda distraer a los conductores de una situación inmediata que requerirá toda su atención.

Por otro lado, es indudable que los conductores confíen en ciertos patrones del entorno físico del camino o del comportamiento del tránsito.

Muchas de sus decisiones están basadas en sus experiencias anteriores. En situaciones poco usuales, donde no aparecen factores acostumbrados, tomar una decisión puede llevar demasiado tiempo.

Es necesario dar atención adecuada a los hábitos y a las reacciones condicionadas del usuario. Por ejemplo será muy conveniente aumentar la información previa con relación a una salida de una autopista del lado izquierdo ya que el patrón común es que esta se encuentra del lado derecho.

Un buen proyecto siempre debe tomar en cuenta la relación entre conductores y patrones establecidos y evitará las situaciones diferentes en lo posible.

2.4.2. Accidentabilidad debido a la sección transversal

La Sección Transversal, sus elementos y geometría tienen importancia en la seguridad activa. El ancho de las calzadas debe ser adecuada a la velocidad de circulación. Se ha

demostrado repetidamente que las vías estrechas son especialmente problemáticas, sobre todo en lo relacionado con los vehículos pesados.

En general, un incremento de la anchura de las vías mejora la seguridad y una reducción del riesgo de accidentes, aunque las grandes vías suelen llevar asociado un incremento de la velocidad de circulación.

El diseño con anchuras incrementadas y la construcción de un correcto pavimento, en las banquetas y las zonas anexas a la Carretera, contribuyen a una mejora de la condición de seguridad de circulación. No obstante se ha constatado que valores excesivos de ancho de carril y su conversión a valores menores, puede incrementar la siniestralidad.

Por otra parte las medianas, especialmente en carreteras interurbanas, pueden contribuir de manera significativa en el número y severidad de los accidentes. Se ha constatado que anchuras de mediana mayores a 12 m reducen en un 15% el número de vehículos que la atraviesan y acceden a la calzada de circulación en sentido contrario, si bien para valores mayores a 6 metros ya suponen una mejora importante.

Un buen diseño de Carreteras, supone el tomar en cuenta la seguridad en lo relativo a los adelantamientos, este aspecto también deberá ser considerado para carriles adicionales para vehículos lentos.

2.4.2.1. Número de carril

Una de las primeras investigaciones de seguridad en carreteras con diferente número de carriles, fue un estudio realizado en Massachusetts, EUA, en que se relacionan carreteras de 2 y 3 carriles. Se encontró que las Carreteras bidireccionales tenían un índice mayor de accidentes que las de 3 carriles. Al llegar a este punto el índice para caminos de dos carriles se mantiene constante, en tanto que el de 3 carriles continúa aumentado conforme se incrementa el volumen de vehículos.

El número de carriles está definido por la demanda en un tramo dado de carretera, la experiencia ha demostrado que el grado de seguridad depende más del ancho de los carriles que del número de estos.

2.4.2.2. Ancho de carril

Desde hace años, buscando la justificación económica del ancho de los carriles, se pensó que si los amplios fueran más seguros que los estrechos, los beneficios de la ampliación podrían ser significativos, en términos de ahorro de costos por accidente. Se reconoció que el aumento en el ancho de carril es una garantía de seguridad.

En efecto, la investigación de los registros de accidentes en carreteras de dos carriles, de varios anchos, en el estado de Michigan, permitió concluir que los más anchos eran más seguros. Al estimar el costo de los accidentes se concluyó que el ahorro por su reducción, como regla general era de tal cuantía, que resultaba suficiente para cubrir el costo probable de la ampliación de la calzada de los 5,50 a 6,10.

Aunque la limitación principal a la construcción de calzadas más anchas ha sido de orden económico, hay también algunas razones de operación por las que los anchos de la superficie de rodamiento no son más grandes.

En efecto, si se ofrece una gran libertad de movimiento a los conductores estos tenderán a efectuar maniobras impropias y quizás a formar otro carril. Una carretera de dos carriles que tenga un ancho de calzada de 8 m, puede ser convertida en una carretera de 3 carriles con ancho de 2,65 m cada uno. El ancho de 3,5 m actualmente aceptado, es probablemente muy cercano al ancho de carril ideal para tránsito mixto de alta velocidad. No obstante es más económico aplicar carriles de 3,50 m.

Estos resultados generalmente obtenidos, relacionando el ancho de la carretera con los accidentes de tránsito, fueron verificados por investigaciones posteriores. Los resultados del Interstate Accident Study, un estudio similar en Minnesota EUA; y otro en Inglaterra, dieron resultados sorprendentemente parecidos, comprobando la reducción del índice de accidentes al ensancharse la superficie de rodamiento.

2.4.2.3. Delineamiento de carriles

Es ya una práctica mundial el pintar la franja central, las de los carriles y las laterales en calles y carreteras. En varios casos se encontró evidencias de los efectos benéficos de esta práctica en relación a la seguridad, al reducirse los índices de accidentalidad.

2.4.2.4. Banquinas

Cualquier teoría general sobre la frecuencia de accidentes sostendrá que las banquetas más anchas deben prestar una mayor seguridad, porque significa un espacio mayor de maniobras, mejor visibilidad y área para estacionar vehículos descompuestos fuera de la superficie de rodamiento. Esta presunción podría parecer válida, particularmente donde todas las obstrucciones estuvieran fuera del acotamiento.

Antiguamente las banquetas se construían de tierra y grava y es obvio que esto constituía un peligro, debido a que el vehículo muchas veces no podía dejar la superficie pavimentada y regresar a ella sin atascarse y ser dirigido hacia fuera del camino. Este hecho, más las dificultades en su conservación, aconsejaron la práctica de construir banquetas con superficie transitable en todo tiempo.

Se han hecho extensas investigaciones, enfocadas a estudiar las relaciones entre los accidentes y el ancho de la banquina, en parte para determinar el ancho más económico por construir, desde el punto de vista de la seguridad y en parte, tratando de encontrar por que las banquetas más anchas, no siempre producen mayor seguridad.

Se encontró que las banquetas más anchas resultaron con menos accidentes, los datos fueron separados por grupos de volúmenes y por técnicas de correlación y ecuaciones de regresión desarrolladas para el efecto. Las investigaciones fueron limitadas esencialmente a tramos de carreteras rectas y a nivel. La relación entre los accidentes y en ancho de banquina fue significativa en solo un grupo de volúmenes de tránsito.

Anteriormente se había encontrado que el índice de accidentes se reducía con el ensanchamiento de la banquina en carreteras de bidireccionales.

Hay varias razones para explicar la disminución en el índice de accidentes cuando se amplía la banquina, entre las más importantes están las siguientes: El conductor no tiene temor a encostarse, lo que le permite concentrar su atención en los otros problemas que se le presenta, se aumenta la separación entre 2 vehículos que se cruzan, se reduce la influencia de los vehículos estacionados; la salida de la calzada no es

necesariamente trágica y se obtiene una mayor seguridad en el acceso y salida de los vehículos.

2.4.2.5. Obstáculos a los costados del camino

Un porcentaje muy alto de accidentes en vías, se deben a vehículos que se salen de la carretera, generalmente estos accidentes son de un solo vehículo e incluyen a aquellos que se voltean o chocan con algún objeto fijo cercano a la carretera.

Algunos de los posibles peligros a los costados del camino, son productos del hombre tales como cordones de acera y barandas de puentes, postes de señales y alumbrado, árboles y otros. La defensa usada para protección de estos obstáculos puede reducir la frecuencia y la gravedad de estos accidentes, pero deben estar bien proyectadas para no convertirse en obstáculos adicionales.

Cuando el terreno sea plano, para aumentar la seguridad de los vehículos que intempestivamente salen del camino, se debe prever una “zona de recuperación”, libre de obstáculos, esto siempre que no implique un incremento muy grande en el costo. Esta zona de recuperación debe ser amplia, nivelada y fácil de transitar. Deben estudiarse programas de mejoramiento para eliminar peligros tales como árboles, estructuras, soportes masivos de señales, postes y otros obstáculos que pueden representar riesgos para el tránsito. Cuando no sea posible esa eliminación, debe buscarse la forma de instalar defensas u otro tipo de protección para disminuir el riesgo.

Estudios realizados encontraron que las defensas usadas para proteger árboles a los lados del camino efectivamente redujeron la gravedad de los accidentes del tipo de salida de la superficie de rodamiento.

Otros han reportado que las defensas en los accesos de los puentes angostos redujeron en número y la gravedad de los accidentes.

2.4.3. Accidentabilidad debido a la franja de separación central

Es un elemento de la carretera, cuya función primordial es establecer la separación de los carriles de circulación en una carretera, tanto los de sentido opuesto, como los del

mismo sentido. Según su funcionalidad, existen dos tipos básicos de fajas separadoras, las cuales tienen diferentes propiedades y deberán ser consideradas separadamente, su denominación es la siguiente:

-De disuasión: Son aquellas fajas separadoras que inducen al tránsito a mantenerse dentro de una calzada pero que no impiden que, eventualmente puedan ser cruzadas.

-Las no cruzables: Son aquellas que impiden físicamente el cruce de una calzada a otra

2.4.4. Accidentabilidad debido a factores de diseño

2.4.4.1. Los accidentes y el alineamiento horizontal

Se han realizado estudios que han determinado que la curvatura de los caminos está relacionada con los accidentes, en todo los tipos de carretera.

Los vehículos al ingresar en una curva son sometidos a la fuerza centrífuga que es equilibrada por la resultante del peso del vehículo y la fuerza de rozamiento lateral entre llantas y pavimento. La salida de un vehículo obedece a uno o a la combinación de los siguientes conceptos: velocidad excesiva para las condiciones imperantes, sobre elevación inadecuada o pavimento derrapante.

En ciertos estudios se encontró que en carreteras bidireccionales el índice de accidentes aumenta alrededor de 0,23 por grado de curvatura. Así como el grado de curvatura influye en la incidencia de accidentes, la frecuencia de las curvas es otro de los factores que tienen marcada influencia en la accidentabilidad de las carreteras. Como conclusión se establece que las curvas cerradas de menor grado y aisladas son las más peligrosas.

Algunos investigadores trataron de relacionar los índices de accidentes con las curvas de diferentes grados. Asimismo otros trabajos han demostrado que a partir de un grado de curvatura, las curvas en el extremo de las tangentes mayores de 5 km de longitud tienen un índice de accidentes de 1,25 veces mayor que las curvas ubicadas en el extremo de tangentes menores de 5 km de longitud.

Es seguro que la alta incidencia de accidentes en las curvas comprende un número mayor de factores que los citados anteriormente, tales como exceso de velocidad distancia de visibilidad de parada y sobre elevación.

Entre las medidas aplicables para incrementar la seguridad en caminos existentes, están las rectificaciones, las sobre elevaciones y la distancia de visibilidad adecuada, además de un buen señalamiento preventivo y restrictivo, marcas en el pavimento y otros.

Ciertas experiencias en rectificación de las curvas mostraron que los accidentes se redujeron un 80% en casos donde la sobre elevación fue aumentada, adicionalmente los accidentes con lesionados fueron reducidos en un 60%. En casos donde la visibilidad fue mejorada los accidentes con lesionados se redujeron en un 65%.

En cuanto a las señales preventivas, resultado de los estudios realizados, muestran una reducción en los accidentes en curvas cuando estos elementos son colocados de manera correcta.

Con relación al uso de señales restrictivas que indiquen la velocidad máxima para pasar por una curva, estas han demostrado su efectividad en aquellos casos en donde el conductor no puede advertir situaciones peligrosas.

2.4.4.2. Los accidentes y el alineamiento vertical

Uno de los aspectos más importantes en el alineamiento vertical, con respecto de los accidentes, es la distancia de visibilidad de parada.

Estudios realizados han demostrado que el índice de accidentes decrece con el aumento de la distancia de visibilidad.

Por otra parte, al comparar el índice de accidentes con la frecuencia de las restricciones en visibilidad (definiéndose como una restricción a la distancia de visibilidad menor a una cierta distancia dependiendo de la topografía de la zona), se determinó que el índice de accidentes decrece conforme las restricciones son más frecuentes. Cuando las restricciones ocurren con frecuencia el conductor se adapta al medio y los índices de accidentes tienden a disminuir.

Otro de los aspectos importantes del alineamiento vertical con relación a los accidentes es la pendiente longitudinal. Estudios concluyen que los accidentes se incrementan cuando la pendiente longitudinal aumenta, esto se atribuye a la gran diferencia de velocidades entre los vehículos ligeros con respecto a los vehículos pesados.

2.4.4.3. Iluminación

Aproximadamente el 60% de todos los accidentes fatales de tránsito ocurren en horario nocturno, cuando los volúmenes de vehículos y peatones son más bajos. Al tomar como base el kilometraje, los índices de accidentes nocturnos son el doble de los diurnos en las ciudades y cerca del triple en vías rurales.

Aunque los efectos de la fatiga, intoxicación y otros factores que podrían incrementar el riesgo de viajar de noche, no han sido completamente evaluados, es indiscutible que la velocidad reducida contribuya a estas diferencias en los índices de accidentes. La iluminación artificial es un medio efectivo y aprobado para reducir los accidentes nocturnos de tránsito.

Algunos estudios han determinado una tendencia a la disminución de los índices de accidentes nocturnos con un nivel más alto de iluminación.

La experiencia acumulada sugiere que el mayor beneficio viene de dar niveles mínimos de iluminación y que la superficie del pavimento tiene un papel importante en el nivel de iluminación que se requiere.

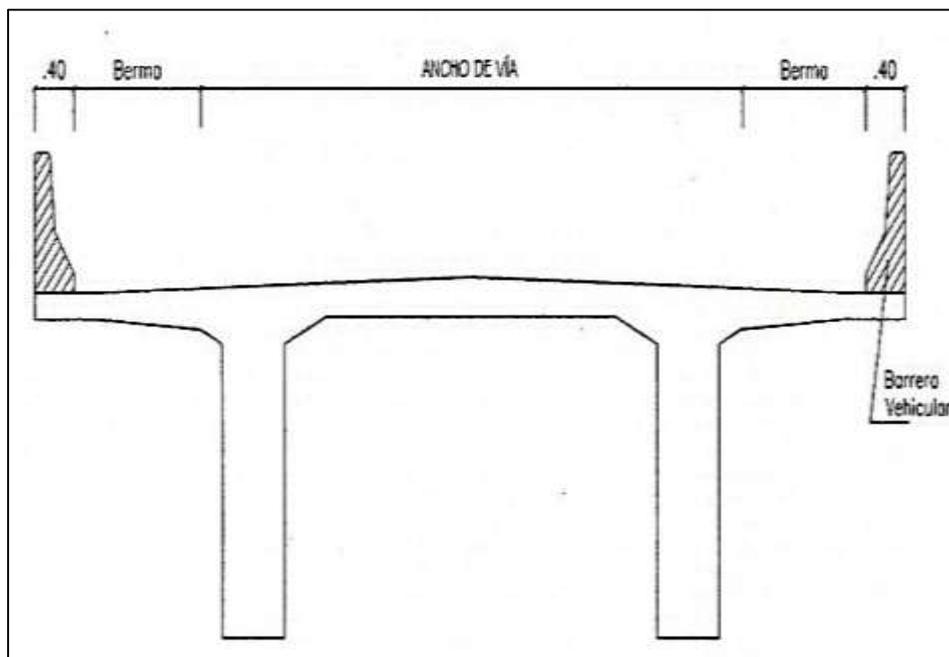
CAPÍTULO III ANCHO DE CARRIL Y SEGURIDAD VIAL EN PUENTES

3.1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE PUENTES

3.1.1. Norma Aashto

El ancho de la sección transversal de un puente no será menor que el ancho del acceso y podrá contener: vías de tráfico, vías de seguridad (bermas), veredas ciclovía, barreras y barandas, elementos de drenaje.

GRÁFICO N° 3. 1. Sección Transversal



FUENTE: MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén con AASHTO-LRFD 2010 –PUENTES

Ancho de vía (calzada)

Siempre que sea posible, los puentes se deben construir de manera de poder acomodar el carril de diseño estándar y las bermas adecuadas.

El número de carriles de diseño se determina tomando la parte entera de la relación $w/3.6$, siendo w el ancho libre de calzada (m).

Los anchos de calzada entre 6.00 y 7.20 m tendrán dos carriles de diseño, cada uno de ellos de ancho igual a la mitad del ancho de calzada.

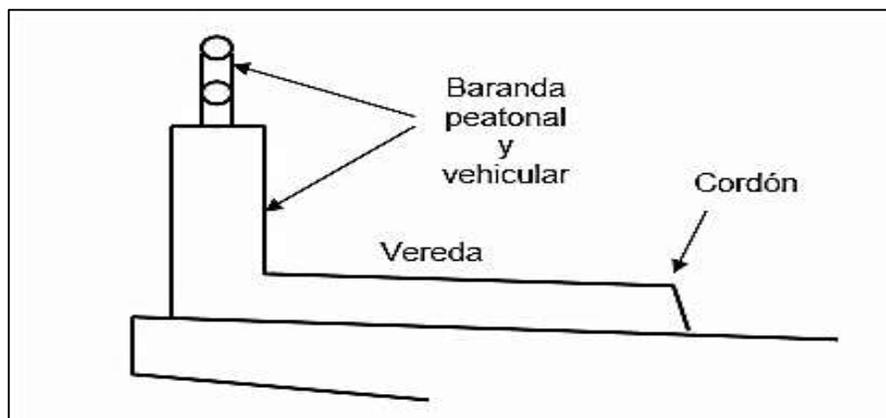
Bermas

Una berma es la porción contigua al carril que sirve de apoyo a los vehículos que se estacionan por emergencias. Su ancho varía desde un mínimo de 0.60 m en carreteras rurales menores, siendo preferible 1.8 a 2.4 m, hasta al menos 3.0 m, y preferentemente 3.6 m, en carreteras mayores. Sin embargo debe tenerse en cuenta que anchos superiores a 3.0 m predisponen a su uso no autorizado como vía de tráfico.

Veredas

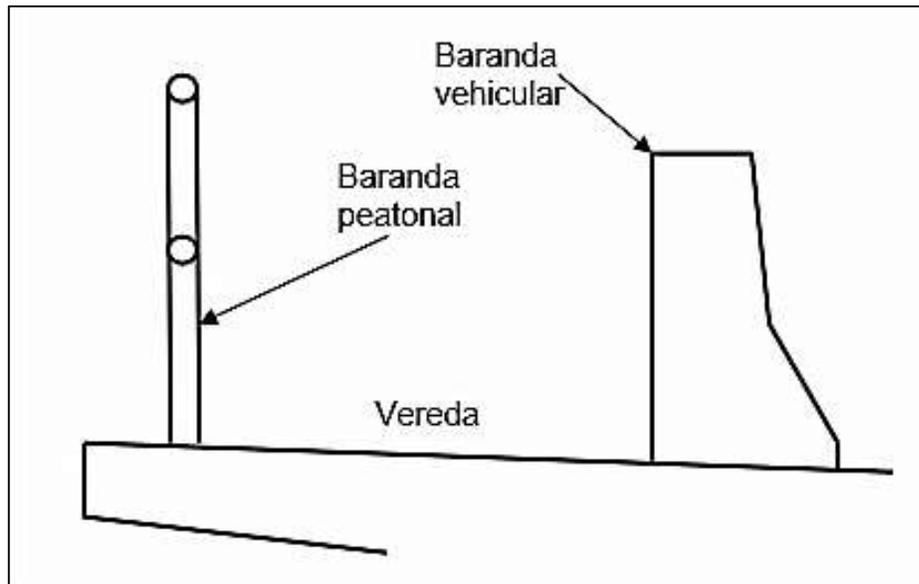
Utilizadas con fines de flujo peatonal o mantenimiento. Están separadas de la calzada adyacente mediante un cordón barrera, una barrera (baranda para tráfico vehicular) o una baranda combinada. El ancho mínimo de las veredas es 0.75 m.

GRÁFICO N° 3. 2. Baranda vehicular peatonal con vereda y cordón



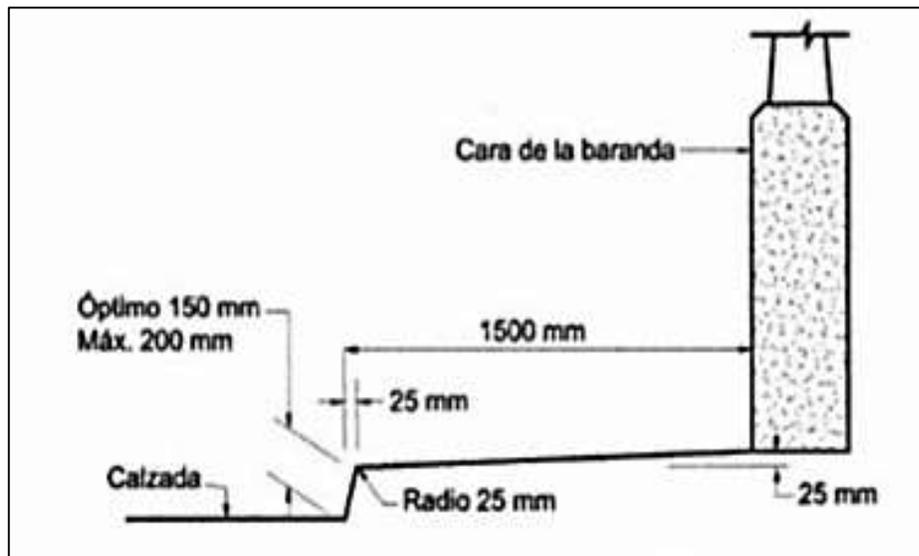
FUENTE: MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén con AASHTO-LRFD 2010 –PUENTES

GRÁFICO N° 3. 3. Baranda vehicular para defensa de vereda y baranda peatonal



FUENTE: MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén con AASHTO-LRFD 2010 -PUENTES

GRÁFICO N° 3. 4. Típica acera sobre elevada



FUENTE: MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén con AASHTO-LRFD 2010 -PUENTES

Cordón barrera

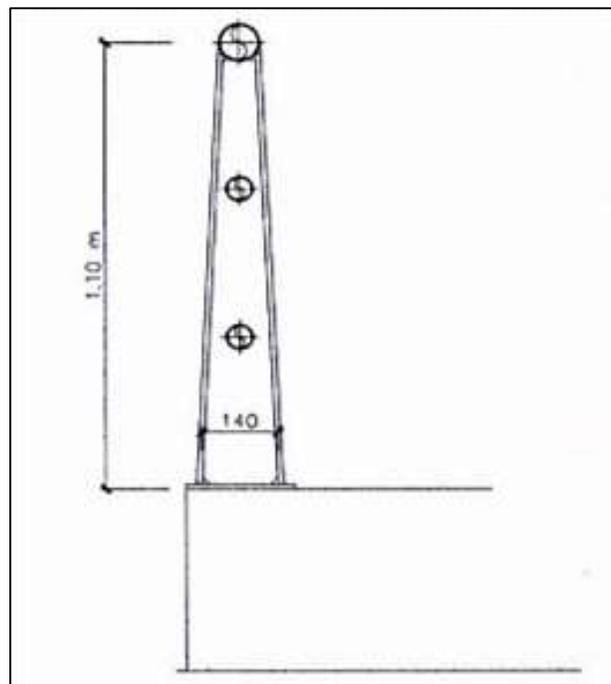
Tiene entre otros propósitos el control del drenaje y delinear el borde de la vía de tráfico. Su altura varía en el rango de 15 a 20 cm, y no son adecuados para prevenir que un vehículo deje el carril.

Barandas

Se instalan a lo largo del borde de las estructuras de puente cuando existen pases peatonales, o en puentes peatonales, para protección de los usuarios. La altura de las barandas será no menor que 1.10 m, en ciclovías será no menor que 1.40 m.

Una baranda puede ser diseñada para usos múltiples (caso de barandas combinadas para peatones y vehículos) y resistir al choque con o sin la acera. Sin embargo su uso se debe limitar a carreteras donde la velocidad máxima permitida es 70 km/h. Para velocidades mayores o iguales a 80 km/h, para proteger a los peatones es preferible utilizar una barrera.

GRÁFICO N° 3. 5. Baranda peatonal típica



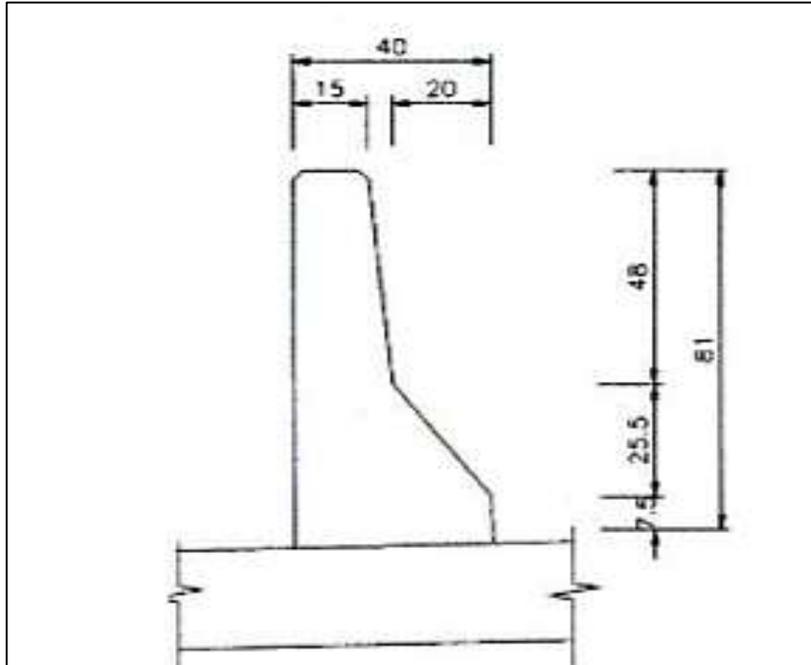
FUENTE: MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén con AASHTO-LRFD 2010 -PUENTES

Barreras de concreto (o barandas para tráfico vehicular)

Su propósito principal es contener y corregir la dirección de desplazamiento de los vehículos desviados que utilizan la estructura, por lo que deben estructural y geoméricamente resistir al choque. Brindan además seguridad al tráfico peatonal, ciclista y bienes situados en las carreteras y otras áreas debajo de la estructura. Deben ubicarse como mínimo a 0.60 m del borde de una vía y como máximo a 1.20 m. En puentes de dos vías de tráfico puede disponerse de una barrera como elemento separador entre las vías.

No debe colocarse barandas peatonales (excepto barandas diseñadas para usos múltiples) en lugar de las barreras, pues tienen diferente función. Mientras las barandas evitan que los peatones caigan del puente, las barreras contienen y protegen el tránsito vehicular.

GRÁFICO N° 3. 6. Barrera Vehicular Típica



FUENTE: MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén con AASHTO-LRFD 2010 –PUENTES

Pavimento

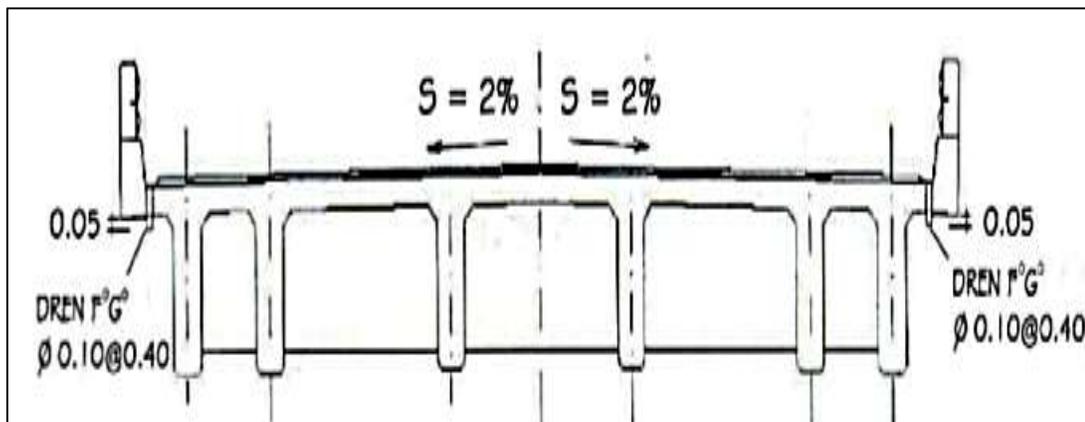
Puede ser rígido o flexible y se dispone en la superficie superior del puente y accesos. El espesor del pavimento se define en función al tráfico esperado en la vía.

Drenaje

La pendiente de drenaje longitudinal debe ser la mayor posible, recomendándose un mínimo de 0.5%. La pendiente de drenaje transversal mínima es de 2% para las superficies de rodadura.

En caso de rasante horizontal, se utilizan también sumideros, de diámetro suficiente y número adecuado. Son típicos drenes de material anticorrosivo, \varnothing 0.10 m cada 0.40 m, sobresaliendo debajo de la placa 0.05 m como mínimo. El agua drenada no debe caer sobre las partes de la estructura.

GRÁFICO N° 3. 7. Drenajes



FUENTE: MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén con AASHTO-LRFD 2010 –PUENTES

Gálibos

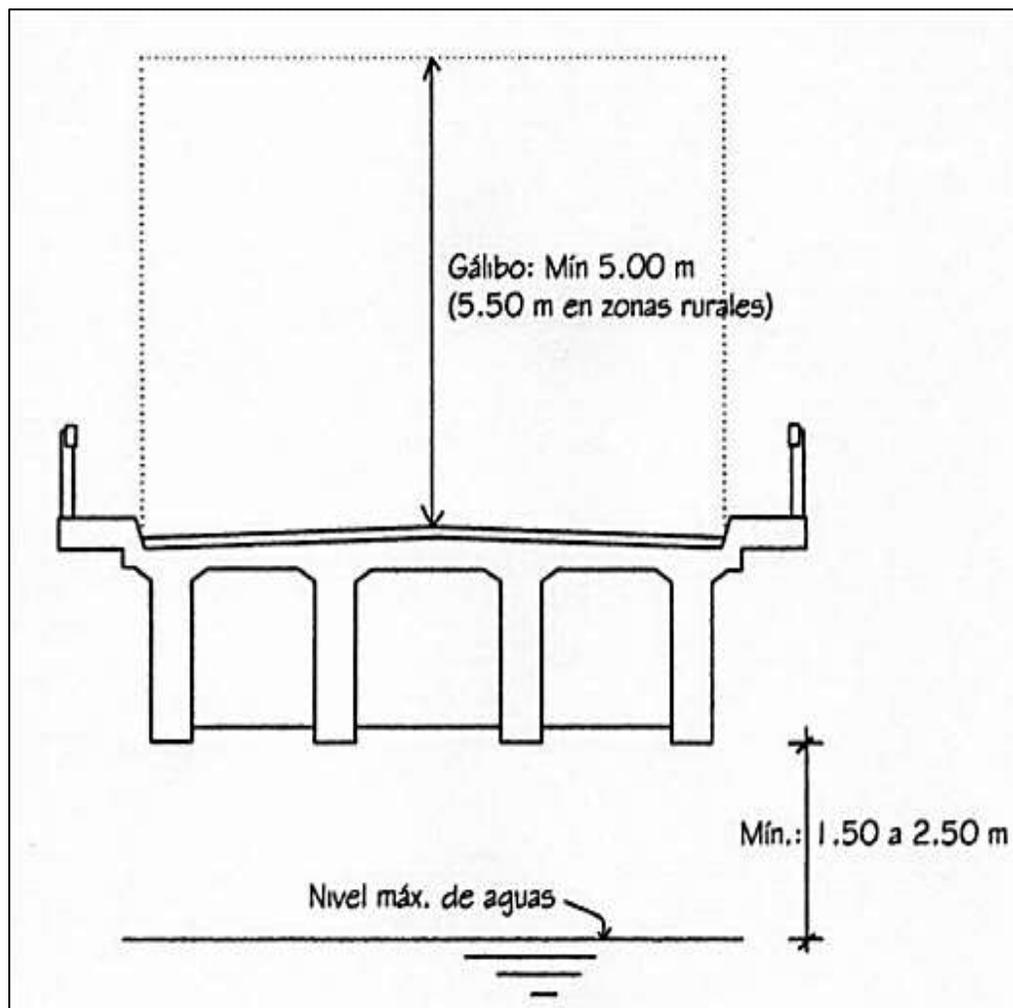
Los gálibos horizontal y vertical para puentes urbanos serán el ancho y la altura necesarios para el paso del tráfico vehicular. El gálibo vertical no será menor que 5.00 m.

En zonas rurales, el gálibo vertical sobre autopistas principales será al menos de 5.50 m. En zonas altamente desarrolladas puede reducirse, previa justificación técnica.

Los gálidos especificados pueden ser incrementados si el asentamiento pre calculado de la superestructura excede los 2.5 cm.

En puentes sobre cursos de agua, se debe considerar como mínimo una altura libre de 1.50 m a 2.50 m sobre el nivel máximo de las aguas.

GRÁFICO N° 3. 8. Gálibo

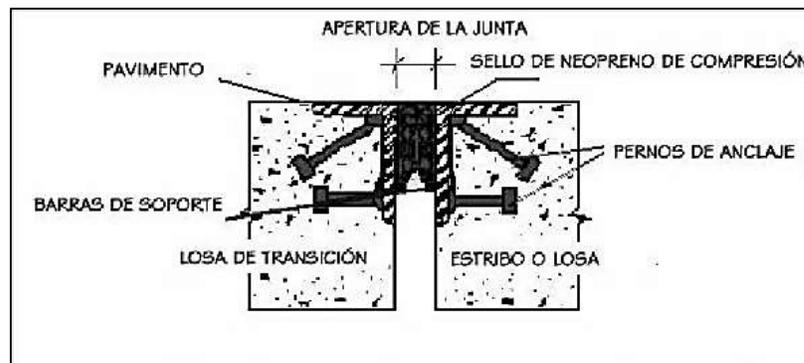


FUENTE: MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén con AASHTO-LRFD 2010 –PUENTES

Juntas de dilatación

Para permitir la expansión o la contracción de la estructura por efecto de los cambios de temperatura, se colocan juntas en sus extremos y otras secciones intermedias en que se requieran. Las juntas deben sellarse con materiales flexibles, capaces de tomar las expansiones y contracciones que se produzcan y ser impermeables.

GRÁFICO N° 3. 9. Junta con sello de compresión



FUENTE: MC Ing. Arturo Rodríguez Serquén con AASHTO-LRFD 2010 –PUENTES

3.1.2. Norma Administradora Boliviana De Carreteras

Disposiciones Y Recomendaciones De Diseño

A continuación se presentan los elementos principales que componen el diseño geométrico de los puentes. Tal como se dijo anteriormente el tratamiento en profundidad del diseño estructural y las recomendaciones geométricas son materia de otro volumen.

Secciones Transversales Tipo De Puentes

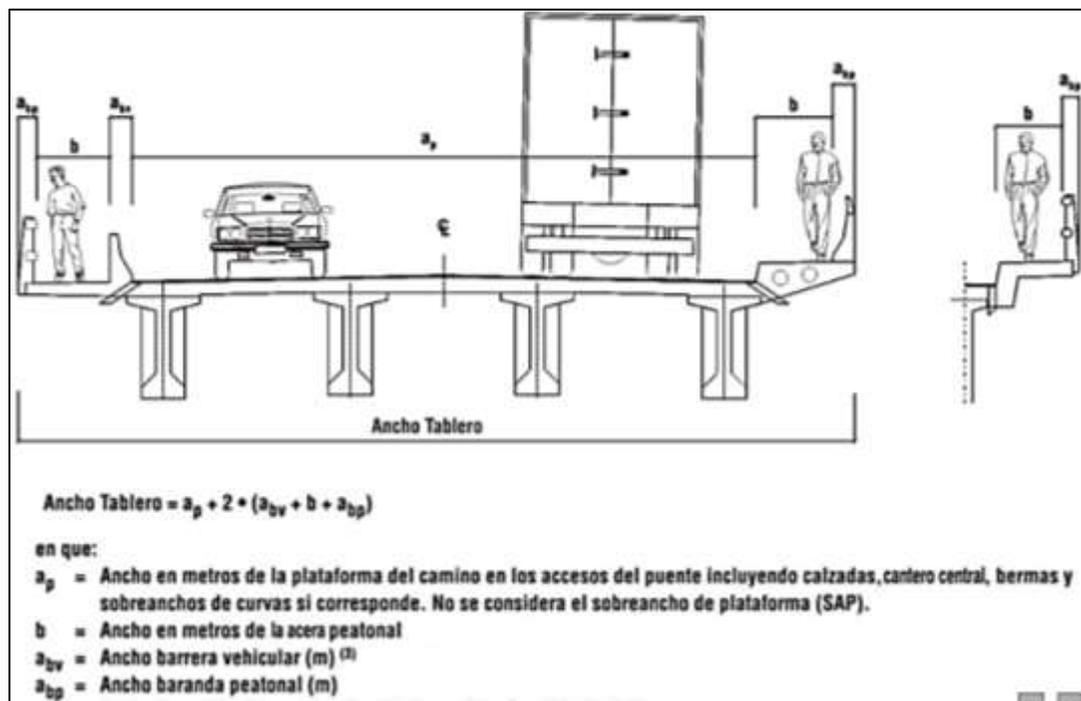
El diseño geométrico de los puentes deberá respetar los estándares de diseño o normativas establecidas por las entidades correspondientes, y deberá tomar en cuenta parámetros tales como: lugar de emplazamiento del puente (puentes rurales o urbanos), ancho de la plataforma del camino donde se emplaza, longitud total del puente, categoría del camino (Autopista, Autorruta, Primario, Colector, Local y Desarrollo) y el tránsito previsto para el año horizonte de diseño.

Dependiendo de la longitud total del puente y de la importancia del flujo peatonal, la calzada podrá separarse de las aceras peatonales colocando barandas o barreras vehiculares en el límite que los separa. En este caso, la barrera que se colocará en el borde externo del tablero será una baranda del tipo peatonal o de ciclovía, si es que el pasillo sirve también para el tránsito de bicicletas. En los casos que no se segregue el flujo vehicular del peatonal, la baranda que se colocará en el borde externo del tablero será una combinación de baranda vehicular y peatonal o ciclovía.

En los puentes sin acera y en sus accesos inmediatos, los límites de la calzada vehicular se demarcarán con líneas de borde con tachones reflectantes que adviertan al conductor si invade la zona de bermas.

En la Figura 3.10 se muestra la disposición del tablero de un puente o paso superior con los principales elementos que definen su ancho. La elección de la topología dependerá de factores como: emplazamiento (urbano, rural), longitud, geometría del trazado (curvo, recto), tráfico tipo, riegos geográficos, etc.

GRÁFICO N° 3. 10. Sección tipo de puentes y pasos superiores sin escala



FUENTE: Administradora Boliviana de Carreteras-capítulo 5-puentes y estructuras afines

Barandas Y Barreras

En los bordes exteriores de las superestructuras de puentes, pasos sobre nivel y pasarelas deberán proveerse barandas o barreras de protección para el tránsito vehicular y el flujo de peatones y/o ciclistas. De igual modo deberá disponerse de barandas de protección para peatones o ciclistas en las rampas de acceso a las pasarelas y en las aceras desniveladas de los pasos bajo nivel, cuando estos se desarrollen bajo el nivel del terreno natural.

Las barandas peatonales y combinadas Tráfico-Peatones deberán disponer a todo lo largo y en todo su alto, barras o mallas con una separación máxima de 12 cm entre ejes de elementos, ya sea en el sentido vertical o en el horizontal.

Las barandas de las pasarelas tendrán una altura mínima, considerando que ésta puede ser usada como ciclovía.

Rasante

El perfil longitudinal deberá contar con una pequeña pendiente longitudinal para ayudar a evacuar las aguas del tablero hacia el exterior de la estructura. En los accesos se deberán disponer los dispositivos de evacuación de aguas lluvias (cunetas, cunetas de pie de talud, bajadas de agua, etc.) para impedir que éstas ingresen al puente.

En los casos que se hiciera necesario introducir deflexiones de la rasante dentro del puente, ésta no podrá ser superior a 0,5% y se deberá ubicar frente al eje de una cepa o en un estribo. Para deflexiones mayores se procurará introducir una curva vertical de gran radio ($R \geq 7.000$), de modo que la curva se pueda tratar como un polígono cuyas deflexiones no excedan de 0,5%. Las deflexiones se emplazarán en los ejes de las cepas o estribos.

Saneamiento

Para evacuar las aguas lluvias de la calzada del puente o paso superior, se deberá procurar mantener pendientes transversales constantes en todo su largo, sin efectuar transiciones en el interior de la estructura. La calzada del puente o paso superior mantendrá, en lo posible, la pendiente transversal de la calzada de los caminos de

acceso. En los casos en que los caminos de acceso tengan pendientes transversales diferenciadas para la calzada y para las bermas, la transición de pendientes deberá hacerse antes del puente para llegar a la estructura con la misma pendiente que se adoptará en la calzada del tablero.

Si la entrada o salida del puente se encuentra próxima a una curva horizontal, la transición de peralte deberá desarrollarse fuera de la estructura; de ser necesario, se preferirá pasar el puente con una pendiente transversal única en todo el ancho de la calzada, para posteriormente completar la transición de peralte.

La pendiente mínima que deberá tener la calzada de los tableros de puentes y pasos superiores es de 2%. En los puentes en que se dispongan aceras o ciclovías, éstas deberán tener un bombeo o pendiente transversal hacia el interior del puente de un 1%.

Seguridad Vial

De ser necesario, deberá contemplarse la instalación de sistemas viales de contención, barreras de seguridad, amortiguadores de impacto u otros elementos de seguridad que aminoren los riesgos de accidentes. Para tal efecto deberán contemplarse las disposiciones vigentes de señalización y seguridad vial.

3.1.3. Manual De Diseño De Puentes - Lima Perú Ministerio De Transportes Y Comunicaciones Dirección General De Caminos Y Ferrocarriles- 2003

Geometría General Y Proyecto Geométrico

Desarrollo en perfil Longitudinal.- El puente debe estar integrado completamente al desarrollo del proyecto geométrico de la carretera, tanto en planta como en perfil.

Desarrollo en Planta.- El desarrollo en planta del puente será en lo posible aquél que cruce el obstáculo, río o camino transversal aproximadamente a 90°.

En puentes angostos y esviados, con ángulos menores que 60°, podrán ser planteadas soluciones con estructuras ortogonales convencionales, utilizando apoyos intermedios en los ejes de los puentes, tales como columnas esbeltas y pequeños estribos rectangulares.

En caso de puentes esviados relativamente grandes, la dirección transversal de los elementos de la subestructura debe ser paralela a la dirección del río o del valle. En este caso, los pilares deberían ser proyectados paralelamente a la dirección de la corriente; además, los estribos deberán ser en lo posible paralelos a las márgenes de los ríos. En taludes con pendientes elevadas, los estribos y los pilares o muros deben seguir la esviación natural.

Si se proyectan columnas aisladas y esbeltas como elementos de apoyo, las soluciones convencionales sin considerar la esviación son válidas para cursos de ríos y taludes con pendientes elevadas, en la posibilidad que los estribos puedan ser colocados en la cima de los taludes.

Serán consideradas las variaciones que puedan suceder en el futuro, en el alineamiento y/o ancho del puente, carretera o accidente transpuesto, tales como cambios en el curso del río o posible ampliación del puente.

Geometría De Detalles

Generalidades

En esta sección se presentan los detalles y los elementos a ser considerados para su empleo y funcionamiento.

Secciones Transversales

El ancho de la sección transversal no será menor que el ancho del acceso del puente y será determinado en forma tal que pueda contener, de acuerdo con los fines de la vía proyectada, los siguientes elementos: - vías de tráfico - vía de seguridad - veredas - ciclovía - elementos de protección: barreras y barandas - elementos de drenaje

Además, por consideraciones de drenaje del tablero, las secciones transversales deberán ser en lo posible de un solo tipo y establecer: - Pendientes transversales no nulas - Pendiente transversal mínima de 2% (2 cm / m), para las superficies de rodadura

En el caso de puentes situados parcialmente en transiciones, se justifican la variación en las pendientes, las cuales deberán ser estudiadas y justificadas. La altura general de

la superestructura será definida teniendo como criterio principal el control de las deflexiones del tablero. El criterio empleado en la selección de la altura será verificado por el proyectista, considerando el material y el tipo de superestructura.

Gálidos

Los gálidos horizontal y vertical para puentes urbanos serán el ancho y la altura necesarios para el paso del tráfico vehicular. El gálibo vertical no será menor que 5.00 m. El gálibo vertical sobre autopistas principales será al menos de 5.50 m, en zonas rurales. En zonas altamente desarrolladas esta magnitud puede ser reducida, previa justificación técnica.

Los gálidos especificados pueden ser incrementados si el asentamiento pre - calculado de la superestructura excede los 2.5 cm. En puentes sobre cursos de agua, se debe considerar como mínimo una altura libre de 1.50 m a 2.50 m sobre el nivel máximo de las aguas.

Los puentes construidos sobre vías navegables deben considerar los gálidos de navegación de esas vías; a falta de información precisa, el gálibo horizontal podrá ser, por lo menos, dos veces el ancho máximo de las embarcaciones más un metro.

Dispositivos Básicos de Protección

Barreras de concreto.- Las barreras deben ser diseñadas con altura, capacidad resistente y perfil interno adecuados. En puentes con dos vías de tráfico, puede disponerse de una barrera de mediana magnitud como elemento separador entre las dos vías. En obras urbanas, se admiten barreras especiales, más ligeras y estéticas, pero con la resistencia verificada. Las barreras serán ubicadas como mínimo a 0.60 metros del borde de una vía y como máximo a 1.20 metros.

Barandas.- Las barandas deben ser especificadas de tal forma que sean seguras, económicas y estéticas. Las soluciones mixtas de barandas de metal más concreto satisfacen generalmente estos requisitos. La altura de las barandas para puentes peatonales será no menor que 1.10 metros; considerando ciclovías, será no menor que 1.40 metros.

Dispositivos Básicos de Transición y Contención.- De acuerdo a la consideración de los tipos de apoyos que tendrá el puente, se deberán disponer los elementos que constituyan la transición con la vía o carretera, los cuales son principalmente: - Losas de transición - Estribos - Cortinas - Alas

Losas de transición.- Las losas de transición tendrán un espesor mínimo de 0.20 m y una longitud límite justificado dentro de la geometría del puente y los accesos. Estarán ligadas a la estructura o al estribo mediante articulaciones de concreto, sin conectores, y apoyadas en el terraplén de acceso. Las características del terraplén en las inmediaciones de las losas de transición deberán ser indicadas en el proyecto.

Estribos.- Los estribos serán dimensionados considerando la función de servir como transición entre el puente y la vía de tránsito principal, además de servir como apoyos de los extremos de la superestructura y como elementos de contención y estabilización de los terraplenes de acceso. Los estribos ligeros serán usados en puentes de dimensiones comunes, existiendo tres situaciones posibles en que pueden ser empleados:

- En puentes a ser construidos antes del coronamiento de los terraplenes. - En puentes a ser construidos antes del coronamiento de los rellenos en los cortes. - Cuando los terraplenes de acceso son construidos antes del puente.

Los estribos de gran magnitud serán usados en puentes de luces relativamente grandes, que transmiten grandes fuerzas horizontales o con terraplenes altos, ejecutados posteriormente a la construcción del puente.

Cortinas.- Las cortinas son elementos transversales extremos dotados, en la cara externa, de uno o dos dientes a lo largo de toda su extensión. El diente superior es obligatorio para soportar la losa de transición y el diente inferior, opcional, contribuye a la contención del terraplén y las armaduras de las cortinas.

Alas.- Las alas son estructuras laminares solidarias con las cortinas y con una geometría adecuada para la contención lateral de los terraplenes de acceso. Las alas deben tener un espesor no menor que 0.25 m y confinar preferentemente toda la losa de transición.

Juntas de Dilatación.- Las juntas de dilatación deben ser limitadas a lo estrictamente necesario, por estar constituidas por dispositivos con una vida útil limitada. Las juntas de dilatación intermedias y aquellas situadas en los estribos deben ser escogidas en función del desplazamiento previsto después de su colocación. El diseño deberá garantizar la impermeabilidad del tablero, incluyendo los extremos laterales del puente.

Principios Básicos para el Drenaje

Condiciones Geométricas.- El proyecto geométrico deberá considerar, en lo posible:

- Una sola pendiente en el caso de puentes cortos.
- La situación de la mayor pendiente longitudinal posible, recomendándose valores mayores que 0.5 por ciento. En el caso de situaciones favorables (rampa con pendiente mayor que 2 % y longitud menor que 50 m), el drenaje será previsto por una captación ubicada en el extremo más bajo de la obra y secciones transversales con una inclinación mayor o igual a 2 %.
- En el caso de situaciones desfavorables (rampa sin pendiente longitudinal, trecho más bajo de curvas verticales cóncavas) el drenaje puede ser proporcionado mediante una canaleta lateral, con inclinación no nula.

Elementos de Captación.- Son elementos para la toma de las aguas pluviales que caen al puente. Los elementos deberán ser colocados preferentemente cerca a los bordes exteriores de la vía de tráfico. Se considerarán soluciones adecuadas en caso de posibilidad de descargas directas elevadas. En el diseño se considerarán medidas de protección contra la corrosión y las manchas ferruginosas, si se utilizan tubos o dispositivos de fijación metálica.

Drenaje de las Partes Internas de la Estructura.- Cuando exista la posibilidad de acumulación de agua en las partes internas de la estructura, se preverán medidas de drenaje en la parte más baja de la zona de acumulación.

Drenaje en Estribos.- Para estribos en zona de cortes o cuando el terraplén tiene proporciones irrelevantes, se considera al terreno natural como apoyo de los elementos de drenaje similares a los usados a lo largo de la vía. En caso de drenaje con buzones

de captación, se evitará la erosión del terraplén enviando la captación sobre el terraplén fuera de los límites del puente.

Goteras.- Son elementos de drenaje esenciales para mantener el buen aspecto de los puentes e incrementar su durabilidad. No se recomiendan entrantes o salientes pequeñas por no ser efectivas.

Pavimentación

La pavimentación de la superficie superior del puente y accesos deberá ser realizada mediante el uso de pavimentos rígidos o flexibles. Se considerarán en la elección del tipo de pavimento aspectos tales como la facilidad de obtención de los materiales, disponibilidad de equipos adecuados y la continuidad con el pavimento de la carretera. El espesor del pavimento será definido en función al tráfico esperado en la vía. En general, la ubicación de las juntas del pavimento estará alineada con la ubicación de las juntas de dilatación de la superestructura.

La especificación de juntas en el pavimento adicionadas a las juntas de dilatación de la estructura deberá ser prevista en el proyecto. El diseño del pavimento será realizado de acuerdo a las disposiciones correspondientes de la Norma Peruana de Carreteras.

Aparatos de Apoyo

Los aparatos de apoyo proporcionan la conexión para controlar la interacción de las cargas y los movimientos entre la superestructura y la subestructura del puente. En el diseño de los dispositivos de apoyo se tendrá en cuenta que la carga admisible y la capacidad de movimiento del apoyo sean compatibles con los requerimientos de carga y los desplazamientos esperados en la superestructura. El proyecto deberá ser detallado de tal forma que pueda ser posible el reemplazo de los aparatos de apoyo; en lo posible, para las operaciones de reemplazo, el proyectista deberá optar por equipos que no empleen estructuras auxiliares ni que produzcan concentraciones grandes de esfuerzos en los bordes de los elementos de la superestructura afectados en estos trabajos.

Señalización.- En el proyecto geométrico deberán ser establecidas las medidas de señalización a ser tomadas durante las etapas de construcción y de servicio del puente,

teniendo como referencia al Manual de Señalización de Caminos oficial. Los elementos y detalles que componen la señalización del puente serán presentados en planos, estableciendo las dimensiones y secciones de refuerzo de los carteles y sus elementos de soporte, el material de construcción, pintado y las especificaciones especiales de construcción.

3.1.4. Manual De Carreteras Del Paraguay - Normas Para Estructura Y Puentes

Aspectos Generales Del Diseño

Secciones Transversales Tipo De Puentes

En la definición de la sección tipo del puente se deberá tener en cuenta parámetros tales como: lugar de emplazamiento del puente (puentes rurales o urbanos), ancho de la plataforma del camino donde se emplaza, longitud total del puente, categoría del camino (Autopista, Red Nacional, Primario, Colector, Local y Desarrollo) y el tránsito previsto para el año horizonte de diseño.

Las disposiciones referentes a la sección transversal tipo de los puentes también serán aplicables a los pasos sobre niveles superiores.

El ancho de calzada mínimo de un puente con dos fajas para tránsito bidireccional o unidireccional será de 7.3 m. El tablero del puente deberá mantener el ancho total de la plataforma, a nivel de rasante, del camino o calle donde se emplaza, exceptuando el sobre ancho de plataforma. En ningún caso, se podrá disminuir las dimensiones de la o las fajas del Puentes de simple vía o de anchos de tableros menores a los señalados se podrán diseñar sólo para casos muy justificados, que deberán contar con la aprobación previa del Contratante.

En el caso de puentes de simple vía, el ancho mínimo de la calzada será de 4,00 m. El empleo de una sección transversal como la señalada, se reserva para caminos locales o de desarrollo, con velocidades de diseño inferiores a 50 km/h y con una baja proyección de crecimiento futuro.

En el caso de Pasos Superiores en Ramales de Enlaces, que normalmente se asocian a una Planta en Curva, los anchos del Tablero coincidirán con los de la plataforma del ramal a nivel de rasante, consideración hecha y expuesta en el Tomo 1, Volumen II (DISEÑO GEOMETRICO) del "Manual de Carreteras del Paraguay" respecto a "Anchos de Calzadas en Ramales de Giro".

Dependiendo de la longitud total del puente y de la importancia del flujo peatonal, la calzada podrá separarse de las aceras colocando barandas o barreras vehiculares en el límite que los separa. En este caso, la barrera que se colocará en el borde externo del tablero será una baranda del tipo peatonal o de ciclovía, si es que la acera sirve también para el tránsito de bicicletas. En los casos que no se segregue el flujo vehicular del peatonal, la baranda que se colocará en el borde externo del tablero será una combinación de baranda vehicular y peatonal o ciclovía.

En los puentes sin aceras y en sus accesos inmediatos, los límites de la calzada vehicular se demarcarán con líneas de borde, franjas sonorizadoras y con tachones reflectantes que adviertan al conductor si invade la zona de banquetas.

En la Tabla 3-1, se muestran los anchos mínimos de los tableros para puentes y pasos superiores, distinguiéndose el lugar de emplazamiento de la estructura y, en el caso de las zonas rurales, la longitud de ésta. Las dimensiones transversales del tablero se expresan en relación con el ancho de la plataforma del camino o carretera donde se emplaza.

En la Figura 3-1 se muestra la disposición del tablero de un puente o paso superior con los principales elementos que definen su ancho.

El MOPC se reserva el derecho de exigir secciones de estructuras mayores que los mínimos establecidos, en aquellos casos en las características del trazado o de los tránsitos lo recomienden, así como también, el derecho de autorizar secciones especiales para puentes de longitud o luces excepcionales.

GRAFICO N° 3. 11. Anchos mínimos de tableros en puentes y pasos superiores

Emplazamiento	Longitud (m)	Ancho del tablero (m) ⁽¹⁾⁽²⁾	Descripción
Puentes en zonas Rurales	>15	$a_p + 2(a_{bv} + b + a_{bo})$ $a_p \geq 7.3 \text{ m}$	a_p = Ancho en metros de la plataforma del camino en los accesos del puente, incluyendo calzadas, medianas, bermas y sobreeanchos de curvas si corresponde. No se considera el sobre ancho de plataforma (sap) a_{bv} = Ancho barrera vehicular b = Ancho en metros de la acera
	≤ 15	$a_p + 2a_{bm}$ Si $a_p \geq 7.3 \text{ m}$	a_{bp} = Ancho baranda peatonal (m) a_p = Ancho en metros de la plataforma del camino en los accesos del puente, incluyendo calzadas, medianas, bermas y sobreeanchos de curvas si corresponde. No se considera el sobre ancho de plataforma (sap)
Puentes en Zonas Urbanas		$a_p + 2(a_{bv} + b + a_{bp})$	a_{bm} = Ancho baranda mixta peatonal vehicular o ciclovia vehicular (m) a_p = Ancho en metros de la plataforma del camino en los accesos del puente, incluyendo calzadas, pistas de viraje, medianas y bermas, si las hubiera. a_{bv} = Ancho barrera vehicular (m) ⁽³⁾ b = Ancho en metros de la acera a_{bp} = Ancho baranda peatonal (m)

FUENTE: Manual De Carreteras Del Paraguay - Normas Para Estructura Y Puentes

(1) Puentes de anchos menores a los señalados y puentes de simple vía deberán contar con la aprobación previa del Contratante. Los puentes de simple vía se reservan para caminos locales o de desarrollo con una baja proyección de crecimiento futuro.

(2) Para Pasos Superiores en Ramales de Enlaces ver la tabla correspondiente del Tomo 1, Volumen II del "Manual de Diseño Geométrico".

(3) En los puentes y pasos urbanos la colocación de barreras vehiculares que aislen el tránsito peatonal del vehicular es optativa.

Barandas Y Barreras

En los bordes exteriores de las superestructuras de puentes, pasos sobre nivel y pasarelas deberán proveerse barandas o barreras de protección para el tránsito vehicular

y el flujo de peatones y/o ciclistas. De igual modo, deberá disponerse de barandas de protección para peatones o ciclistas en las rampas de acceso a las pasarelas y en las aceras a desnivel de los pasos bajo nivel, cuando estos se desarrollen bajo el nivel del terreno natural.

Las barandas o barreras serán de cinco tipos, a saber, barreras de tráfico, barandas peatonales, barandas para ciclovías y combinaciones de barandas peatonal- tráfico y ciclovía - tráfico. La geometría, cargas y bases de diseño se encuentran especificadas en el numeral 2.7 de la Sección 2 de la AASHTO, con los siguientes ajustes en las alturas mínimas:

- Barreras de Tráfico:

0,69m Para barreras metálicas o combinadas con muros de hormigón.

0,81m Para muro de hormigón diseñados con la cara hacia el tráfico con pendiente.

- Barrera de hormigón.

- Barreras Peonales y combinadas para Tráfico - Peatones: 1,07 m

- Barreras para Ciclovías y combinadas Tráfico-Ciclovía: 1,37m

Las barandas peatonales y combinadas Tráfico-Peatones deberán disponer a todo lo largo y en todo su alto, barras o mallas con una separación máxima de 12 cm entre ejes de elementos, ya sea en el sentido vertical o en el horizontal.

Las barandas de las pasarelas tendrán una altura mínima de 1,37 m considerando que ésta puede ser usada como ciclovía.

Rasante

La rasante de los puentes y pasos superiores de preferencia deberá ser recta a lo largo de toda la estructura.

En los casos, que se hiciera necesario introducir deflexiones de la rasante dentro del puente, ésta no podrá ser superior a 0,50% y se deberá ubicar frente al eje de una pila

o en un estribo. Para deflexiones mayores se procurará introducir una curva vertical de gran radio ($R 7.000$), de modo que la curva se pueda tratar como un polígono cuyas deflexiones no excedan de 0,50%. Las deflexiones se emplazarán en los ejes de las pilas o estribos.

Revancha

Para puentes emplazados en carreteras, la distancia mínima que deberá existir entre el fondo de viga o nivel inferior de la superestructura y el nivel de aguas máximas extraordinarias, para el período de retorno de diseño considerado, será de 1,50 m. Esta distancia, denominada revancha, deberá ser como mínimo igual a 0,50 m para el período de retorno de verificación, tomando en cuenta lo indicado en el punto 2.3.2 “La Hidrología o Cálculo de Caudales Solicitantes” y la tabla 2-1. Para zonas muy llanas y no susceptibles al depósito de material, (con la aprobación del MOPC), podrá utilizarse como revancha de diseño 1.00 m, manteniendo la revancha de 0.50 m para el periodo de retorno de verificación.

Drenaje

Para evacuar las aguas lluvias de la calzada del puente o paso superior, se deberá procurar mantener pendientes transversales constantes en todo su largo, sin efectuar transiciones en el interior de la estructura. La calzada del puente o paso superior mantendrá, en lo posible, la pendiente transversal de la calzada de los caminos de acceso. En los casos, en que los caminos de acceso tengan pendientes transversales diferenciadas para la calzada y para las banquetas, la transición de pendientes deberá hacerse antes del puente para llegar a la estructura con la misma pendiente que se adoptará en la calzada del tablero.

Si la entrada o salida del puente se encuentra próxima a una curva horizontal, la transición de peralte deberá desarrollarse fuera de la estructura; de ser necesario, se preferirá pasar el puente con una pendiente transversal única en todo el ancho de la calzada, para posteriormente completar la transición de peralte.

En los puentes en que se dispongan aceras o ciclovías, éstas deberán tener un bombeo o pendiente transversal hacia el interior del puente de un 1,00 %.

Seguridad Vial

La circulación de vehículos por las carreteras y caminos, a su paso bajo o sobre estructuras, deberá hacerse en forma segura y sin interferencias. Con este objetivo, además de mantener en lo posible, el ancho total de la sección transversal del camino en su paso sobre o bajo las estructuras, deberá considerarse en el diseño, las distancias libres necesarias hasta los obstáculos que pueden representar los estribos, muros o pilas de ellas.

De ser necesario, deberá contemplarse la instalación de sistemas viales de contención, barreras de seguridad, amortiguadores de impacto u otros elementos de seguridad que aminoren los riesgos de accidentes. Para tal efecto, deberán contemplarse las disposiciones vigentes de señalización y seguridad vial del MOPC, o lo establecido en el Tomo 5 (Normas de Señalización y Seguridad Vial) del “Manual de Carreteras del Paraguay”.

3.2. SEGURIDAD VIAL EN PUENTES

La seguridad vial en los puentes no ha sido evaluada en forma particular, sino como parte de las evaluaciones generales de seguridad vial en la red vial del país. Es importante mencionar que una gran cantidad de puentes en el país han sido diseñados y construidos muchas décadas atrás, siguiendo normativas desactualizadas y siguiendo parámetros de diseños que han sido mejorados a lo largo de las décadas, dado que las dimensiones y cargas de los vehículos han variado mucho, así como los volúmenes vehiculares, las velocidades de operación y el entorno vial. Las velocidades de operación han generado la necesidad de proteger zonas peligrosas en los márgenes de la vía y en las aproximaciones a los puentes, y el crecimiento de zonas urbanas ha generado la necesidad de proveer facilidades para peatones y ciclistas; ambos aspectos

que no eran considerados en la época cuando estos puentes fueron diseñados y construidos.

Algunos de los principales elementos de seguridad vial que deben mejorarse en los puentes e integrarse a los planes de mantenimiento son:

3.2.1. Seguridad vial en los accesos al puente

Los accesos del puente son una parte fundamental en la evaluación de seguridad vial. En muchos casos la seguridad vial se vuelve más crítica en los accesos que en el propio puente. Los aspectos más importantes a considerar son:

3.2.1.1. Sentido del acceso

Los accesos deben ser muy bien identificados, ya sea en un mapa o croquis, con coordenadas de GPS, con puntos cardinales, secciones de control, o puntos de referencia, de manera que sea claro para la persona o personas que utilicen esta información.

3.2.1.2. Distancia de visibilidad

Distancia medida en línea recta desde el punto donde el conductor visualiza el inicio del puente. Al ser una línea de observación, esta distancia no sigue necesariamente el alineamiento de la vía. En términos de seguridad, es importante que el puente tenga una distancia de visibilidad apropiada según las características del puente, de la ruta y la velocidad reglamentada. Entre mayor sea la distancia, el conductor puede prever ciertas acciones, tal como una reducción de la velocidad por presencia de obstáculos, peatones, ciclistas, o cualquier otra situación que se presente. Debido a la dificultad de medir la distancia exacta, esta podrá determinarse en forma aproximada según los siguientes rangos de opciones: < 50 m, 50-100 m, 100-200 m, 200-300 m, 300-400 m, y > 400 m.

3.2.1.3. Condición de la visibilidad

La condición de la visibilidad se evalúa en forma visual, y se recomienda que se haga tanto de día como de noche. La evaluación nocturna es más crítica debido a la

capacidad visual del ojo humano que se ve reducida en horas de la noche. En esta evaluación, la señalización vertical tiene gran relevancia, ya que sirve para alertar al conductor sobre la presencia de un puente. En una evaluación más detallada, se recomienda medir la retro reflexión de las señales. El alineamiento vertical y horizontal de los accesos, y la presencia de obstáculos, son factores importantes a considerar para evaluar la condición de visibilidad, con tres clasificaciones: buena, regular y mala.

3.2.1.4. Condición de línea de centro y de borde

La condición de estas líneas se evalúa en forma visual, por lo que se recomienda hacer la inspección tanto de noche como de día. La condición se evalúa en buena, regular o mala, y en la guía se muestran ejemplos concretos para ejemplificar estas condiciones.

3.2.1.5. Condición de los captaluces

Los captaluces son de gran importancia para guiar a los conductores principalmente en horas de la noche, por lo que se debe evaluar visualmente su condición. Es importante destacar que la evaluación debe llevarse a cabo en forma general; por lo tanto, se debe realizar una ponderación visual de la condición de todos los captaluces de un determinado acceso, y no cada dispositivo en forma individual.

3.2.1.6. Alineamiento vertical y horizontal

El alineamiento de una carretera es un aspecto muy importante en cuanto a seguridad vial, por ello es importante evaluar este aspecto en los accesos a los puentes. Al ser una evaluación visual, el alineamiento podrá ser suave, moderado o abrupto, tanto el vertical como el horizontal.

3.2.1.7. Diferencia entre la calzada del acceso y la calzada del puente

En muchos puentes existe una diferencia entre la calzada del acceso y la calzada del puente, la cual puede ser por una junta, o bien, superficies de material diferente. Por ejemplo, pavimento asfáltico en los accesos, pero la calzada del puente de madera. En estos casos y a cierta velocidad, los vehículos podrían desestabilizarse, por lo que es un aspecto importante en la seguridad vial en el momento de atravesar el puente.

3.2.2. Señalización vertical

La señalización vertical es de gran importancia para el nivel de seguridad vial de una carretera y, por lo tanto, en un puente. Es por ello que es muy importante levantar la información de cada señal en los accesos a un puente, y valorar visualmente su estado.

Se recomienda realizar esta evaluación tanto diurna como nocturna, con el fin de evaluar visualmente la capacidad retrorreflectiva de las señales verticales. Se deben tomar otros factores en consideración: la señal no debe estar dañada, quebrada, rayada o doblada; además las letras y símbolos deben ser legibles.

3.2.3. Seguridad vial en el puente

Una vez analizada la condición de seguridad vial en los accesos al puente, incluyendo la señalización vertical, se procede a evaluar la seguridad vial propiamente en el puente.

Algunos conceptos que se incluyeron en la sección de accesos al puente, aplican de igual forma para el puente en sí, incluyendo la demarcación horizontal, y el tipo y estado del sistema de contención vehicular.

TABLA N° 3. 1. Elementos de evaluación de seguridad vial en el puente

Configuración del puente	
Información	Descripción
Ancho total del puente	El ancho total incluye la calzada (espacio destinado al flujo vehicular), el bordillo y el pretil, así como zonas exclusivas para peatones y/o ciclistas.
Zona para peatones	Se refiere a aceras o pasos exclusivos para el tránsito de peatones.
Zona para ciclistas	Se refiere a ciclovías o pasos exclusivos para el tránsito de ciclistas.

Superficie de rodamiento del puente	
Información	Descripción
Estado de la superficie	El estado de la superficie se relaciona directamente con la fricción entre las llantas del vehículo y la superficie de la calzada; lo cual afecta las condiciones de seguridad vial. Una superficie con bajo coeficiente de fricción donde transite un vehículo a alta velocidad, aumenta el riesgo de pérdida de control en caso de una eventualidad, o bien, tener que efectuar maniobras peligrosas ante la presencia de un hueco o cualquier espacio abierto.
Sistema de contención vehicular	
Información	Descripción
Altura del sistema	Esta distancia será medida desde la superficie de rodamiento hasta la parte superior de la viga flexible o pretil del puente.
Altura del bordillo	El bordillo se acostumbra construir junto a la baranda o pretil del puente; sin embargo, su altura máxima debe ser de 10 cm en carreteras con una velocidad mayor a 65 km/h. Un bordillo de mayor altura puede provocar que el vehículo sobrepase la baranda de seguridad en caso de un accidente.
Continuidad en los sistemas	En las aproximaciones a los puentes, es necesario que exista una adecuada continuidad en los sistemas. La manera recomendable de realizar esta transición es disminuir el espaciamiento de los postes del sistema flexible, con el fin de ir rigidizando el sistema, y que este último tramo quede anclado al pretil rígido del puente.

Terminal adecuada del sistema	Es importante verificar que el terminal del sistema de contención sea adecuado, o al menos que no se evidencie un peligro potencial para los usuarios de la vía. La llamada “cola de pez” no es permitida según las regulaciones nacionales e internacionales; a menos que se encuentre alejada de los carriles de circulación y que no quede de frente a la dirección de los vehículos.
Iluminación	
Información	Descripción
Iluminación en el puente	La iluminación en un puente es un elemento importante de seguridad vial; sin embargo, no es indispensable en la mayoría de los puentes. La iluminación mejora significativamente la visibilidad de los conductores y en algunos puentes se justifica su instalación a criterio de los diseñadores. Puentes muy extensos pueden ser la excepción, siempre y cuando se diseñe una transición de luminosidad en los accesos del puente.
Condición general de la iluminación	En caso de que hubiese iluminación, se recomienda realizar una visita nocturna, con el fin de evaluar visualmente su condición. Se deben considerar los siguientes aspectos: número de luminarias y su espaciamiento, intensidad y homogenización de la iluminación, y si cubre la totalidad del puente o únicamente en forma parcial. Con base en esto se define si es buena, regular o mala.

Peatones y ciclistas	
Información	Descripción
Flujo de peatones y de ciclistas	<p>No es parte del alcance de la evaluación realizar conteos de peatones ni de ciclistas; sin embargo, por medio de observación se puede clasificar el flujo de peatones y/o ciclistas en bajo, medio o alto. Durante una hora representativa del día entre las 7 a.m. y las 7 p.m., se pueden tomar los siguientes criterios de referencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flujo alto: 30 o más peatones o ciclistas por hora • Flujo medio: de 5 a 30 peatones o ciclistas por hora • Flujo bajo: de 1 a 5 peatones o ciclistas por hora
Barandas peatonales	<p>En el caso de las barandas peatonales deberían ser utilizadas en el borde exterior de las veredas.</p> <p>Las barandas peatonales de tipo barra vertical, con un espacio entre barras no mayor a 13cm deberían ser utilizadas en los siguientes casos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • en lugares donde es esperable que niños menores a los seis años transiten con frecuencia el puente • Donde el puente cruce sobre propiedades, calles urbanas, autopistas, autovías o vías de ferrocarril • Donde la vereda se encuentre a una altura de más de 5m sobre el terreno o nivel de agua • donde el volumen de tránsito peatonal es o será excepcionalmente elevado • donde hay circunstancias que puedan alarmar a los peatones como rápidos en el río, crecidas

	<p>rápidas y otras situaciones que demanden un alto nivel de protección al peatón.</p> <p>En otros casos puede utilizarse cualquier tipo de baranda peatonal.</p>
Condición de la acera peatonal	<p>La condición de una acera peatonal es adecuada si cuenta con un ancho mínimo de 1,2 m o más de ancho cuando no haya otra barrera que separe la calzada de los peatones.</p> <p>Un cordón puede ser utilizado en un puente en alguna de las siguientes situaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • como única separación entre la vereda y la calzada solamente cuando la velocidad máxima permitida sea de 70Km/h o menor • cuando existe también un cordón en los accesos al puente • Cuando sea necesario contener la caída del agua de lluvia desde el borde del tablero. <p>Se recomienda que la altura del cordón por encima de la superficie de la calzada se encuentre entre 15 y 20cm y que su cara lateral tenga por lo menos 10cm de altura contados desde la rasante de la vereda. Al estar el sistema cordón vereda limitado exclusivamente para casos con velocidades menores a los 70Km/h en nivel de seguridad exigido para las barandas vehiculares y peatonales es 1 o 2 según sea el caso.</p>
Condición de la ciclovía	<p>La condición de una ciclovía es adecuada si cuenta con un ancho mínimo de 2,4 m para doble vía de flujo de ciclistas, si está protegida del flujo vehicular por medio</p>

	de un sistema rígido, y si cuenta con buenos accesos en los extremos.
Otros aspectos	
Información	Descripción
Drenajes	El empozamiento de agua puede generar pérdida de fricción entre el vehículo y la calzada, por lo que el puente debe contar con drenajes apropiados.
Publicidad comercial	La publicidad comercial es una fuente de distracción, especialmente si se encuentra muy cercana al flujo de los vehículos, por lo que es un elemento importante de una evaluación de seguridad vial.
Flujo de vehículos pesados	Un flujo alto de vehículos pesados es aquel que supera en promedio el 20% del total del flujo vehicular por dicho puente. Este ítem puede ser evaluado visualmente, observando el movimiento vehicular incluso por un corto periodo de tiempo. En un estudio más detallado sí se recomienda realizar conteos vehiculares.
Transporte público	Es importante observar si hay rutas de transporte público que pasan por el puente y si hay paradas de autobús en sus cercanías, ya que eso generalmente se asocia con flujo de peatones en los alrededores del puente.

FUENTE: Evaluación de seguridad vial de puentes en Costa Rica

CAPÍTULO IV

APLICACIÓN PRÁCTICA

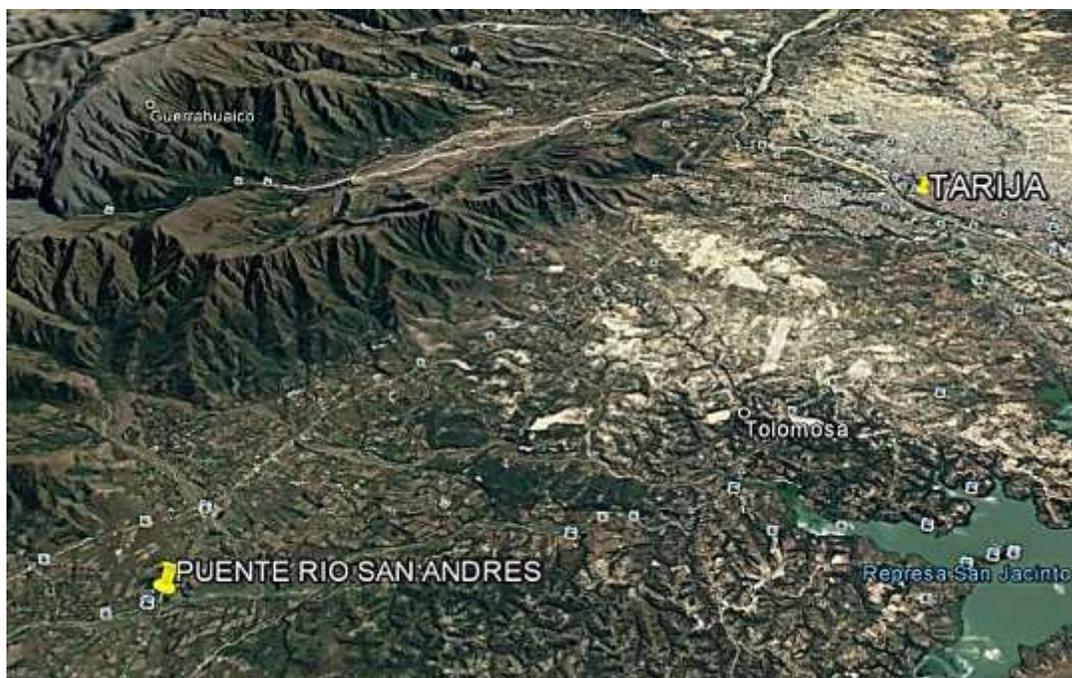
4.1. UBICACIÓN DE LOS PUENTES EN ESTUDIO.

Los puentes en estudio se encuentran ubicados en la provincia de Cercado del departamento de Tarija.

PUENTE SAN ANDRÉS

Este puente se encuentra ubicado en la comunidad de San Andrés que está a una distancia de 25 km de la ciudad de Tarija.

GRÁFICO N° 4. 1. Ubicación del Puente de San Andrés

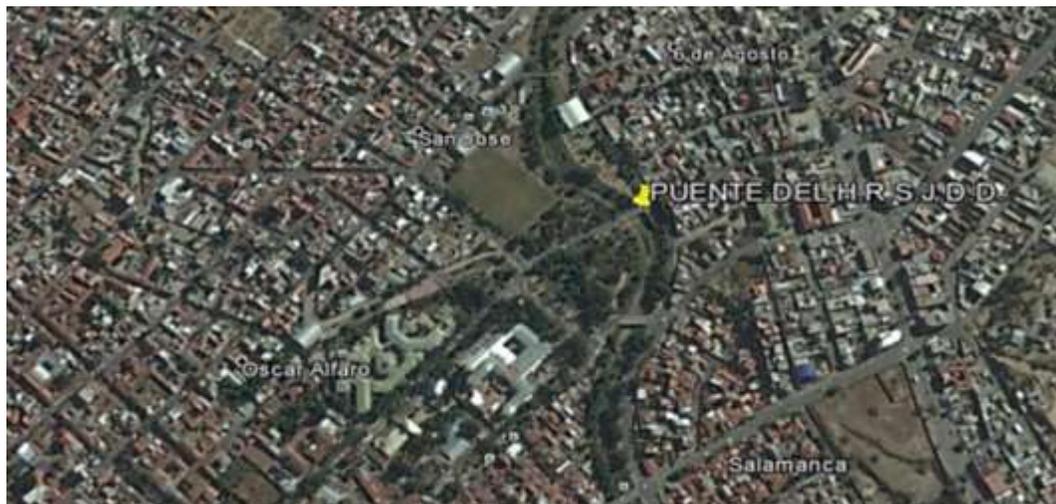


FUENTE: Elaboración propia

PUENTE DEL HOSPITAL SAN JUAN DE DIOS

Este puente atraviesa la quebrada denominada El Monte, une los barrios San José con el barrio Salamanca y 6 de agosto y está sobre la calle Las Chamas.

GRÁFICO N° 4. 2. Ubicación del puente del H.R.S.J.D.D.

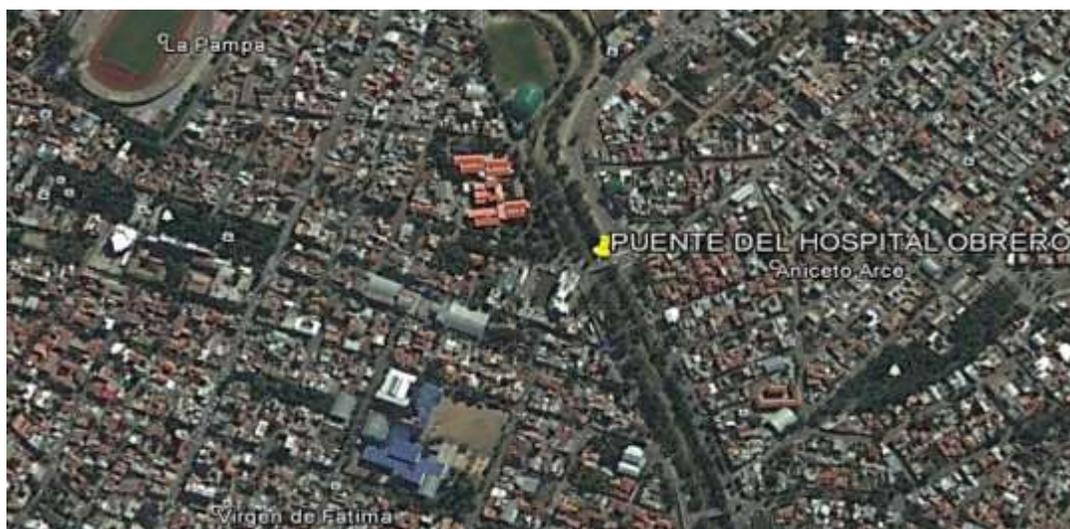


FUENTE: Elaboración propia

PUENTE DEL HOSPITAL OBRERO

Este puente está ubicado en el barrio la Pampa; cruza la quebrada denominada El Monte, y une la Av. Potosí con la Av. La Gamoneda.

GRÁFICO N° 4. 3. Ubicación del Puente del Hospital Obrero

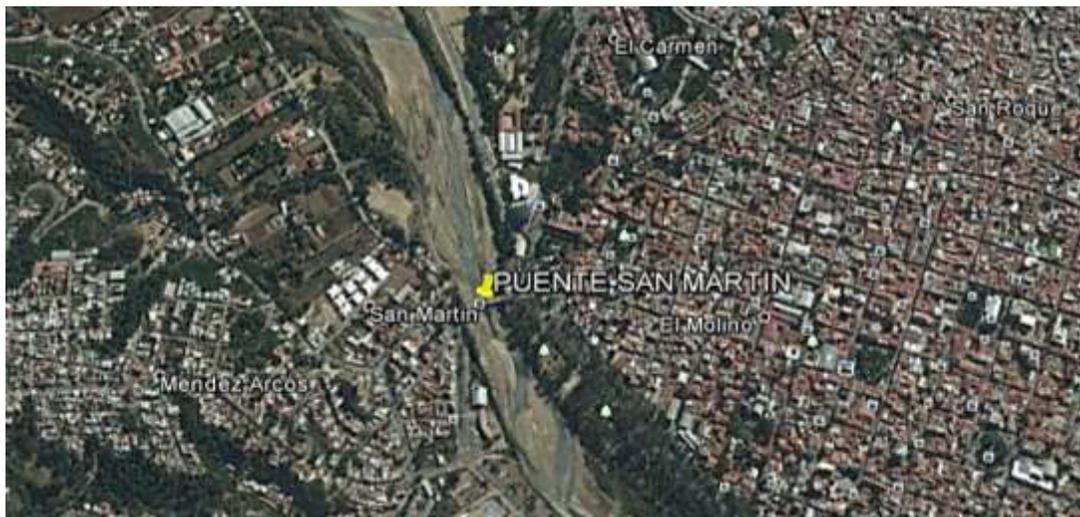


FUENTE: Elaboración propia

PUENTE SAN MARTIN

Este puente se encuentra ubicado en el barrio San Martín y este puente atraviesa el río Guadalquivir.

GRÁFICO N° 4. 4. Ubicación del Puente San Martín



FUENTE: Elaboración propia

PUENTE BICENTENARIO

Este puente se encuentra entre las avenidas La Banda y la avenida Víctor Paz Estenssoro y atraviesa el Río Guadalquivir.

GRÁFICO N° 4. 5. Ubicación del Puente Bicentenario



FUENTE: Elaboración propia

PUENTE BOLÍVAR

Este puente se encuentra entre el barrio la Terminal y el barrio Miraflores y atraviesa el Rio Guadalquivir.

GRÁFICO N° 4. 6. Ubicación del Puente Bolívar



FUENTE: Elaboración propia

4.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS PUENTES

- PUENTE SAN ANDRÉS

Es un puente de hormigón de un carril, porque la calzada tiene un carril disponible para un sentido de circulación con un ancho que mide 4.00 m; la longitud del puente es de 59.70m.; tiene una baranda peatonal de 0.87 m; una vereda peatonal de 0.85m. y un cordón de barrera de 0.25m.

GRÁFICO N° 4. 7. Vista de las características del Puente San Andrés



FUENTE: Elaboración propia

A este puente se lo utiliza para dos sentidos de circulación, los cuales se muestran en la fig. 4.8.

GRÁFICO N° 4. 8. Sentido de los accesos al puente San Andrés



FUENTE: Elaboración propia

- **PUENTE DEL HOSPITAL REGIONAL SAN JUAN DE DIOS**

Es un puente de hormigón de dos carriles, porque es una calzada que tiene un carril disponible para cada sentido de circulación y el ancho de calzada mide 4.75 m; la longitud del puente es de 30.50 m.; tiene una baranda peatonal de 0.90 m; una vereda peatonal de 1 m. y un cordón de barrera de 0.20m.

GRÁFICO N° 4. 9. Vista de las características del Puente del H.R.S.J.D.D.



FUENTE: Elaboración propia

El puente tiene cuatro accesos, los cuales se muestran en la fig. 4.10:

GRÁFICO N° 4. 10. Sentido de los accesos al puente del H.R.S.J.D.D.



FUENTE: Elaboración propia

- PUEENTE DEL HOSPITAL OBRERO

Es un puente de hormigón de dos carriles, porque es una calzada que tiene un carril disponible para cada sentido de circulación y el ancho de calzada mide 7.05 m; la longitud del puente es de 31.45 m.; tiene una baranda peatonal de 0.90 m; una vereda peatonal de 1m. y un cordón de barrera de 0.25m.

GRÁFICO N° 4. 11. Vista de las características del Puente del Hospital Obrero



FUENTE: Elaboración propia

El puente tiene cinco accesos, los cuales se muestran en la fig. 4.12:

GRÁFICO N° 4. 12. Sentido de los accesos al puente del Hospital Obrero



FUENTE: Elaboración propia

- PUEBTE SAN MARTIN

Es un puente de hormigón de dos carriles, porque es una calzada que tiene un carril disponible para cada sentido de circulación y el ancho de calzada mide 7.10 m; la longitud del puente es de 90.35 m.; tiene una baranda peatonal de 0.90 m; una vereda peatonal de 1.15m. y un cordón de barrera de 0.15m.

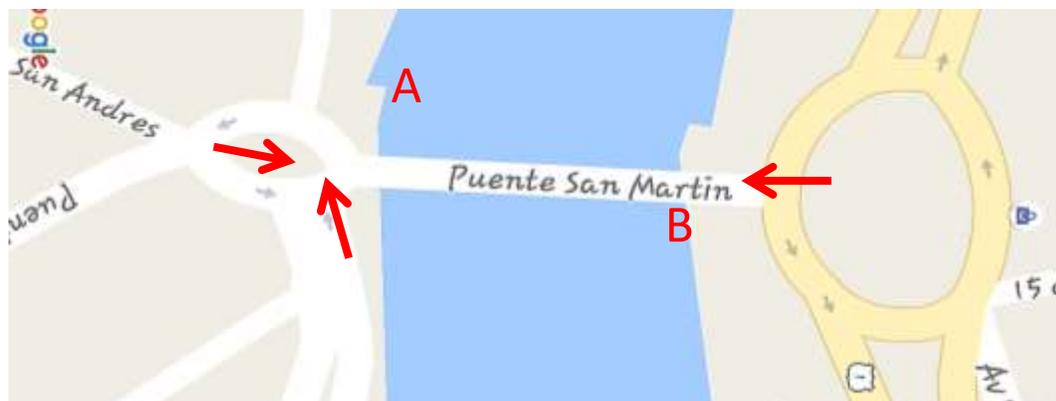
GRÁFICO N° 4. 13. Vista de las características del Puente San Martin



FUENTE: Elaboración propia

El puente tiene tres accesos, los cuales se muestran en la fig. 4.14:

GRÁFICO N° 4. 14. Sentido de los accesos al puente San Martin



FUENTE: Elaboración propia

- PUEBTE BICENTENARIO

Es un puente de hormigón de dos carriles, porque es una calzada que tiene un carril disponible para cada sentido de circulación y el ancho de calzada mide 10.90 m; la longitud del puente es de 162 m.; tiene una baranda peatonal de 1.25 m; una baranda vehicular de 0.75m; una vereda peatonal de 1.40m. y no tiene cordón de barrera.

GRÁFICO N° 4. 15. Vista de las características del Puente Bicentenario



FUENTE: Elaboración propia

El puente tiene cuatro accesos, los cuales se muestran en la fig. 4.16.

GRÁFICO N° 4. 16. Sentido de los accesos al puente Bicentenario



FUENTE: Elaboración propia

- PUEENTE BOLÍVAR

Es un puente de hormigón de dos carriles, porque es una calzada que tiene un carril disponible para cada sentido de circulación y el ancho de calzada mide 10.30m; la longitud del puente es de 152.25 m.; tiene una baranda peatonal de 0.90 m; una vereda peatonal de 1.25m. y un cordón de barrera de 0.30m.

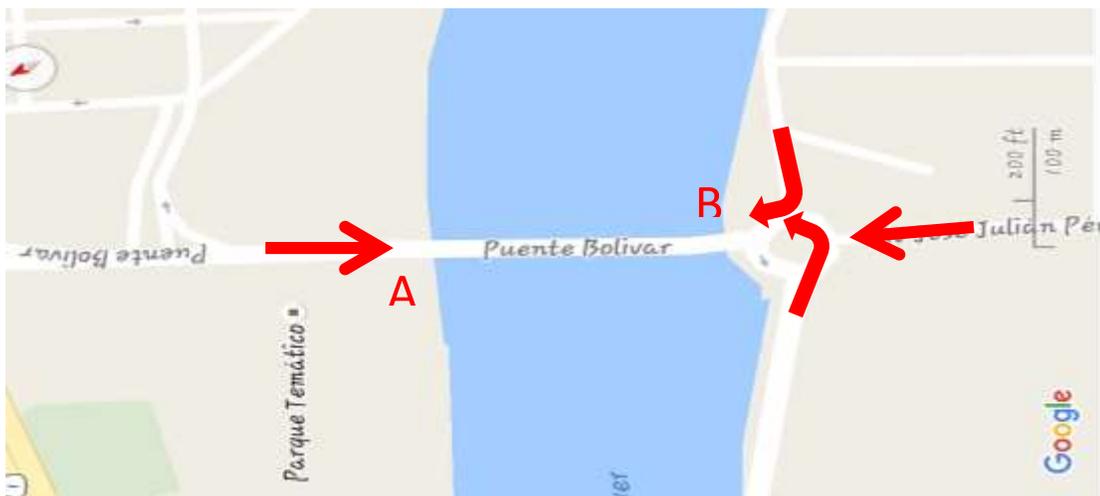
GRÁFICO N° 4. 17. Vista de las características del Puente Bolívar



FUENTE: Elaboración propia

El puente tiene cuatro accesos, los cuales se muestran en la fig. 4.18.

GRÁFICO N° 4. 18.Sentido de los accesos al puente Bolívar



FUENTE: Elaboración propia

4.3. DESCRIPCIÓN DE CADA PUENTE

- PUENTE SAN ANDRÉS

Es un puente caminero con diseño estructural tipo viga de hormigón armado

SUPERESTRUCTURA

Este puente está compuesto por veredas de hormigón armado, baranda peatonal de postes de hormigón y caños galvanizados y la calzada es de pavimento flexible, la misma no tiene el mismo ancho que la carretera o que las vías de acceso.

GRÁFICO N° 4. 19. Superestructura del puente San Andrés



FUENTE: Elaboración propia

SUBESTRUCTURA

La subestructura de este puente está formado por tres pilares y cada pilar con dos columnas circulares de hormigón armado y con estribos contruidos de hormigón armado.

ACCESOS

Los accesos al puente San Andrés son continuos a la carretera y se encuentran al mismo nivel que el puente.

En la unión de la estructura del puente con el acceso al puente existe una brusca variación de desnivel que sobresale del pavimento (fig. 4.20); por lo cual los vehículos entran con precaución.

GRÁFICO N° 4. 20. Desnivel en el acceso del puente San Andrés



FUENTE: Elaboración propia

- **PUENTE DEL HOSPITAL REGIONAL SAN JUAN DE DIOS**

Este es un puente caminero con diseño estructural tipo viga de hormigón armado.

SUPERESTRUCTURA

El puente tiene veredas de hormigón armado; baranda peatonal de postes de hormigón y caños galvanizados; la calzada del puente posee una carpeta de pavimento flexible siendo está más angosta que el ancho de la carretera. La calzada también posee drenaje pluvial (fig. 4.22) y posee una carpeta de pavimento flexible.

GRÁFICO N° 4. 21. Superestructura del puente del H.R.S.J.D.D.



FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 22. Drenaje pluvial del puente del H.R.S.J.D.D.



FUENTE: Elaboración propia

SUBESTRUCTURA

El puente consta de un pilar de hormigón armado y dicho pilar tiene dos apoyos; los estribos están hechos de hormigón (Fig. 4.23).

GRÁFICO N° 4. 23. Subestructura del puente del H.R.S.J.D.D



FUENTE: Elaboración propia

ACCESOS

Los accesos al puente del H.R.S.J.D.D., el acceso en el punto A se encuentran al mismo nivel que el puente y el acceso del punto B tiene pendiente.

En la unión de la estructura del puente con el acceso al mismo existe una brusca variación de desnivel que sobre sale del pavimento (fig. 4.24); por lo cual los vehículos entran con precaución.

GRÁFICO N° 4. 24. Desnivel en el acceso al puente del H.R.S.J.D.D.



FUENTE: Elaboración propia

- PUNTE DEL HOSPITAL OBRERO

Es un puente caminero con diseño estructural tipo viga de hormigón armado

SUPERESTRUCTURA

Este puente posee veredas de hormigón armado; baranda peatonal de postes de hormigón y caños galvanizados; la calzada tienen una carpeta de pavimento flexible y posee drenaje pluvial a las orillas de la calzada (Fig. 4.26)

GRÁFICO N° 4. 25. Subestructura del puente del Hospital Obrero



FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 26. Drenaje pluvial del puente del Hospital Obrero



FUENTE: Elaboración propia

SUBESTRUCTURA

El puente está conformado por dos pilares de hormigón armado, los cual tienen tres apoyos en cada pilar (Fig. 4.27). Y posee estribos formados de hormigón.

GRÁFICO N° 4. 27. Subestructura Pilar del puente del Hospital Obrero



FUENTE: Elaboración propia

ACCESOS

Los accesos hacia el puente del Hospital Obrero tienen una pendiente, lo que hace que el tránsito sea retardado.

En la unión de la estructura del puente con el acceso al mismo existe una brusca variación de desnivel que sobresale del pavimento en ambos puntos de acceso (fig. 4.28 – 4.29) por lo cual los vehículos entran con precaución.

GRÁFICO N° 4. 28. Desnivel en el punto” A” del puente del Hospital Obrero



FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 29. Desnivel en el punto” B” del puente del Hospital Obrero



FUENTE: Elaboración propia

- PUEENTE SAN MARTIN

Es un puente caminero con diseño estructural tipo viga, según los materiales utilizados es un puente mixto ya que está compuesto de piedra y hormigón.

SUPERESTRUCTURA

Este puente posee veredas de hormigón armado; baranda peatonal de postes de hormigón armado y un caño galvanizado; la calzada está compuesta por una carpeta de pavimento flexible y tienen drenaje pluvial en las orillas de la calzada (Fig. 4.31).

GRÁFICO N° 4. 30. Superestructura del puente San Martin



FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 31. Drenaje pluvial del puente San Martin



FUENTE: Elaboración propia

SUBESTRUCTURA

Este puente posee cinco pilares formados por mampostería de piedra que sostienen la superestructura; los estribos también están hechos de mampostería de piedra.

GRÁFICO N° 4. 32. Subestructura del puente San Martin



FUENTE: Elaboración propia

ACCESOS

El acceso “A” hacia el puente San Martin es una rotonda que tiene un pequeña pendiente lo que hace que el transito sea retardado, y el acceso en el punto “B” está a nivel con el puente.

En ambos accesos del puente San Martin; en la unión de la estructura del puente y el accesos existe una brusca variación de desnivel que sobre sale del pavimento como se puede observar (figuras 4.33 - 4.34), por lo que los automóviles entran al puente con sumo cuidado.

GRÁFICO N° 4. 33. Acceso en el punto” A” del puente San Martín



FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 34. Acceso en el punto” B” del puente San Martin



FUENTE: Elaboración propia

- PUEBTE BICENTENARIO

Es un puente caminero con diseño estructural tipo viga de hormigón armado

SUPERESTRUCTURA

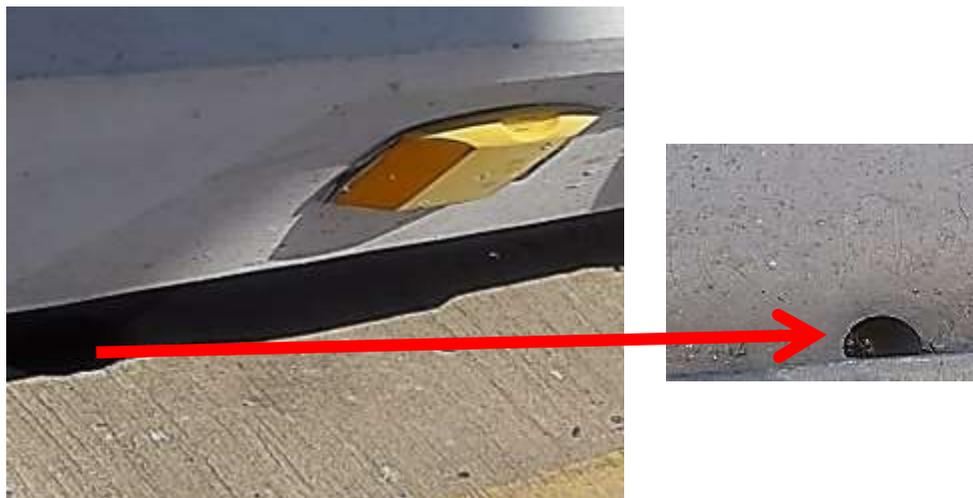
Este puente tiene veredas de hormigón armado; baranda vehicular de hormigón armado y baranda peatonal de postes de hormigón y caños galvanizados; en los lados de la calzada del puente tiene drenaje pluvial (Fig. 4.36) y la calzada posee una carpeta de pavimento rígido.

GRÁFICO N° 4. 35. Superestructura del puente Bicentenario



FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 36. Drenaje pluvial en el puente Bicentenario



FUENTE: Elaboración propia

SUBESTRUCTURA

La subestructura del puente Bicentenario está construida por tres pilares y cada pilar con dos columnas circulares para sostener la superestructura y los estribos están contruidos de hormigón.

GRÁFICO N° 4. 37. Subestructura del puente Bicentenario



FUENTE: Elaboración propia

ACCESOS

El acceso “A” del puente Bicentenario es una rotonda que tiene un pequeña pendiente lo que hace que el transito sea retardado, y el acceso en el punto “B” está a nivel con el puente.

En ambos accesos del puente Bicentenario en la unión de la estructura del puente y el accesos existe una brusca variación de desnivel que sobre sale del pavimento como se puede observar (figuras 4.38) por lo que los automóviles entran al puente con sumo cuidado.

GRÁFICO N° 4. 38. Desnivel en el puente Bicentenario



FUENTE: Elaboración propia

- PUEBTE BOLÍVAR

Es un puente caminero con diseño estructural tipo viga de hormigón armado

SUPERESTRUCTURA

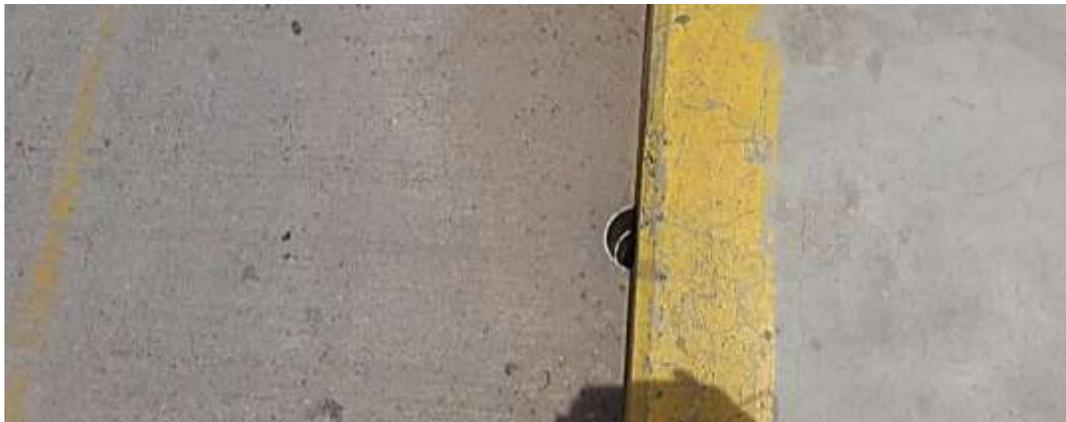
Este puente tiene veredas de hormigón armado; baranda peatonal de postes de hormigón y caños galvanizados; la calzada tiene el mismo ancho que la carretera de acceso, en los lados de la calzada del puente tiene drenaje pluvial (Fig. 4.40) y tiene una carpeta de pavimento rígido

GRÁFICO N° 4. 39. Superestructura del puente Bolívar



FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 40. Desagüe del puente Bolívar



FUENTE: Elaboración propia

SUBESTRUCTURA

Formado por cuatro pilares y cada pilar con tres columnas circulares (fig. 4.41), las cuales sostienen la superestructura; sus estribos están contruidos de hormigón.

GRÁFICO N° 4. 41. Subestructura del puente Bolívar, pilares y estribos



FUENTE: Elaboración propia

ACCESOS

El acceso en el punto A se encuentra al mismo nivel que se encuentra el puente, y este tiene el mismo ancho de calzada que el puente.

En el punto B antes del acceso hay una rotonda; y el acceso en si se encuentra a una misma altura que el puente.

En la unión de la estructura del puente con el acceso, antes de la junta se encuentra una brusca variación de desnivel que sobre sale del pavimento (Fig. 4.42) por el cual los automóviles entran al puente con precaución.

GRÁFICO N° 4. 42. Desnivel en el puente Bolívar



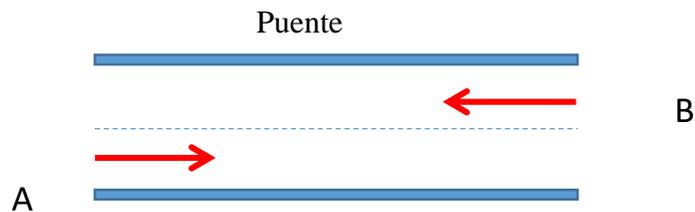
FUENTE: Elaboración propia

4.4. CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO VEHICULAR EN CADA UNO DE LOS PUENTES.

4.4.1. Aforos

Para la caracterización se efectuó el aforo del volumen de automóviles en el puente, teniendo un puntos de aforo, en el cual se hacia el conteo de automóviles que ingresaban del punto A –B y los que ingresaban del punto B-A (Fig. 4.43).

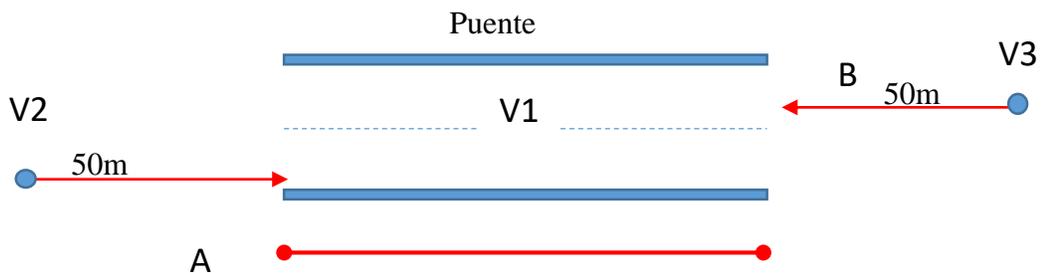
GRÁFICO N° 4. 43. Aforo de volumen vehicular



FUENTE: Elaboración propia

También se hizo el aforo de las velocidades que implementan los automóviles, este aforo se lo efectuó en tres partes tomando la velocidad en el puente V1 y tomando la velocidad puntual a 50m antes de cada ingreso hacia el puente V2-V3. (Fig. 4.44).

GRÁFICO N° 4. 44. Aforo de la velocidad vehicular



FUENTE: Elaboración propia

El aforo se hizo en los puentes:

- San Andrés
- Del Hospital Regional San Juan de Dios
- Del Hospital Obrero
- Puente San Martín
- Bicentenario
- Bolívar

El aforo se lo generó por el tiempo de una semana por puente, tomando los días lunes - Martes - Miércoles - Jueves - Viernes y Sábado en los horarios picos que son 07:00 – 08:00; 12:00 – 13:00 y 17:00 – 18:00.

Todos los datos obtenidos se los presenta en tablas como anexos.

4.4.2. Procesamiento de datos

Para el procesamiento de los datos de:

VOLUMEN:

1.- Teniendo los datos de aforo numéricos de vehículos pesados, medianos y livianos, se hace la suma total por tramo en cada horario pico.

Se presentan las tablas de datos en el ANEXO 2

GRÁFICO N° 4. 45. Puntos de acceso del puente del H.R.S.J.D.D.



FUENTE: Elaboración propia

TABLA N° 4. 1. Datos de aforo del puente del H.R.S.J.D.D.

LUNES

7:00-8:00 am

ENTRADA	PESADO	MEDIANO	LIVIANO	TOTAL
A - B	1	43	269	313
B - A	3	66	371	440

12:00-13:00 pm

ENTRADA	PESADO	MEDIANO	LIVIANO	TOTAL
A - B	2	65	267	334
B - A	4	127	498	629

18:00-19:00 pm

ENTRADA	PESADO	MEDIANO	LIVIANO	TOTAL
A - B	1	41	223	265
B - A	2	84	430	516

MARTES

7:00-8:00 am

ENTRADA	PESADO	MEDIANO	LIVIANO	TOTAL
A - B	3	32	238	273
B - A	4	55	339	398

12:00-13:00 pm

ENTRADA	PESADO	MEDIANO	LIVIANO	TOTAL
A - B	2	41	186	229
B - A	6	72	316	394

18:00-19:00 pm

ENTRADA	PESADO	MEDIANO	LIVIANO	TOTAL
A - B	0	35	181	216
B - A	2	72	308	382

MIERCOLES

7:00-8:00 am

ENTRADA	PESADO	MEDIANO	LIVIANO	TOTAL
A - B	4	47	295	346
B - A	1	54	401	456

12:00-13:00 pm

ENTRADA	PESADO	MEDIANO	LIVIANO	TOTAL
A - B	2	52	244	298
B - A	5	108	486	599

18:00-19:00 pm

ENTRADA	PESADO	MEDIANO	LIVIANO	TOTAL
A - B	1	64	244	309
B - A	3	73	420	496

JUEVES

7:00-8:00 am

ENTRADA	PESADO	MEDIANO	LIVIANO	TOTAL
A - B	1	40	228	269
B - A	8	49	317	374

12:00-13:00 pm

ENTRADA	PESADO	MEDIANO	LIVIANO	TOTAL
A - B	2	40	246	288
B - A	4	53	319	376

18:00-19:00 pm

ENTRADA	PESADO	MEDIANO	LIVIANO	TOTAL
A - B	2	47	214	263
B - A	4	53	300	357

VIERNES

7:00-8:00 am

ENTRADA	PESADO	MEDIANO	LIVIANO	TOTAL
A - B	5	23	249	277
B - A	4	30	200	234

12:00-13:00 pm

ENTRADA	PESADO	MEDIANO	LIVIANO	TOTAL
A - B	1	54	295	350
B - A	2	40	172	214

18:00-19:00 pm

ENTRADA	PESADO	MEDIANO	LIVIANO	TOTAL
A - B	0	41	275	316
B - A	1	33	253	287

SABADO

7:00-8:00 am

ENTRADA	PESADO	MEDIANO	LIVIANO	TOTAL
A - B	4	14	179	197
B - A	2	18	173	193

12:00-13:00 pm

ENTRADA	PESADO	MEDIANO	LIVIANO	TOTAL
A - B	4	62	287	353
B - A	5	30	147	182

18:00-19:00 pm

ENTRADA	PESADO	MEDIANO	LIVIANO	TOTAL
A - B	3	55	331	389
B - A	0	29	174	203

FUENTE: Elaboración propia

2.-Seguidamente hacemos una tabla resumen por puente, teniendo volumen en sentido A-B y volumen en sentido B-A, cada volumen medido en horario pico. (ANEXO 3)

TABLA N° 4. 2. Volumen para el sentido A-B y B-A

VOLUMEN DE SENTIDO A – B

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:01	313	273	346	269	277	197	279
12:00 - 13:01	334	229	298	288	350	353	309
18:00 - 19:03	265	216	309	263	316	389	293
							294

VOLUMEN DE SENTIDO B – A

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:01	440	398	456	374	234	193	349
12:00 - 13:01	629	394	599	376	214	182	399
18:00 - 19:03	516	382	496	357	287	203	374
							374

FUENTE: Elaboración propia

3.- Realizamos el resumen total de volumen incluyendo ambos tramos en horario pico. Se presentan las tablas en el (ANEXO 4)

TABLA N° 4. 3. Resumen de aforos del puente del H.R.S.J.D.D.

VOLUMEN TOTAL DE AMBOS SENTIDOS

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	753	671	802	643	511	390	628
12:00 - 13:00	963	623	897	664	564	535	708
18:00 - 19:02	781	598	805	620	603	592	667
							668

FUENTE: Elaboración propia

VELOCIDAD

1.- Una vez teniendo los datos de aforo de las velocidades, realizamos la depuración de datos con la aplicación de estadística; sacándola media, la desviación, y con el dato de la desviación calculamos los rangos, los cuales llegan a ser los datos correspondientes para el análisis.

Se muestra la tabla de datos aforados de la velocidad V1 del puente de H.R.S.J.D.D. el resto de los datos obtenidos de aforo se mostraran en las tablas de ANEXOS 5

PUENTE DEL H.R.S.J.D.D.

PUNTO 1 = V1

TABLA N° 4. Datos aforados del H.R.S.J.D.D.

		VELOCIDAD (km/h)																	
		LUN.	LUN.	LUN.	MAR.	MAR.	MAR.	MIER.	MIER.	MIER.	JUE.	JUE.	JUE.	VIE.	VIE.	VIE.	SAB.	SAB.	SAB.
		7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
LIVIANOS	24,20	30,37	22,65	26,93	20,53	34,47	25,61	22,98	27,41	20,00	10,01	26,22	22,98	18,93	18,15	26,29	11,97	26,93	
	21,45	17,91	9,80	27,34	19,54	24,52	25,55	20,72	22,01	20,92	21,62	23,42	18,64	25,20	14,40	16,84	15,89	19,72	
	26,10	16,31	14,39	24,58	18,03	20,11	20,19	21,16	20,00	22,65	33,83	21,66	25,79	31,14	27,96	17,80	27,20	17,24	
	24,80	23,73	20,45	23,83	17,94	20,19	14,22	23,57	24,20	22,93	29,47	18,71	22,10	15,93	19,79	20,30	22,93	9,15	

17,85	20,61	22,15	26,74	13,16	26,48	17,32	25,73	21,29	20,38	24,63	24,69	25,49	14,24	23,68	25,08	19,61	30,71
22,65	26,67	17,05	26,93	25,38	15,98	19,40	27,27	15,59	23,93	5,63	24,09	15,96	22,37	18,90	17,94	27,20	18,61
22,98	23,27	19,00	22,37	21,24	19,51	20,00	30,53	15,48	27,13	6,51	21,00	23,13	19,97	21,16	47,25	20,00	19,30
12,82	17,34	16,24	26,41	33,42	13,86	24,97	18,67	19,20	20,34	8,48	22,98	20,88	26,74	13,63	17,32	29,79	26,16
20,23	21,41	21,12	24,52	21,33	22,10	23,47	17,24	20,08	24,91	11,92	18,52	28,40	24,04	19,86	32,34	27,68	23,57
26,35	21,49	22,60	21,20	20,00	22,70	24,31	20,15	19,00	21,62	14,20	25,85	18,97	27,75	18,45	16,14	10,67	18,55
23,47	23,83	16,61	25,79	12,60	19,03	27,47	26,35	19,33	24,41	19,37	18,97	22,79	37,54	25,55	31,96	16,92	19,06
19,27	19,51	18,61	21,12	17,57	21,24	23,68	20,96	22,84	17,46	6,97	25,26	30,28	21,33	16,97	22,98	30,12	32,72
21,41	17,85	20,08	25,43	23,83	21,49	20,26	29,95	19,58	19,75	15,68	15,98	19,68	21,71	19,13	18,33	22,01	21,20
17,85	18,55	18,15	21,71	18,67	11,89	25,73	23,03	26,54	36,18	10,93	14,20	15,86	20,19	21,12	22,42	17,54	23,08
23,93	26,67	20,53	21,88	22,10	22,74	24,63	27,47	22,24	28,77	12,21	20,88	24,58	26,16	32,92	18,00	26,04	31,77
20,08	20,84	20,34	26,35	17,21	20,76	18,03	37,41	16,94	23,27	12,40	16,00	15,93	19,93	22,01	22,37	17,10	19,30
18,33	28,77	20,72	22,01	23,99	24,69	23,63	15,44	19,54	20,19	13,05	20,84	24,52	25,08	16,89	25,91	20,68	20,96
22,24	22,51	22,46	17,57	14,83	17,65	26,48	25,73	19,47	15,46	16,19	21,12	18,74	24,25	25,61	17,71	22,56	23,68
24,80	20,30	20,11	25,26	19,00	18,27	28,77	26,54	22,24	20,11	20,76	21,66	19,40	24,69	19,79	17,68	26,61	23,18
25,20	23,63	31,05	20,15	24,41	20,45	22,89	15,98	12,79	22,42	23,52	29,23	21,54	21,49	17,71	20,30	24,58	20,23
19,33	21,62	21,45	21,97	17,15	20,23	22,28	8,10	27,61	16,56	16,56	21,84	24,52	27,68	19,44	24,31	20,41	19,86
14,46	22,65	20,08	30,28	13,82	23,93	19,72	25,32	24,20	25,91	28,11	27,96	27,41	23,57	15,46	27,96	18,55	20,96
15,70	24,52	28,25	24,91	29,08	17,15	25,03	22,10	29,55	21,58	20,08	17,91	24,80	29,79	20,08	20,80	19,75	23,63
23,13	17,07	17,34	14,20	17,68	17,15	29,31	17,91	18,64	22,74	21,58	30,53	20,45	21,92	19,75	23,93	24,25	20,30
21,04	20,11	24,31	17,46	22,24	25,32	22,51	19,75	15,55	21,00	21,00	24,25	25,38	20,15	21,49	16,97	29,63	20,19
20,11	19,68	17,32	23,27	22,51	26,61	19,27	19,89	20,80	20,72	15,66	10,91	18,80	22,42	17,48	26,74	17,91	15,77
16,61	21,45	32,34	15,48	16,63	13,69	27,27	30,03	16,84	17,74	17,88	22,60	25,49	21,08	14,83	15,44	15,55	21,88
24,63	21,37	22,28	19,51	25,55	17,80	23,83	18,58	20,45	14,39	30,12	15,57	20,04	21,12	22,46	18,71	15,98	23,32
27,27	16,53	21,92	30,53	17,40	23,88	17,71	19,82	20,11	14,89	17,21	18,97	22,42	30,88	29,39	23,73	19,23	22,24

18,36	26,74	16,46	23,42	23,22	22,42	20,80	19,23	23,52	26,87	17,91	18,52	15,27	25,55	28,18	23,03	22,79	19,86
13,88	28,33	19,40	24,52	16,41	19,06	24,97	17,82	14,18	19,97	12,90	19,10	16,86	19,68	15,80	19,16	22,93	18,15
25,67	20,92	20,00	18,39	21,88	28,62	20,57	17,77	18,03	18,18	16,76	20,96	11,47	22,70	18,36	20,92	26,54	17,94
17,80	24,15	18,61	15,44	19,13	23,83	23,32	23,08	16,19	19,23	14,79	19,27	34,15	27,27	23,99	23,83	21,79	17,54
20,34	23,37	22,74	19,89	5,28	17,97	22,33	21,24	20,80	20,30	23,13	23,63	20,38	35,94	25,14	21,84	17,21	16,19
17,82	26,10	25,85	27,41	11,41	21,41	25,08	30,53	22,89	17,60	9,69	21,37	16,03	27,34	17,05	25,85	15,55	22,24
20,30	20,41	10,49	24,47	24,31	28,33	25,73	26,35	22,98	21,92	20,41	26,48	22,93	15,06	25,38	18,61	19,82	19,61
24,09	17,65	22,19	22,24	9,35	17,77	21,00	14,35	18,80	19,33	21,45	25,67	16,24	29,39	22,19	30,79	21,97	16,31
17,15	22,37	22,60	23,03	32,34	25,98	23,18	27,13	15,82	19,97	20,61	18,09	31,68	24,09	29,95	26,16	15,86	19,40
26,04	28,55	21,84	25,08	21,37	23,99	26,87	16,56	17,88	21,00	28,18	15,12	18,97	20,11	22,33	29,39	18,71	20,57
20,23	23,37	20,64	21,97	28,04	23,37	21,75	21,20	20,30	17,29	12,88	15,31	23,93	23,99	18,15	22,74	24,80	26,87
23,27	19,61	23,73	12,88	26,93	12,34	22,79	8,54	23,73	17,85	17,40	19,23	22,89	16,07	18,84	13,00	23,22	21,66
21,88	21,08	19,75	21,08	29,95	17,85	21,66	20,96	23,13	20,34	13,13	22,79	19,37	16,10	21,88	20,64	31,41	20,57
16,05	23,18	16,31	22,60	25,20	10,03	22,15	32,15	12,26	14,50	21,37	16,22	25,91	16,81	17,18	19,54	21,66	28,85
22,19	14,71	18,00	20,64	23,03	12,46	12,10	31,05	20,38	21,12	18,12	21,54	24,09	22,89	16,39	15,91	21,08	18,52
18,09	12,25	37,80	18,97	16,74	26,74	23,63	33,83	9,97	24,86	6,31	19,27	21,04	28,40	20,11	18,09	20,23	20,88
23,73	20,30	22,42	29,63	26,10	17,97	26,67	25,32	21,62	24,80	23,88	16,31	15,70	18,77	19,97	20,08	28,25	29,00
18,84	37,16	20,00	14,69	20,19	19,03	21,75	11,92	15,70	26,22	19,61	14,27	30,03	23,83	14,18	25,03	21,04	23,47
24,47	15,84	18,84	17,32	25,26	18,39	15,29	20,23	18,61	21,24	11,69	20,19	25,79	19,44	15,31	25,49	26,35	16,05
21,41	27,96	16,22	13,95	21,84	12,67	22,70	27,20	19,72	20,64	15,18	24,86	23,13	23,03	16,34	20,61	20,00	17,54
22,89	20,23	23,63	17,24	18,58	11,76	27,41	26,10	18,36	21,33	22,84	25,08	23,03	21,49	11,95	22,89	27,47	30,97
24,20	24,04	18,27	19,40	22,10	19,93	16,19	23,52	21,45	21,29	20,76	15,73	20,57	17,91	24,15	27,07	25,98	21,16
21,24	23,52	19,33	22,42	11,81	17,13	24,20	14,29	18,71	17,46	22,10	8,66	28,55	20,80	22,24	23,63	18,93	20,88
22,65	22,65	22,70	22,28	16,63	18,49	16,41	24,04	23,47	18,27	17,60	11,85	18,21	21,29	28,55	15,31	16,07	20,53
31,87	16,74	22,70	17,40	19,54	15,53	16,12	19,40	24,58	22,01	24,15	18,21	20,68	16,12	23,22	19,54	21,84	19,44

21,37	19,93	21,08	13,86	23,63	18,58	22,79	15,12	19,13	22,15	15,46	17,10	16,36	21,29	24,80	19,72	24,15	21,88
21,24	23,57	17,18	21,71	18,12	22,46	28,33	19,68	16,56	24,80	22,93	11,40	22,70	12,49	22,70	17,07	17,57	31,50
22,65	17,60	12,28	25,38	27,41	20,92	16,10	24,58	20,76	13,00	22,01	8,22	10,56	24,74	13,89	16,48	21,33	21,92
31,87	27,41	16,76	21,45	23,42	27,00	18,18	30,12	15,93	20,68	28,33	13,82	21,97	25,55	22,33	18,84	25,85	21,58
21,37	21,04	16,22	16,71	21,97	26,93	22,28	7,99	24,36	24,15	23,88	22,65	24,52	24,41	23,18	19,75	20,72	20,23
22,01	21,37	23,57	17,15	27,61	21,88	21,16	25,03	17,48	15,57	30,53	20,84	23,18	18,39	26,04	24,80	19,40	23,57
27,07	23,32	23,47	22,98	21,41	26,29	25,67	13,67	23,32	17,77	28,77	25,49	25,79	27,47	14,56	22,89	19,61	18,90
19,44	21,24	23,68	22,70	19,16	24,58	20,15	12,29	19,33	25,98	11,13	17,46	25,67	26,93	15,80	35,48	20,72	22,42
21,88	20,00	16,92	21,62	21,84	20,57	27,00	15,46	15,42	19,93	18,58	14,24	20,68	17,85	15,42	16,81	22,89	19,61
19,10	20,04	23,93	21,08	21,58	27,13	24,04	19,44	6,15	18,90	16,58	13,75	19,75	19,93	21,75	19,75	19,27	23,22
23,52	23,68	25,55	29,71	22,10	14,50	29,31	17,80	19,82	22,19	21,29	17,65	23,13	31,14	20,30	22,33	21,54	18,64
16,53	22,93	18,12	20,80	18,18	21,41	24,41	22,15	21,97	20,49	19,79	16,00	20,92	19,65	22,89	23,73	22,84	18,36
24,31	28,62	14,64	23,68	20,34	26,67	17,68	9,46	19,75	20,00	18,90	11,88	19,65	17,37	23,13	25,61	15,14	16,24
26,48	21,24	21,33	23,68	23,68	17,71	25,79	15,62	16,68	22,15	22,28	21,79	18,80	26,80	24,20	17,37	21,54	22,89
24,04	23,13	20,72	16,89	24,25	13,16	25,26	25,32	16,74	30,53	30,71	15,70	17,29	18,93	22,24	23,47	30,71	29,87
22,37	12,01	18,33	22,70	24,09	14,09	19,86	19,03	21,97	19,89	22,93	16,03	25,20	19,37	28,47	18,09	29,23	13,26
21,00	18,97	18,90	20,84	16,94	21,16	20,49	24,04	23,03	19,51	20,00	18,90	19,75	24,63	20,49	18,77	20,64	17,43
31,68	18,87	14,05	18,58	18,18	18,58	17,29	19,58	30,79	21,54	26,87	18,93	29,55	12,17	21,54	19,68	21,84	22,15
22,06	22,42	22,56	17,68	23,42	14,75	19,75	28,92	13,69	20,49	19,20	21,12	22,89	19,58	21,04	21,08	25,61	21,88
21,58	18,61	28,25	23,68	25,73	18,45	18,67	20,38	18,06	17,32	22,98	25,38	23,32	15,42	19,00	21,66	26,80	12,33
15,46	19,06	23,99	18,27	24,25	24,04	24,47	23,73	17,91	20,34	18,64	26,93	14,40	21,54	20,84	11,77	25,98	17,62
16,58	14,24	22,93	25,85	17,94	14,89	25,38	23,78	23,13	21,37	31,59	21,62	13,77	24,25	23,27	19,75	15,89	14,87
24,97	24,41	21,12	21,37	17,62	18,18	23,22	24,91	18,49	17,05	19,79	19,37	26,87	19,27	25,91	26,04	17,32	18,09
13,95	24,09	15,16	20,26	23,32	19,89	25,32	21,20	19,00	23,03	30,12	17,60	23,63	20,80	26,41	18,93	28,55	18,77
18,55	30,12	23,88	18,90	19,10	23,63	25,03	13,13	21,49	19,65	16,34	27,13	25,03	22,10	21,41	22,79	28,04	24,58

27,13	18,87	24,74	25,98	23,42	17,37	17,02	20,04	27,89	13,18	20,15	19,75	20,34	19,61	19,79	24,63	28,25	20,08
22,19	25,85	24,74	23,13	23,08	19,20	28,25	10,46	26,35	19,93	22,42	17,07	16,48	23,78	19,54	22,28	28,85	21,84
21,49	22,70	19,33	22,60	17,80	13,32	23,78	23,32	20,61	23,52	22,10	18,18	32,92	23,57	28,33	26,80	21,84	23,18
21,84	27,89	24,86	16,61	15,55	18,49	26,22	24,36	23,52	16,36	23,73	11,86	26,41	23,08	21,71	26,48	26,04	21,79
24,91	27,13	13,35	22,74	20,96	14,56	23,37	22,10	18,74	18,67	22,37	19,51	22,46	18,00	14,81	19,51	26,54	20,45
18,80	24,86	24,20		24,41	17,32	23,37	20,19	23,93	26,54	16,26	19,06	22,15	22,79	22,33	21,45	26,61	17,71
21,58	23,32	25,14		15,70	19,51	26,35	21,92	21,54	20,30	19,51	20,19	25,26	20,49	25,14	20,92	22,89	19,79
23,99		30,71		11,76	14,13	21,45	17,07	21,58	24,36	22,60	19,93	15,84	26,10	18,09	22,10	29,95	18,03
34,36		16,92			26,61	25,03	26,35	18,45	23,03	21,75	19,23	25,08	14,89	15,55	23,78	25,67	17,46
23,88		9,67			20,80	41,06	25,08	21,84	18,18	21,54	16,41	17,37	18,71	18,03	16,66	15,86	22,19
22,15		17,60			14,69	21,00	18,90	19,20	22,93	15,62	19,03	21,84	27,47	23,93	34,26	22,65	20,30
21,49		34,47			19,54	27,34	20,68	22,42	18,77	20,08	18,55	23,83	35,94	24,86	18,30	25,32	15,64
18,06		21,08			18,90	22,42	15,57	21,62	14,67	16,34	17,29	13,21	25,55	20,57	24,41	12,41	10,07
23,27		18,12			21,49	27,82	29,15	21,88	18,61	19,72	22,65	19,27	17,18	21,33	24,69	16,66	20,38
22,51		23,83			24,52	20,41	17,74	21,33	17,71	18,18	21,58	24,09	20,88	19,33	25,73	23,13	16,19
19,65		23,22			19,65	20,61	23,27	26,10	22,98	16,58	6,77	30,12	22,56	20,23	19,65	30,28	21,20
22,15		20,34			22,89	19,75	19,03	19,68	25,91	22,24	14,91	18,97	18,36	21,16	23,93	23,93	24,41
21,00		27,82			22,19	26,04	26,48	26,74	22,89	15,80	20,30	23,18	19,13	25,08	29,79	21,54	19,51
17,97		23,83			17,13	23,32	28,47	16,53	23,68	26,22	18,06	19,93	20,61	19,82	15,35	29,79	15,77
18,87		19,47			15,89	17,68	30,12	20,84	15,86	29,79	15,23	23,47	17,32	21,37	22,84	24,04	9,42
29,55		22,24			26,93	31,50	23,32	21,29	24,15	17,37	18,39	25,91	21,54	18,36	22,15	25,43	17,54
18,84		20,34			16,92	22,24	21,75		22,37	23,18	12,70	20,53	26,10	21,49	17,46	21,92	23,27
20,88		16,46			13,42	27,89	21,54		16,05	23,13	15,91	21,71	22,33	21,66	20,68	23,32	20,45
23,52		21,54			12,94	26,10	23,63		23,03	24,20	19,61	25,55	17,68	14,25	20,26	20,04	19,51
23,52		22,37			16,39	21,79	32,24		24,52		16,12	21,24	23,32	27,54	17,71	19,47	23,68

21,97		22,06			21,66	20,57	24,09		16,68		25,91	21,08	21,12	17,10	19,30	15,12	24,31
21,33		28,85			17,26	22,28	20,53		22,89		18,74	18,09	29,63	20,08	18,42	20,26	18,45
17,40		19,37			22,89	25,61	18,84		15,06		13,74	16,86	17,51	19,89	18,97	25,03	21,24
18,97		29,63			15,57	22,70	22,01		24,15		22,06	20,57	21,75	18,74	22,84	22,74	19,23
23,32		13,69			18,77	18,09	17,57		22,70		10,58	20,08	14,05	13,24	24,80	13,27	18,90
		13,70			12,66	22,93	19,86		17,82		19,27	21,20	22,89	19,51	28,04	16,41	24,69
		21,29			15,84	23,57	28,70		18,24		15,42	27,20	21,20	23,18	28,11	19,86	23,47
		21,33			23,13	24,36	16,29		22,98		21,41	25,73	18,58	26,10	20,64	21,84	19,58
		20,38			18,36	17,94			27,89		28,18	21,62	26,61	19,33	24,74	18,33	16,17
					11,07	18,00			24,31		15,82	16,07	27,13	20,04	21,24	22,42	20,72
					17,24	19,44			15,16		20,57	16,61	20,49	25,43	24,31	18,42	12,29
					14,25	17,80			21,00		12,03	17,68	17,02	22,24	18,55	29,63	23,42
					18,36	28,85			20,53		8,53	16,76	29,47	19,13	30,79	34,69	21,08
					16,43	25,26			25,20		11,70	21,16	30,71	22,84	29,87	20,08	19,40
					17,57	15,70			16,43			25,85	19,65	20,23	22,28	23,78	20,49
					15,10				20,61			21,24	22,56	17,18	20,80	23,27	25,55
									32,15			20,84	19,47	21,45	16,66	21,41	21,58
									20,96			21,84	18,30	19,40	15,91	17,48	19,33
									22,65			28,70	27,13	31,96	27,34	20,96	18,67
									11,10			16,76	28,18	21,88	20,23	26,80	14,73
									20,08			20,23	23,99	16,92	22,19	30,97	16,07
									24,97			30,53	17,37	19,00	20,53	21,12	13,65
									17,97			25,91	34,04	22,65	19,72	21,41	22,46
									24,31			17,05	22,56	12,78	15,98	13,03	18,90
									27,34			19,47	31,23	24,04	35,59	15,20	22,74

										27,20								22,06	23,47	21,79	23,78	20,26	26,80
										13,69								26,74	22,74	23,93	20,49	19,40	21,08
										21,00								17,43	22,19	16,84	17,62	16,29	20,53
										18,15								27,13	26,87	22,24	18,27	24,15	16,86
										17,37								20,38	13,86	21,58	25,61	20,64	17,94
										16,53								17,18	25,73	27,27	23,42		23,88
										24,15								20,19	26,54	20,26	16,29		22,84
																		24,63	25,26	29,39	24,25		22,98
																		20,04	15,77	21,24	13,81		16,97
																		23,13	16,48	22,60	22,74		10,18
																		18,45	13,38	24,09	19,75		15,93
																		31,68	19,20	16,81			11,97
																		22,01	15,02	18,55			17,26
																		27,68		20,00			22,06
																		19,51		18,03			24,41
																		14,52		16,66			18,55
																				18,06			20,49
																				14,89			21,71
																				17,18			13,10
																				14,69			21,62
																				27,27			17,46
																				23,22			19,44
																				23,13			14,79
																				22,46			27,07
																				19,72			21,71

															23,83			23,52
															18,93			8,78
															29,71			16,31
															10,08			23,83
															19,13			23,08
															21,29			23,68
															21,97			27,00
															15,20			17,54
															20,57			22,60
															21,04			18,93
															29,08			16,58
																		17,37
																		18,67
MEDIANOS	23,27	17,40	15,25	16,31	19,47	25,26	21,62	21,75	15,18	20,92	17,85	20,41	15,33	21,29	27,54	17,13	19,93	20,76
	14,13	21,71	22,93	19,10	18,00	21,08	20,30	16,10	17,68	11,48	17,85	18,61	27,68	17,07	16,03	23,18	30,88	28,55
	19,27	12,25	23,93	20,04	9,53	10,16	12,23	13,05	22,24	20,49	13,93	24,58	15,20	26,35	12,13	18,71	17,26	19,20
	21,84	15,29	17,54	26,29	16,03	18,67	19,51	21,24	23,73	16,56	21,92	13,60	26,61	18,93	18,49	14,20	21,54	20,64
	16,46	24,52	22,84	21,54	21,49	18,84	21,88	20,72	24,20	17,51	10,48	15,89	28,62	20,76	21,75	18,24	18,42	18,03
	26,22	21,66	20,76	17,94	19,27	18,09	16,05	13,21	21,33	16,34	23,32	13,52	19,51	22,10	19,20	19,82	19,61	14,64
	24,97	21,04	18,03	19,97	9,29	11,80	17,62	20,41	19,03	19,13	9,17	17,00	14,29	22,19	19,97	21,04	15,98	25,26
	22,42	14,85	17,34	20,04	19,75	25,49	16,00	16,07	21,97	21,41	17,24	20,45	16,34	30,71	11,72	19,86	16,61	
	19,79	19,33	16,81	24,04	27,89	23,22	22,42	19,79	23,68	16,94	5,74	15,04	18,55	18,15	19,06	14,85	23,37	
	20,11	27,82	28,92	19,97	15,31	15,53	21,88	15,25	19,10	14,89	6,15	16,05	37,54	18,15	13,37	22,98	20,30	
	22,24	18,03	22,70	12,84	25,73	16,17	25,08	20,30	22,60	19,82	7,71	10,31	25,85	24,58	15,80	25,98	17,51	

19,10	25,67	16,36	24,15	12,07	21,29	21,58	23,32	19,68	19,47	21,71	18,97	19,47	17,24	19,27	20,84	22,37	
27,13	15,20	20,61	19,79	13,74	15,12	19,23	18,39	20,30	17,57	25,03	24,36	15,80	24,86	16,92	19,75	17,68	
16,76	30,20	18,09	17,43	19,93	13,89	18,00	15,29	28,25	20,04	16,43	17,77	21,41	18,93	20,88	22,56	19,23	
18,61	14,40	24,15	20,88	13,84	22,19	23,18	21,33	24,15	27,20	11,07	17,85	21,54	19,82	19,58	20,53	22,10	
11,44	19,16	19,44	23,83	20,38	15,93	17,48	15,40	19,97	17,05	13,88	19,68	19,72	18,61	11,21	16,89	18,24	
20,92	17,54	11,67	17,26	16,29	16,05	20,08	23,42	19,30	19,72	18,03	18,74	20,11	10,45	18,84	27,41	22,37	
16,14	18,12	20,96	22,28	18,15	18,71	15,89	16,58	21,79	22,93	28,18	18,49	15,89	22,60	22,10	14,25	25,14	
18,84	19,75	18,45	25,43	18,90	22,33	30,45	21,37	17,13	22,93	22,74	13,30	15,82	19,72	24,86	21,58	23,13	
19,72	29,87	16,34	22,74	18,30	14,31	25,85	19,33	21,33	11,56	12,09	19,16	18,90	23,63	19,20	16,10	21,33	
20,92	20,15	15,25	19,20	15,29	17,07	21,45	22,24	15,66	19,44	14,95	17,85	25,67	17,15	30,79	23,08	21,33	
15,04	16,29	21,88	18,21	6,83	23,73	29,63	17,54	16,81	16,05	14,98	14,24	18,15	20,15	27,96	17,94	15,59	
20,88	33,94	18,97	23,03	25,32	16,89	25,55	12,43	23,42	22,56	26,10	16,14	23,18	26,67	17,07	22,98	15,64	
22,28	21,71	23,99	18,21	15,77	14,64	23,78	15,70	16,17	19,97	15,53	13,67	22,15	21,24	12,26	20,88	24,31	
23,93	17,57	16,41	21,41	28,25	20,57	16,26	24,74	16,53	12,50	23,18	13,62	21,04	15,55	18,84		15,33	
20,23	13,10	22,70	17,94	23,13	22,98	19,61	30,20	20,84	15,02	20,64	22,79	18,97	23,73	10,44		23,32	
16,84	18,55	23,78	16,34	22,28	16,94	28,85	20,00	20,80	24,80	18,42	14,66	32,15	23,22	18,33		20,96	
21,45	13,88	19,68	15,10	22,24	19,54	24,25	17,20	18,18	18,30	23,32	25,43	18,00	28,33	20,38		22,56	
20,88	22,79	17,82	25,73	22,46	15,25	16,71	18,03	16,36	21,04	13,98	14,56	22,93	27,41	15,16		18,71	
22,06	27,41	17,82	22,65	22,42	15,46	23,99	25,43	23,32	18,21	15,77	18,90	18,21	26,80	48,72		17,37	
15,50	21,62	20,26	19,86	19,10	10,89	26,29	26,67	14,22	12,05	22,51	15,68		20,15	19,54			
15,23	18,30	21,49	24,80	16,29	16,56	16,48	27,27	25,85	14,44	31,32	8,12		9,74	22,74			
19,68	22,15	15,46	15,40	16,31	23,78	17,71	18,12	20,00	19,06	27,13	16,74		11,03	25,79			
23,08	25,43	19,58	15,84	12,75	12,03	16,84	20,15	21,58	16,71	14,79	17,82		20,11	16,24			
17,71	19,54	20,23	20,68	16,24	15,62	18,84	25,49	29,55	22,15	13,21	18,49		18,36	21,45			
23,99	12,61	32,63	36,42	9,94	21,41	23,68	16,24	16,79	17,62	18,58	12,59			21,04			

PESADOS	21,66	21,71	23,08	12,53	18,18	24,15	20,84	20,53	19,00	18,49	13,98	10,94	23,32	18,45	15,77	20,76	9,77	18,33
	18,80	12,17		18,06	14,33	13,42	15,27	18,52	12,69	14,83	21,45	23,42	17,80	19,65		16,12	17,40	
	14,46	23,22		18,36	15,08	16,17	20,88	10,33	16,00	9,33	15,73	9,23	17,29	28,33		12,94	25,55	
	18,55	17,18		18,87	13,91	23,08	40,01	18,12	17,18	14,95	18,52	18,21	23,99	18,71		17,62	17,18	
	16,71			19,16	17,65		13,77	19,03	19,06	10,91	15,98	17,48	18,84			19,58	21,79	
	16,51						27,41	19,86	17,26	19,03			12,32				20,04	
	23,22							13,74					16,79				18,49	
	16,94												23,99				17,18	
													16,92				15,82	
													12,14					
medi a	21,23	21,28	20,63	21,22	19,92	19,17	22,32	21,04	20,31	20,10	18,95	18,38	21,54	21,99	20,72	21,59	21,57	20,33
Des. Est.	3,83	4,59	4,50	4,07	4,99	4,44	4,44	5,42	4,04	4,14	5,83	4,59	4,61	4,87	4,77	4,79	4,57	4,22
rango	25,05	25,87	25,13	25,29	24,91	23,60	26,76	26,46	24,35	24,25	24,78	22,97	26,14	26,86	25,49	26,39	26,13	24,55
	17,40	16,69	16,12	17,15	14,93	14,73	17,88	15,62	16,27	15,96	13,11	13,79	16,93	17,12	15,95	16,80	17,00	16,10

FUENTE: Elaboración propia

2.- seguidamente de los datos validados calculamos la media para realizar una tabla de resumen por día y para los horarios picos.

Se muestra la tabla de datos válidos para el estudio de la velocidad V1 del puente de H.R.S.J.D.D. el resto de los datos obtenidos de aforo se mostraran en las tablas del ANEXO 6

PUENTE DEL H.R.S.J.D.D.

PUNTO 1 = V1

TABLA N° 4. 5. Velocidades validadas para el análisis

VELOCIDADES CORREGIDAS																	
VELOCIDAD DE PUNTO(km/h)																	
LUN.	LUN.	LUN.	MAR.	MAR.	MAR.	MIER.	MIER.	MIER.	JUE.	JUE.	JUE.	VIE.	VIE.	VIE.	SAB.	SAB.	SAB.
7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00	7:00-8:00	12:00-13:00	18:00-19:00
24,20	17,91	22,65	24,58	20,53	20,11	25,61	22,98	22,01	20,00	21,62	21,66	22,98	18,93	18,15	26,29	22,93	19,72
21,45	23,73	20,45	23,83	19,54	20,19	25,55	20,72	20,00	20,92	24,63	18,71	18,64	25,20	19,79	16,84	19,61	17,24
24,80	20,61	22,15	22,37	18,03	15,98	20,19	21,16	24,20	22,65	14,20	21,00	25,79	22,37	23,68	17,80	20,00	18,61
17,85	23,27	17,05	24,52	17,94	19,51	19,40	23,57	21,29	22,93	19,37	18,52	22,10	19,97	18,90	20,30	22,01	19,30
22,65	17,34	19,00	21,20	21,24	22,10	20,00	25,73	19,20	20,38	15,68	18,97	25,49	26,74	21,16	25,08	17,54	23,57
22,98	21,41	16,24	25,79	21,33	22,70	24,97	27,27	20,08	23,93	16,19	15,98	23,13	24,04	19,86	17,94	26,04	18,55
20,23	21,49	21,12	21,12	20,00	19,03	23,47	30,53	19,00	20,34	20,76	14,20	20,88	21,33	18,45	17,32	17,10	19,06
23,47	23,83	22,60	25,43	17,57	21,24	24,31	18,67	19,33	21,62	23,52	20,88	18,97	21,71	16,97	22,98	20,68	21,20
19,27	19,51	16,61	21,71	23,83	21,49	23,68	17,24	22,84	17,46	16,56	16,00	22,79	20,19	19,13	18,33	22,56	23,08
21,41	17,85	18,61	21,88	18,67	22,74	20,26	20,15	19,58	19,75	20,08	20,84	19,68	26,16	21,12	22,42	24,58	19,30
17,85	18,55	20,08	22,01	22,10	20,76	25,73	26,35	22,24	23,27	21,58	21,12	24,58	19,93	22,01	18,00	20,41	20,96

23,93	20,84	18,15	17,57	17,21	17,65	24,63	20,96	16,94	20,19	21,00	21,66	24,52	25,08	16,89	22,37	18,55	23,68
20,08	22,51	20,53	25,26	23,99	18,27	18,03	29,95	19,54	20,11	15,66	21,84	18,74	24,25	19,79	25,91	19,75	23,18
18,33	20,30	20,34	20,15	19,00	20,45	23,63	23,03	19,47	22,42	17,88	17,91	19,40	24,69	17,71	17,71	24,25	20,23
22,24	23,63	20,72	21,97	24,41	20,23	26,48	27,47	22,24	16,56	17,21	22,60	21,54	21,49	19,44	17,68	17,91	19,86
24,80	21,62	22,46	24,91	17,15	17,15	22,89	37,41	24,20	21,58	17,91	15,57	24,52	23,57	20,08	20,30	19,23	20,96
19,33	22,65	20,11	17,46	17,68	17,15	22,28	25,73	18,64	22,74	16,76	18,97	24,80	21,92	19,75	24,31	22,79	23,63
23,13	24,52	21,45	23,27	22,24	17,80	19,72	26,54	20,80	21,00	14,79	18,52	20,45	20,15	21,49	20,80	22,93	20,30
21,04	17,07	20,08	19,51	22,51	22,42	25,03	15,98	16,84	20,72	23,13	19,10	25,38	22,42	17,48	23,93	21,79	20,19
20,11	20,11	17,34	23,42	16,63	19,06	22,51	25,32	20,45	17,74	20,41	20,96	18,80	21,08	22,46	16,97	17,21	21,88
24,63	19,68	24,31	24,52	17,40	17,97	19,27	22,10	20,11	19,97	21,45	19,27	25,49	21,12	18,36	18,71	19,82	23,32
18,36	21,45	17,32	18,39	23,22	21,41	23,83	17,91	23,52	18,18	20,61	21,37	20,04	25,55	23,99	23,73	21,97	22,24
17,80	21,37	22,28	19,89	16,41	17,77	20,80	19,75	18,03	19,23	17,40	18,09	22,42	19,68	25,14	23,03	18,71	19,86
20,34	20,92	21,92	24,47	21,88	23,37	24,97	19,89	20,80	20,30	13,13	15,12	20,38	22,70	17,05	19,16	24,80	18,15
17,82	24,15	16,46	22,24	19,13	17,85	20,57	30,03	22,89	17,60	21,37	15,31	22,93	24,09	25,38	20,92	23,22	17,94
20,30	23,37	19,40	23,03	24,31	17,97	23,32	18,58	22,98	21,92	18,12	19,23	18,97	20,11	22,19	23,83	21,66	17,54
24,09	20,41	20,00	25,08	21,37	19,03	22,33	19,82	18,80	19,33	23,88	22,79	23,93	23,99	22,33	21,84	21,08	16,19
20,23	17,65	18,61	21,97	23,03	18,39	25,08	19,23	17,88	19,97	19,61	16,22	22,89	22,89	18,15	25,85	20,23	22,24
23,27	22,37	22,74	21,08	16,74	19,93	25,73	17,82	20,30	21,00	15,18	21,54	19,37	18,77	18,84	18,61	21,04	19,61
21,88	23,37	22,19	22,60	20,19	17,13	21,00	17,77	23,73	17,29	22,84	19,27	25,91	23,83	21,88	26,16	20,00	16,31
22,19	19,61	22,60	20,64	21,84	18,49	23,18	23,08	23,13	17,85	20,76	16,31	24,09	19,44	17,18	22,74	25,98	19,40
18,09	21,08	21,84	18,97	18,58	15,53	21,75	21,24	20,38	20,34	22,10	14,27	21,04	23,03	16,39	20,64	18,93	20,57
23,73	23,18	20,64	17,32	22,10	18,58	22,79	30,53	21,62	21,12	17,60	20,19	25,79	21,49	20,11	19,54	21,84	21,66
18,84	20,30	23,73	17,24	16,63	22,46	21,66	26,35	18,61	21,24	24,15	15,73	23,13	17,91	19,97	18,09	24,15	20,57
24,47	20,23	19,75	19,40	19,54	20,92	22,15	27,13	19,72	20,64	15,46	18,21	23,03	20,80	16,34	20,08	17,57	18,52
21,41	24,04	16,31	22,42	23,63	21,88	23,63	16,56	18,36	21,33	22,93	17,10	20,57	21,29	24,15	25,03	21,33	20,88

22,89	23,52	18,00	22,28	18,12	20,57	26,67	21,20	21,45	21,29	22,01	13,82	18,21	21,29	22,24	25,49	25,85	23,47
24,20	22,65	22,42	17,40	23,42	21,41	21,75	20,96	18,71	17,46	23,88	22,65	20,68	24,74	23,22	20,61	20,72	17,54
21,24	16,74	20,00	21,71	21,97	17,71	22,70	32,15	23,47	18,27	18,58	20,84	22,70	25,55	24,80	22,89	19,40	21,16
22,65	19,93	18,84	25,38	21,41	21,16	24,20	31,05	19,13	22,01	16,58	17,46	21,97	24,41	22,70	23,63	19,61	20,88
21,37	23,57	16,22	21,45	19,16	18,58	22,79	33,83	16,56	22,15	21,29	14,24	24,52	18,39	22,33	19,54	20,72	20,53
21,24	17,60	23,63	17,15	21,84	14,75	18,18	25,32	20,76	20,68	19,79	17,65	23,18	17,85	23,18	19,72	22,89	19,44
22,65	21,04	18,27	22,98	21,58	18,45	22,28	20,23	17,48	24,15	18,90	16,00	25,79	19,93	21,75	17,07	19,27	21,88
21,37	21,37	19,33	22,70	22,10	14,89	21,16	27,20	23,32	17,77	22,28	21,79	25,67	19,65	20,30	18,84	21,54	21,92
22,01	23,32	22,70	21,62	18,18	18,18	25,67	26,10	19,33	19,93	22,93	15,70	20,68	17,37	22,89	19,75	22,84	21,58
19,44	21,24	22,70	21,08	20,34	19,89	20,15	23,52	19,82	18,90	20,00	16,03	19,75	26,80	23,13	24,80	21,54	20,23
21,88	20,00	21,08	20,80	23,68	17,37	24,04	24,04	21,97	22,19	19,20	18,90	23,13	18,93	24,20	22,89	20,64	23,57
19,10	20,04	17,18	23,68	24,25	19,20	24,41	19,40	19,75	20,49	22,98	18,93	20,92	19,37	22,24	16,81	21,84	18,90
23,52	23,68	16,76	23,68	24,09	18,49	25,79	19,68	16,68	20,00	18,64	21,12	19,65	24,63	20,49	19,75	25,61	22,42
24,31	22,93	16,22	16,89	16,94	17,32	25,26	24,58	16,74	22,15	19,79	21,62	18,80	19,58	21,54	22,33	25,98	19,61
24,04	21,24	23,57	22,70	18,18	19,51	19,86	30,12	21,97	19,89	16,34	19,37	17,29	21,54	21,04	23,73	17,32	23,22
22,37	23,13	23,47	20,84	23,42	20,80	20,49	25,03	23,03	19,51	20,15	17,60	25,20	24,25	19,00	25,61	21,84	18,64
21,00	18,97	23,68	18,58	24,25	19,54	19,75	19,44	18,06	21,54	22,42	19,75	19,75	19,27	20,84	17,37	26,04	18,36
22,06	18,87	16,92	17,68	17,94	18,90	18,67	17,80	17,91	20,49	22,10	17,07	22,89	20,80	23,27	23,47	22,89	16,24
21,58	22,42	23,93	23,68	17,62	21,49	24,47	22,15	23,13	17,32	23,73	18,18	23,32	22,10	21,41	18,09	25,67	22,89
24,97	18,61	18,12	18,27	23,32	19,65	25,38	25,32	18,49	20,34	22,37	19,51	23,63	19,61	19,79	18,77	22,65	17,43
18,55	19,06	21,33	25,85	19,10	22,89	23,22	19,03	19,00	21,37	16,26	19,06	25,03	23,78	19,54	19,68	25,32	22,15
22,19	24,41	20,72	21,37	23,42	22,19	25,32	24,04	21,49	17,05	19,51	20,19	20,34	23,57	21,71	21,08	23,13	21,88
21,49	24,09	18,33	20,26	23,08	17,13	25,03	19,58	20,61	23,03	22,60	19,93	22,46	23,08	22,33	21,66	23,93	17,62
21,84	18,87	18,90	18,90	17,80	15,89	23,78	28,92	23,52	19,65	21,75	19,23	22,15	18,00	25,14	19,75	21,54	18,09
24,91	25,85	22,56	23,13	15,55	16,92	26,22	20,38	18,74	19,93	21,54	16,41	25,26	22,79	18,09	26,04	24,04	18,77

18,80	22,70	23,99	22,60	20,96	16,39	23,37	23,73	23,93	23,52	15,62	19,03	25,08	20,49	18,03	18,93	25,43	20,08
21,58	24,86	22,93	22,74	24,41	21,66	23,37	23,78	21,54	16,36	20,08	18,55	17,37	26,10	23,93	22,79	21,92	21,84
23,99	23,32	21,12	19,10	15,70	17,26	26,35	24,91	21,58	18,67	16,34	17,29	21,84	18,71	24,86	24,63	23,32	23,18
23,88	17,40	23,88	20,04	19,47	22,89	21,45	21,20	18,45	20,30	19,72	22,65	23,83	25,55	20,57	22,28	20,04	21,79
22,15	21,71	24,74	21,54	18,00	15,57	25,03	20,04	21,84	23,03	18,18	21,58	19,27	17,18	21,33	19,51	19,47	20,45
21,49	24,52	24,74	17,94	16,03	18,77	21,00	23,32	19,20	18,18	16,58	14,91	24,09	20,88	19,33	21,45	20,26	17,71
18,06	21,66	19,33	19,97	21,49	15,84	22,42	24,36	22,42	22,93	22,24	20,30	18,97	22,56	20,23	20,92	25,03	19,79
23,27	21,04	24,86	20,04	19,27	23,13	20,41	22,10	21,62	18,77	15,80	18,06	23,18	18,36	21,16	22,10	22,74	18,03
22,51	19,33	24,20	24,04	19,75	18,36	20,61	20,19	21,88	18,61	17,37	15,23	19,93	19,13	25,08	23,78	19,86	17,46
19,65	18,03	16,92	19,97	15,31	17,24	19,75	21,92	21,33	17,71	23,18	18,39	23,47	20,61	19,82	18,30	21,84	22,19
22,15	25,67	17,60	24,15	19,93	18,36	26,04	17,07	19,68	22,98	23,13	15,91	25,91	17,32	21,37	24,41	18,33	20,30
21,00	19,16	21,08	19,79	20,38	16,43	23,32	26,35	16,53	22,89	24,20	19,61	20,53	21,54	18,36	24,69	22,42	20,38
17,97	17,54	18,12	17,43	16,29	17,57	22,24	25,08	20,84	23,68	17,85	16,12	21,71	26,10	21,49	25,73	18,42	16,19
18,87	18,12	23,83	20,88	18,15	15,10	26,10	18,90	21,29	24,15	17,85	18,74	25,55	22,33	21,66	19,65	20,08	21,20
18,84	19,75	23,22	23,83	18,90	21,08	21,79	20,68	17,68	22,37	13,93	22,06	21,24	17,68	17,10	23,93	23,78	24,41
20,88	20,15	20,34	17,26	18,30	18,67	20,57	29,15	22,24	16,05	21,92	19,27	21,08	23,32	20,08	22,84	23,27	19,51
23,52	21,71	23,83	22,28	15,29	18,84	22,28	17,74	23,73	23,03	23,32	15,42	18,09	21,12	19,89	22,15	21,41	17,54
23,52	17,57	19,47	25,43	15,77	18,09	25,61	23,27	24,20	16,68	17,24	21,41	20,57	17,51	18,74	17,46	17,48	23,27
21,97	18,55	22,24	22,74	23,13	23,22	22,70	19,03	21,33	22,89	21,71	15,82	20,08	21,75	19,51	20,68	20,96	20,45
21,33	22,79	20,34	19,20	22,28	15,53	18,09	26,48	19,03	24,15	16,43	20,57	21,20	22,89	23,18	20,26	21,12	19,51
17,40	21,62	16,46	18,21	22,24	16,17	22,93	28,47	21,97	22,70	13,88	20,41	25,73	21,20	19,33	17,71	21,41	23,68
18,97	18,30	21,54	23,03	22,46	21,29	23,57	30,12	23,68	17,82	18,03	18,61	21,62	18,58	20,04	19,30	20,26	24,31
23,32	22,15	22,37	18,21	22,42	15,12	24,36	23,32	19,10	18,24	22,74	15,89	17,68	26,61	25,43	18,42	19,40	18,45
23,27	25,43	22,06	21,41	19,10	22,19	17,94	21,75	22,60	22,98	14,95	17,00	21,16	20,49	22,24	18,97	24,15	21,24
19,27	19,54	19,37	17,94	16,29	15,93	18,00	21,54	19,68	21,00	14,98	20,45	25,85	19,65	19,13	22,84	20,64	19,23

21,84	25,26	21,29	25,73	16,31	16,05	19,44	23,63	20,30	20,53	15,53	15,04	21,24	22,56	22,84	24,80	19,93	18,90
24,97	20,92	21,33	22,65	16,24	18,71	25,26	32,24	24,15	16,43	23,18	16,05	20,84	19,47	20,23	20,64	17,26	23,47
22,42	18,58	20,38	19,86	21,16	22,33	21,62	24,09	19,97	20,61	20,64	18,97	21,84	18,30	17,18	24,74	21,54	19,58
19,79	17,07	22,93	24,80	22,60	17,07	20,30	20,53	19,30	20,96	18,42	17,77	20,23	23,99	21,45	21,24	18,42	16,17
20,11	24,58	23,93	20,68	15,42	16,89	19,51	18,84	21,79	22,65	23,32	17,85	25,91	17,37	19,40	24,31	19,61	20,72
22,24	22,10	17,54	20,61	19,23	20,57	21,88	22,01	17,13	20,08	13,98	19,68	17,05	22,56	21,88	18,55	23,37	23,42
19,10	23,42	22,84	18,00	17,57	22,98	22,42	17,57	21,33	17,97	15,77	18,74	19,47	23,47	16,92	22,28	20,30	21,08
18,61	19,47	20,76	17,68	20,92	16,94	21,88	19,86	16,81	21,00	22,51	18,49	22,06	22,74	19,00	20,80	17,51	19,40
20,92	23,52	18,03	18,06	15,64	19,54	25,08	28,70	23,42	18,15	14,79	19,16	17,43	22,19	22,65	20,23	22,37	20,49
18,84	19,10	17,34	18,36	23,68	15,25	21,58	16,29	16,53	17,37	13,21	17,85	20,38	25,73	24,04	22,19	17,68	21,58
19,72	21,45	16,81	18,87	24,47	15,46	19,23	21,75	20,84	16,53	18,58	14,24	17,18	26,54	21,79	20,53	19,23	19,33
20,92	21,71	22,70	19,16	21,88	16,56	18,00	16,10	20,80	24,15	20,76	16,14	20,19	25,26	23,93	19,72	22,10	18,67
20,88	23,22	16,36		20,49	15,62	23,18	21,24	18,18	20,92	18,74	22,79	24,63	19,20	16,84	23,78	18,24	22,46
22,28	17,18	20,61		19,72	21,41	20,08	20,72	16,36	20,49	16,81	14,66	20,04	21,29	22,24	20,49	22,37	18,90
23,93		18,09		15,50	20,53	25,85	20,41	23,32	16,56	24,63	14,56	23,13	26,35	21,58	17,62	25,14	22,74
20,23		24,15		20,08	17,91	21,45	16,07	20,00	17,51	14,25	18,90	18,45	18,93	20,26	18,27	23,13	21,08
21,45		19,44		23,32	15,93	25,55	19,79	21,58	16,34	14,71	15,68	22,01	20,76	21,24	25,61	21,33	20,53
20,88		20,96		23,88	16,17	23,78	20,30	16,79	19,13	13,14	16,74	19,51	22,10	22,60	23,42	21,33	16,86
22,06		18,45		19,89	23,08	19,61	23,32	18,18	21,41	22,79	17,82	19,51	22,19	24,09	24,25	24,31	17,94
19,68		16,34		20,53		24,25	18,39	17,68	16,94	20,41	18,49	18,55	18,15	16,81	22,74	23,32	23,88
23,08		21,88		15,80		23,99	21,33	20,11	19,82	17,26	16,84	25,85	18,15	18,55	19,75	20,96	22,84
17,71		18,97		18,18		26,29	23,42	18,49	19,47	17,94	16,19	19,47	24,58	20,00	17,13	22,56	22,98
23,99		23,99		15,08		18,84	16,58	18,42	17,57	18,67	21,33	21,41	17,24	18,03	23,18	18,71	16,97
20,61		16,41		17,65		23,68	21,37	21,12	20,04	18,52	15,89	21,54	24,86	16,66	18,71	17,37	17,26
21,20		22,70				25,26	19,33	23,73	17,05	23,63	18,36	19,72	18,93	18,06	18,24	17,40	22,06

20,53		23,78				21,75	22,24	17,91	19,72	14,85	18,21	20,11	19,82	17,18	19,82	25,55	24,41
21,66		19,68				18,27	17,54	19,00	22,93	13,98	17,48	18,90	18,61	23,22	21,04	17,18	18,55
18,80		17,82				20,88	15,70	17,18	22,93	21,45		25,67	22,60	23,13	19,86	21,79	20,49
18,55		17,82				20,84	24,74	19,06	19,44	15,73		18,15	19,72	22,46	22,98	20,04	21,71
23,22		20,26				20,88	30,20	17,26	16,05	18,52		23,18	23,63	19,72	25,98	18,49	21,62
		21,49					20,00		22,56	15,98		22,15	17,15	23,83	20,84	17,18	17,46
		19,58					17,20		19,97			21,04	20,15	18,93	19,75		19,44
		20,23					18,03		18,30			18,97	26,67	19,13	22,56		21,71
		16,61					25,43		21,04			18,00	21,24	21,29	20,53		23,52
		19,03					26,67		18,21			22,93	23,73	21,97	16,89		16,31
		21,45					27,27		19,06			18,21	23,22	20,57	21,58		23,83
		23,08					18,12		16,71			23,32	26,80	21,04	23,08		23,08
							20,15		22,15			17,80	20,15	16,03	17,94		23,68
							25,49		17,62			17,29	20,11	18,49	22,98		17,54
							16,24		17,02			23,99	18,36	21,75	20,88		22,60
							15,89		21,97			18,84	18,45	19,20	20,76		18,93
							19,40		20,96			23,99	19,65	19,97	17,62		16,58
							25,49		20,68				18,71	19,06	19,58		17,37
							27,07		17,80					19,27			18,67
							18,67		19,40					16,92			20,76
							21,16		19,47					20,88			19,20
							29,79		18,24					19,58			20,64
							26,10		18,49					18,84			18,03
							25,43		19,03					22,10			18,33
							15,82							24,86			

							21,62							19,20			
							22,46							17,07			
							20,53							18,84			
							18,52							18,33			
							18,12							20,38			
							19,03							19,54			
							19,86							22,74			
														16,24			
														21,45			
														21,04			
														21,24			
21,36	21,15	20,46	21,24	19,95	18,93	22,57	22,55	20,30	20,08	19,16	18,36	21,65	21,59	20,57	21,18	21,30	20,32

FUENTE: Elaboración propia

3.-Se realiza una tabla de resumen donde estará la velocidad en el puente, y la velocidad puntual a 50m antes y después del puente en los horarios picos.

Como ejemplo se está usando el resultado del Hospital Regional San Juan de dios. Todas las tablas de resultados también se muestran en anexos.

TABLA N° 4. 6. Resumen de velocidades del puente H.R.S.J.D.D.

VELOCIDAD EN EL PUENTE

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	21,36	21,24	22,57	20,08	21,65	21,18	21,34
12:00 - 13:00	21,15	19,95	26,54	19,16	21,59	21,30	21,61
18:00 - 19:02	20,46	18,93	20,30	18,36	20,57	20,32	19,83
PROMEDIO	20,99	20,04	23,14	19,20	21,27	20,93	20,93

VELOCIDAD A 50 m SENTIDO A – B

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	35,86	25,48	28,76	28,76	28,54	25,94	28,89
12:00 - 13:00	41,08	23,36	26,84	27,99	30,18	36,88	31,06
18:00 - 19:00	30,50	29,94	30,84	32,94	32,62	27,68	30,75
PROMEDIO	35,81	26,26	28,82	29,90	30,45	30,17	30,23

VELOCIDAD A 50 m SENTIDO B – A

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	24,86	30,57	27,46	29,68	31,97	27,19	28,62
12:00 - 13:00	28,97	29,45	29,45	30,76	30,74	32,45	30,30
18:00 - 19:00	30,87	31,54	31,87	29,87	28,79	28,54	30,25
PROMEDIO	28,23	30,52	29,59	30,10	30,50	29,39	29,72

FUENTE: Elaboración propia

VOLUMEN DE SENTIDO B - A

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:01	440	398	456	374	234	193	349
12:00 - 13:01	629	394	599	376	214	182	399
18:00 - 19:03	516	382	496	357	287	203	374
							374

VOLUMEN TOTAL DE AMBOS SENTIDOS

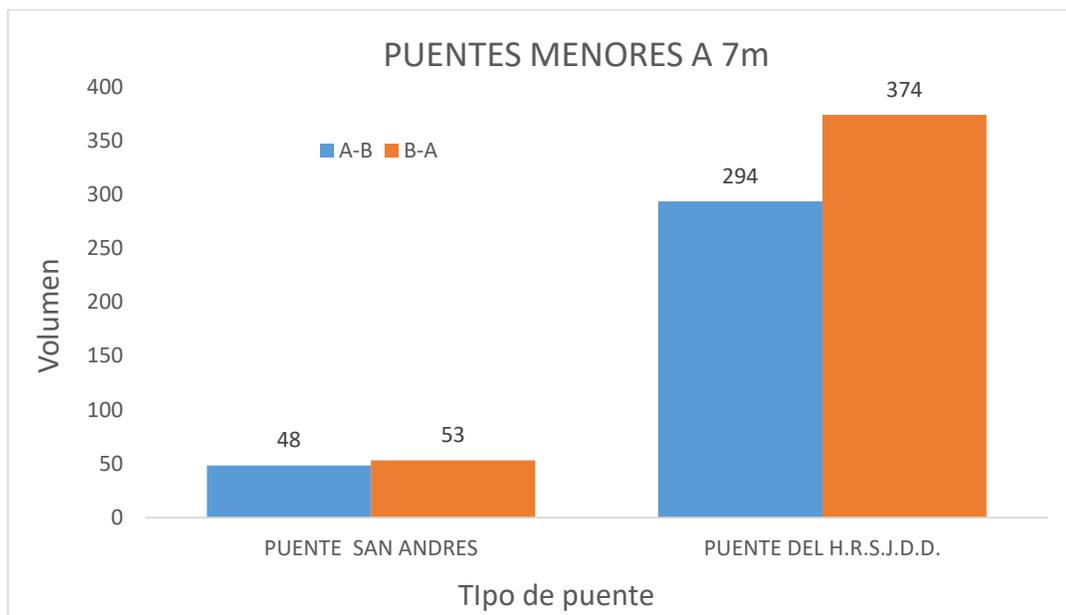
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	753	671	802	643	511	390	628
12:00 - 13:00	963	623	897	664	564	535	708
18:00 - 19:02	781	598	805	620	603	592	667
							668

FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 46. Puente San Andrés y puente del H.R.S.J.D.D.



FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 47. Puentes de ancho de carril menor a 7 m.

FUENTE: Elaboración propia

Como resultado de la gráfica obtenemos que en ambos puentes el mayor ingreso de vehículos es del lado B-A.

En el caso del puente San Andrés la diferencia es de un 9% del punto A-B con respecto al punto B-A.

En el caso del puente del H.R.S.J.D.D. la diferencia es de un 21% del punto A-B con respecto al punto B-A.

VOLUMEN DE SENTIDO B - A

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:01	1029	901	1026	790	877	788	902
12:00 - 13:01	767	735	1063	851	844	721	830
18:00 - 19:03	1020	798	949	828	811	766	862
							865

VOLUMEN TOTAL DE AMBOS SENTIDOS

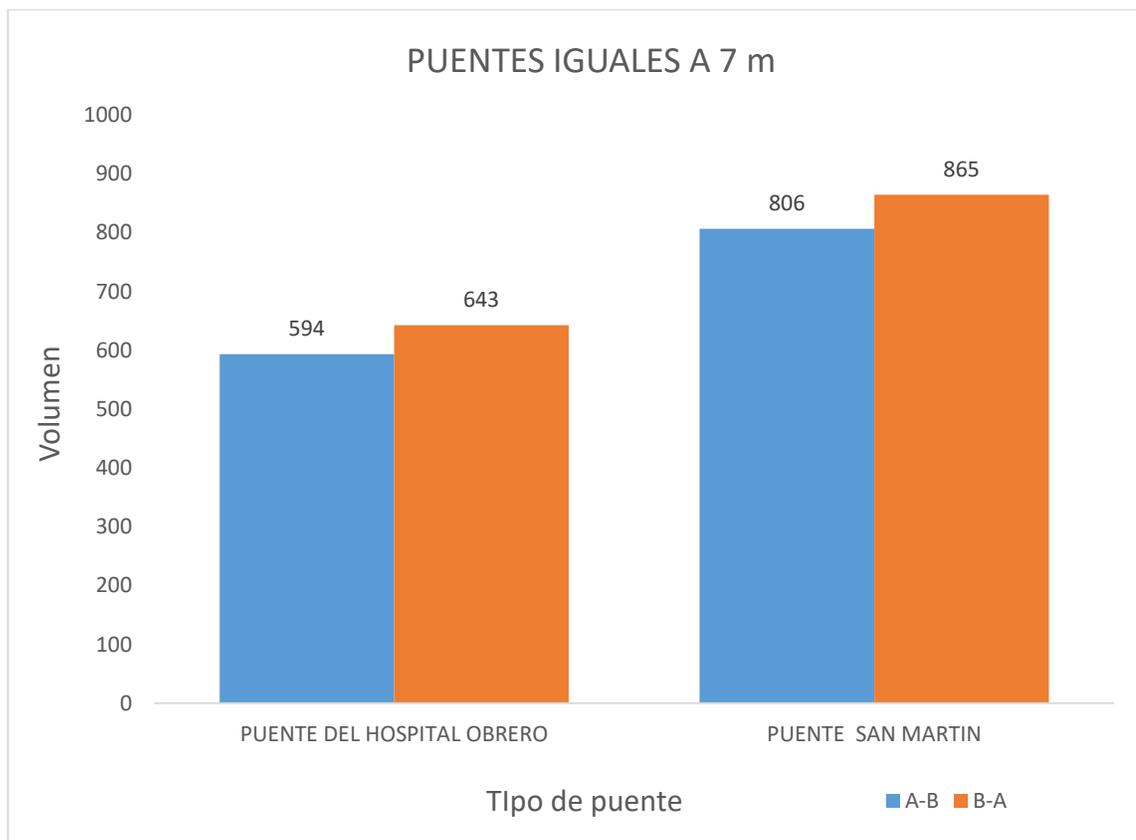
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	2016	1789	1926	1775	1756	1564	1804
12:00 - 13:00	1435	1428	1745	1680	1660	1399	1558
18:00 - 19:02	1872	1559	1709	1633	1623	1511	1651
							1671

FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 48. Puente del Hospital Obrero y puente San Martín



FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 49. Puentes de ancho de carril igual a 7 m.

FUENTE: Elaboración propia

Como resultado de la gráfica obtenemos que en ambos puentes el mayor ingreso de vehículos sea del lado B-A con un 7-8 % del punto A-B con respecto al punto B-A.

VOLUMEN DE SENTIDO B - A

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:01	1148	1226	1145	930	851	832	1022
12:00 - 13:01	854	732	1012	674	886	795	826
18:00 - 19:03	941	776	1002	794	933	752	866
							905

VOLUMEN TOTAL DE AMBOS SENTIDOS

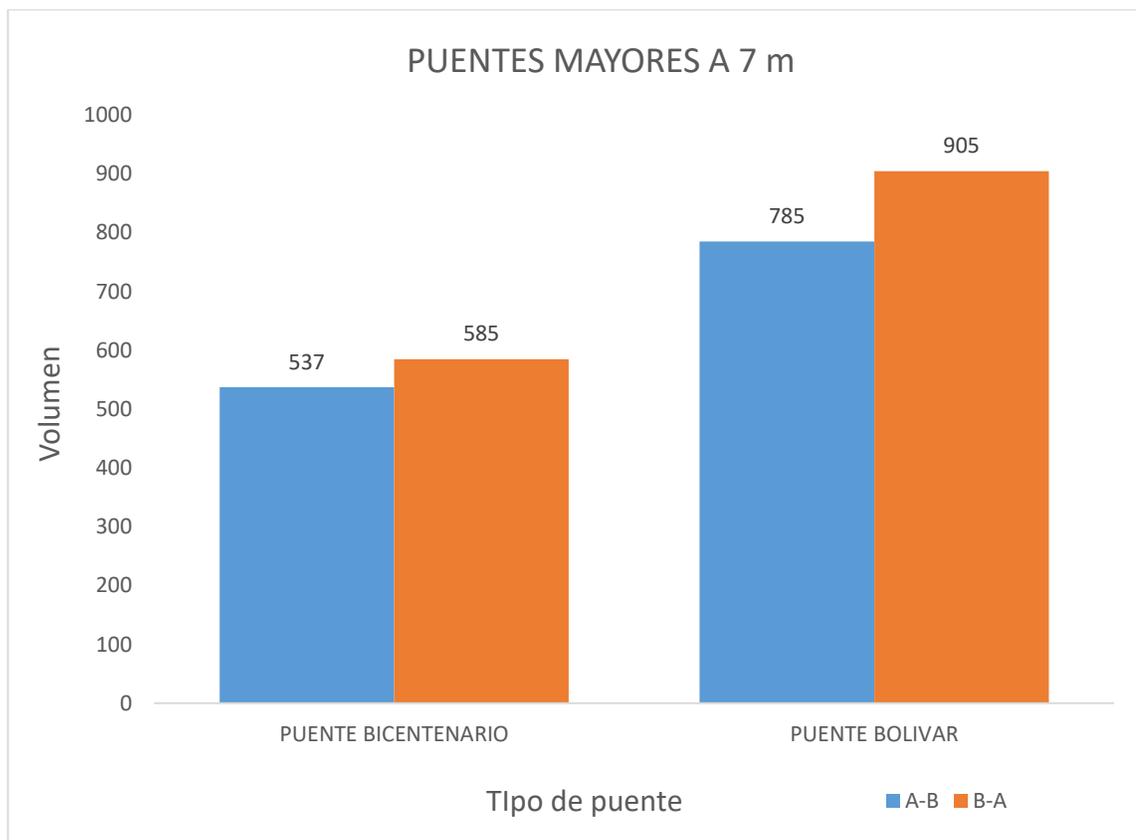
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	2086	1989	2067	1602	1664	1546	1826
12:00 - 13:00	1719	1379	2037	1362	1701	1519	1620
18:00 - 19:02	1777	1461	1834	1441	1785	1440	1623
							1689

FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 50. Puente Bicentenario y puente Bolívar



FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 51. Puentes de ancho de carril mayores a 7 m.

FUENTE: Elaboración propia

Como resultado de la gráfica obtenemos que en ambos puentes el mayor ingreso de vehículos es del lado B-A.

En el caso del puente Bicentenario la diferencia es de un 8% del punto A-B con respecto al punto B-A.

En el caso del puente del H.R.S.J.D.D. la diferencia es de un 13% del punto A-B con respecto al punto B-A.

VELOCIDAD

TABLA N° 4. 10. Velocidades en el puente H.R.S.J.D.D.

PUENTE DEL H.R.S.J.D.D.

VELOCIDAD EN EL PUENTE (km/h)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	21,36	21,24	22,57	20,08	21,65	21,18	21,34
12:00 - 13:00	21,15	19,95	26,54	19,16	21,59	21,30	21,61
18:00 - 19:02	20,46	18,93	20,30	18,36	20,57	20,32	19,83
PROMEDIO	20,99	20,04	23,14	19,20	21,27	20,93	20,93

VELOCIDAD A 50 m SENTIDO A – B (km/h)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	35,86	25,48	28,76	28,76	28,54	25,94	28,89
12:00 - 13:00	41,08	23,36	26,84	27,99	30,18	36,88	31,06
18:00 - 19:00	30,50	29,94	30,84	32,94	32,62	27,68	30,75
PROMEDIO	35,81	26,26	28,82	29,90	30,45	30,17	30,23

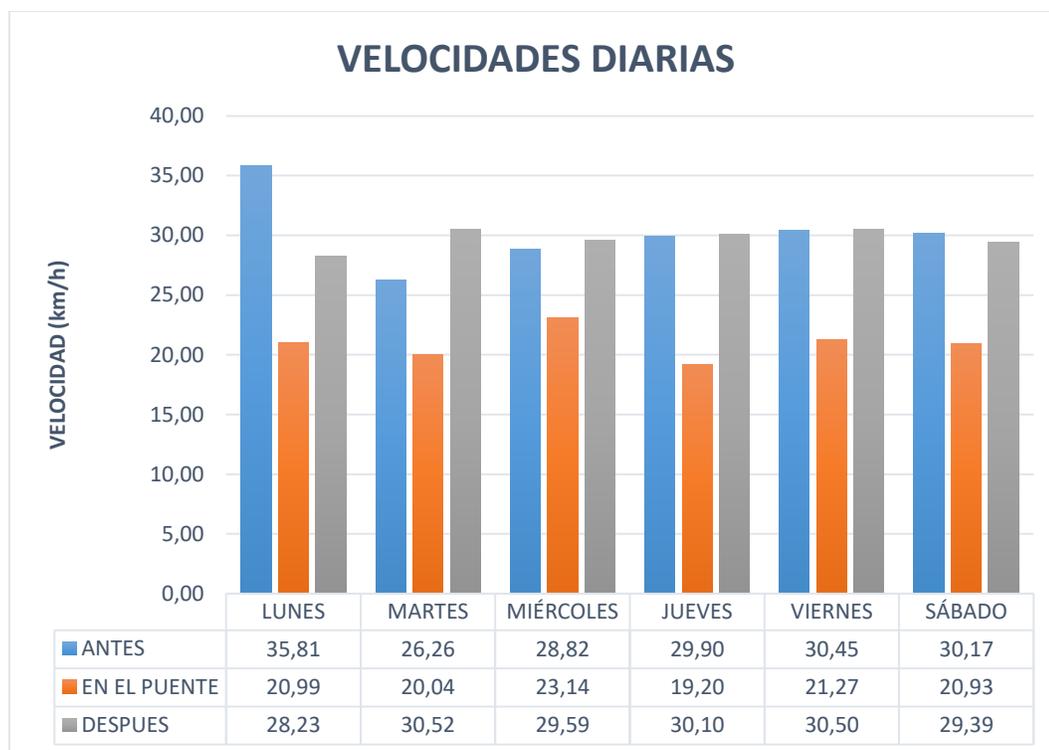
VELOCIDAD A 50 m SENTIDO B – A

(km/h)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	24,86	30,57	27,46	29,68	31,97	27,19	28,62
12:00 - 13:00	28,97	29,45	29,45	30,76	30,74	32,45	30,30
18:00 - 19:00	30,87	31,54	31,87	29,87	28,79	28,54	30,25
PROMEDIO	28,23	30,52	29,59	30,10	30,50	29,39	29,72

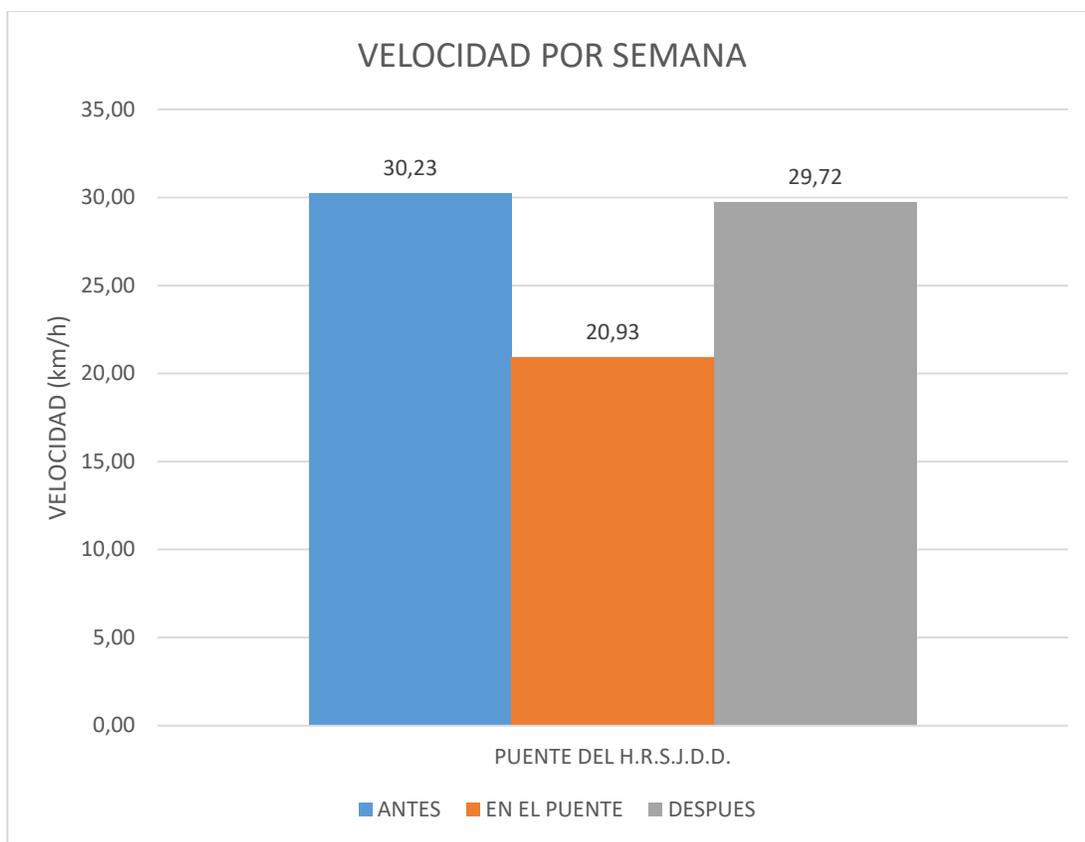
FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 52. Velocidades diarias en el puente del H.R.S.J.D.D.



FUENTE: Elaboración propia

Se observa que en el puente del H.R.S.J.D.D. la velocidad que emplean los conductores dentro del puente es menor a la velocidad que emplean a 50m. Antes del puente tomado de cualquier sentido, lo cual se repite todos los días de la semana.

GRÁFICO N° 4. 53. Velocidades por semana en el puente del H.R.S.J.D.D.

FUENTE: Elaboración propia

Observamos también que las velocidades a 50m. del antes y después varían 0,52 Km/hr, por lo que se diría que del lado A-B entran con mayor velocidad.

TABLA N° 4. 11. Velocidades en el puente del Hospital Obrero**PUENTE DEL HOSPITAL OBRERO**

VELOCIDAD EN EL PUENTE

(km/h)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	19,07	18,42	17,70	16,90	18,34	18,74	18,20
12:00 - 13:00	15,30	16,97	18,47	18,19	17,06	18,43	17,40
18:00 - 19:00	15,10	17,03	16,39	18,08	0,00	16,42	13,84
PROMEDIO	16,49	17,47	17,52	17,72	11,80	17,86	16,48

VELOCIDAD A 50 m SENTIDO A - B

(km/h)

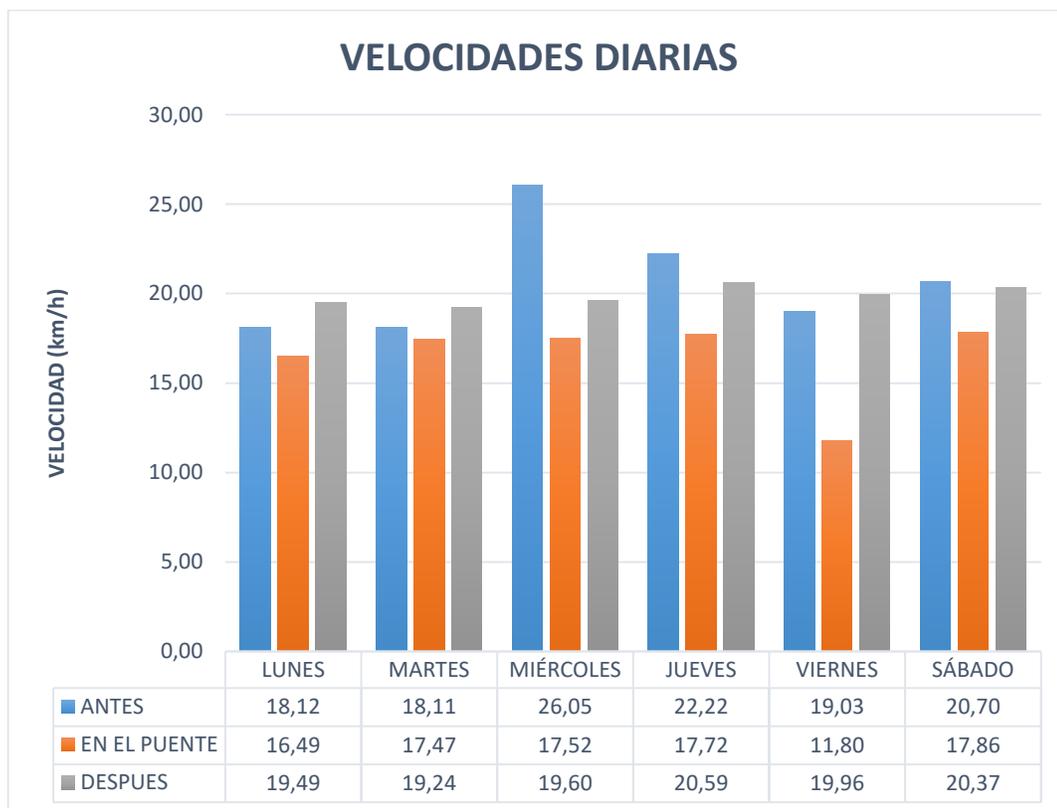
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	21,52	17,02	21,96	20,98	20,57	19,41	20,24
12:00 - 13:00	19,58	20,43	30,71	20,15	16,98	21,07	21,49
18:00 - 19:00	13,25	16,88	25,49	25,54	19,54	21,61	20,39
PROMEDIO	18,12	18,11	26,05	22,22	19,03	20,70	20,70

VELOCIDAD A 50 m SENTIDO B - A

(km/h)

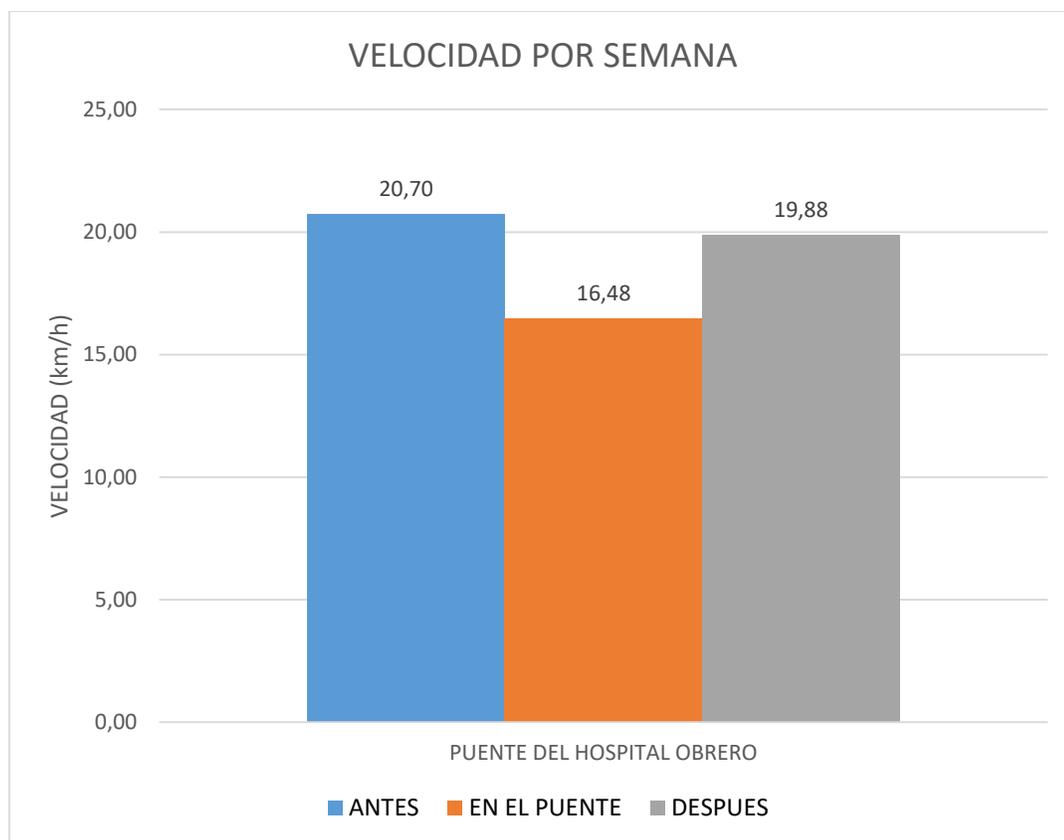
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	17,52	18,98	22,85	21,85	19,03	21,85	20,35
12:00 - 13:00	19,98	18,95	16,98	19,84	20,86	18,96	19,26
18:00 - 19:00	20,98	19,8	18,98	20,09	19,98	20,3	20,02
PROMEDIO	19,49	19,24	19,60	20,59	19,96	20,37	19,88

FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 54. Velocidades diarias en el puente del Hospital Obrero

FUENTE: Elaboración propia

Observamos que en el puente del Hospital Obrero la velocidad que emplean los conductores dentro del puente es menor a la velocidad que emplean a 50m. Antes del puente tomado de cualquier sentido, lo cual se repite todos los días de la semana.

GRÁFICO N° 4. 55. Velocidad por semana en el puente del Hospital Obrero

FUENTE: Elaboración propia

Observamos también que las velocidades a 50m. del antes y después varían 0,82 Km/hr , por lo que se refiere a que del punto A-B entran con mayor velocidad hacia el puente.

TABLA N° 4. 12. Velocidades en el puente de San Andrés

PUENTE SAN ANDRES

VELOCIDAD EN EL PUENTE

(km/h)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	44,99	44,37	42,97	40,59	41,90	38,44	42,21
12:00 - 13:00	40,05	41,31	39,11	42,08	41,55	40,52	40,77
18:00 - 19:02	40,15	42,16	41,77	40,80	41,97	35,59	40,41
PROMEDIO	41,73	42,61	41,28	41,16	41,81	38,18	41,13

VELOCIDAD A 50 m SENTIDO A – B

(km/h)

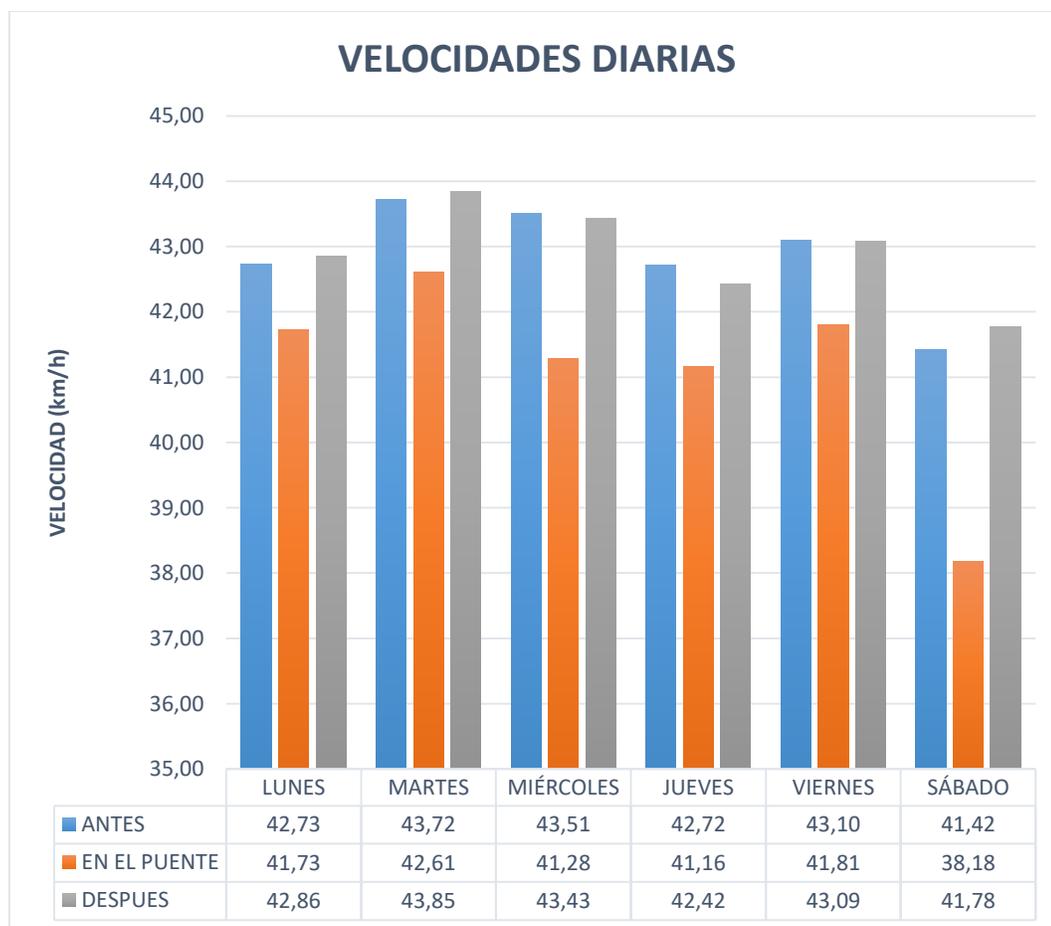
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	43,84	37,43	42,78	42,57	43,58	42,87	42,18
12:00 - 13:00	41,12	47,98	44,94	44,28	44,84	41,65	44,14
18:00 - 19:00	43,24	45,75	42,81	41,32	40,88	39,75	42,29
PROMEDIO	42,73	43,72	43,51	42,72	43,10	41,42	42,87

VELOCIDAD A 50 m SENTIDO B – A

(km/h)

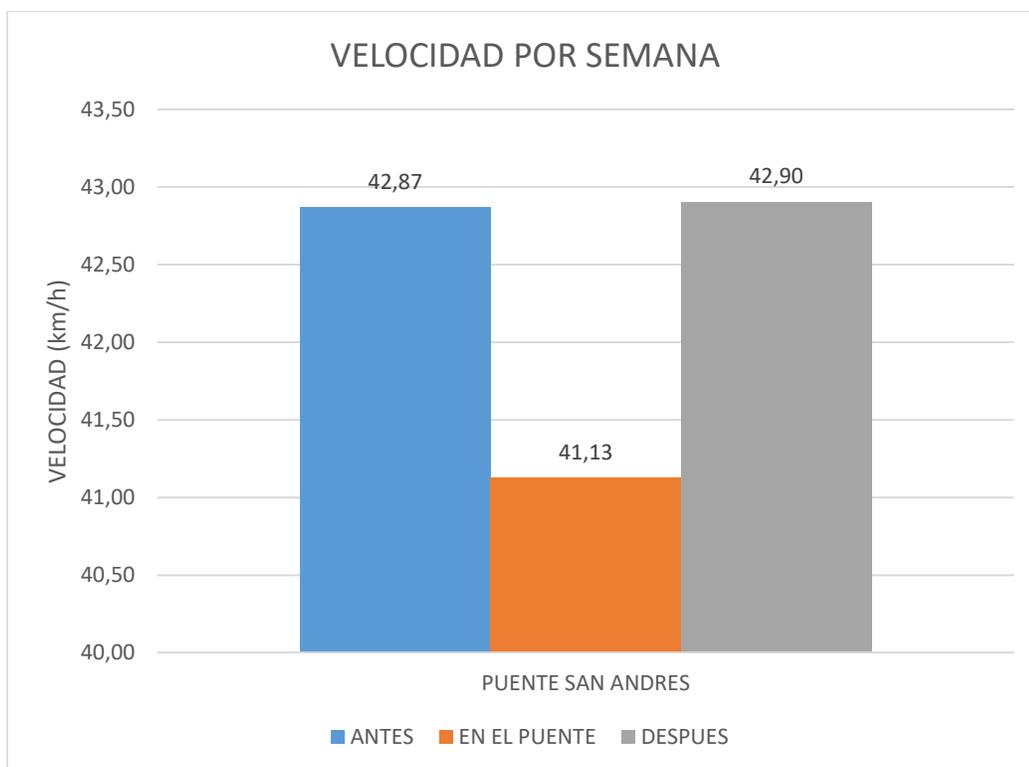
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	42,98	45,64	46,37	44,69	40,96	41,19	43,64
12:00 - 13:00	40,76	39,95	43,58	41,70	45,18	39,91	41,85
18:00 - 19:00	44,84	45,96	40,34	40,87	43,12	44,24	43,23
PROMEDIO	42,86	43,85	43,43	42,42	43,09	41,78	42,90

FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 56. Velocidades diarias en el puente de San Andrés

FUENTE: Elaboración propia

Observamos que en el puente de San Andrés la velocidad que emplean los conductores dentro del puente es mucho menor a la velocidad que emplean a 50m. Antes del puente tomado de cualquier sentido, lo cual se repite todos los días de la semana.

GRÁFICO N° 4. 57. Velocidad por semana en el puente de San Andrés

FUENTE: Elaboración propia

Observamos también que las velocidades a 50m. del antes y después varían 0,03 Km/hr, por lo que se diría que de cualquier sentido de ingreso al puente la velocidad será la misma.

TABLA N° 4. 13. Velocidades en el puente Bicentenario

PUENTE BICENTENARIO

VELOCIDAD EN EL PUENTE

(km/h)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	38,24	38,47	38,32	38,18	40,72	40,76	39,12
12:00 - 13:00	40,36	40,02	39,08	38,68	41,95	39,74	39,97
18:00 - 19:00	37,09	38,55	34,45	37,91	38,79	36,61	37,23
PROMEDIO	38,57	39,01	37,28	38,26	40,49	39,04	38,77

VELOCIDAD A 50 m SENTIDO A – B

(km/h)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	36,87	38,52	35,89	36,98	39,10	35,87	37,21
12:00 - 13:00	39,92	39,41	29,80	35,84	36,99	33,61	35,93
18:00 - 19:00	37,54	35,87	34,77	30,01	34,13	38,74	35,18
PROMEDIO	38,11	37,94	33,49	34,28	36,74	36,07	36,11

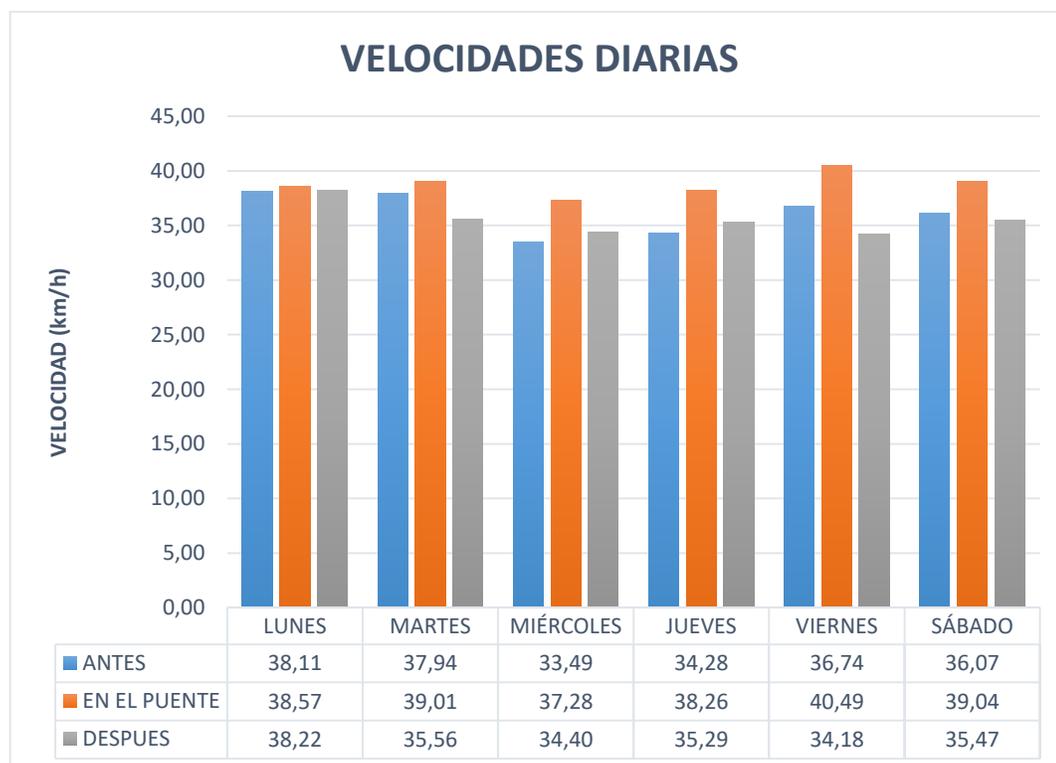
VELOCIDAD A 50 m SENTIDO B – A

(km/h)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	35,86	37,98	34,86	38,45	32,98	30,25	35,06
12:00 - 13:00	39,85	31,85	32,58	34,85	30,12	38,7	34,66
18:00 - 19:00	38,95	36,85	35,76	32,56	39,45	37,45	36,84
PROMEDIO	38,22	35,56	34,40	35,29	34,18	35,47	35,52

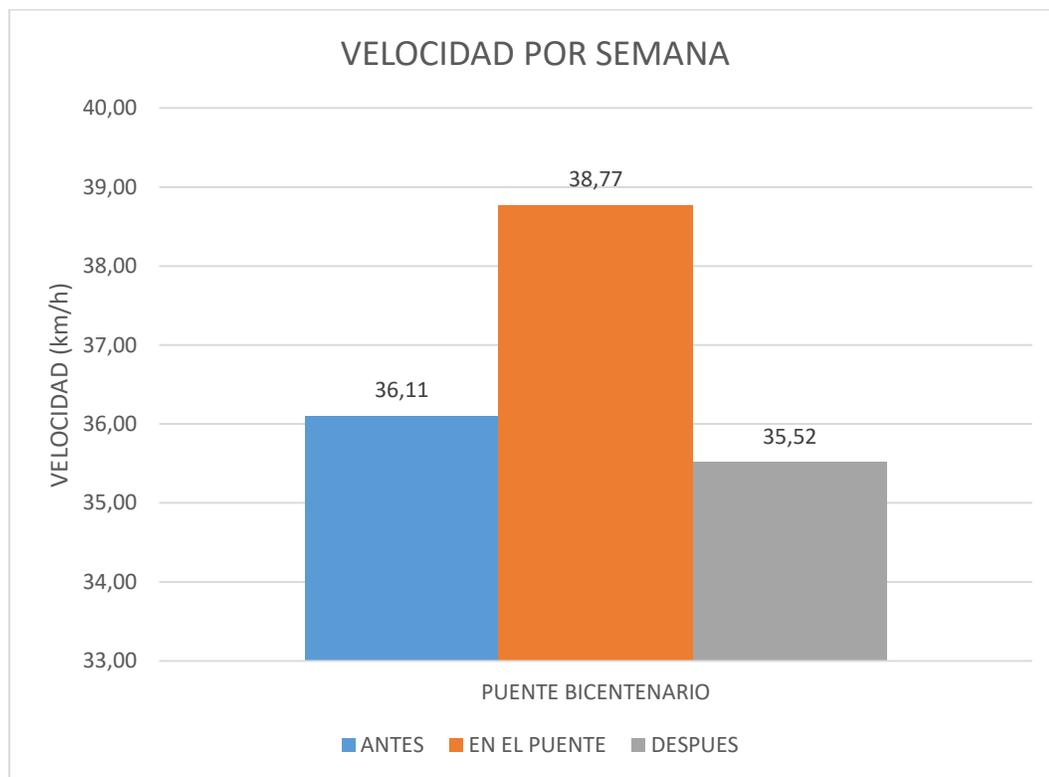
FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 58. Velocidades diarias en el puente Bicentenario



FUENTE: Elaboración propia

Observamos que en el puente Bicentenario la velocidad que emplean los conductores dentro del puente es mayor a la velocidad que emplean a 50m. antes del puente tomado de cualquier sentido, lo cual se repite todos los días de la semana.

GRÁFICO N° 4. 59. Velocidad por semana en el puente Bicentenario

FUENTE: Elaboración propia

Observamos también que las velocidades a 50m. del antes y después varían 0,58 Km/hr, por lo que se refiere a que del punto A-B entran con mayor velocidad hacia el puente.

TABLA N° 4. 14. Velocidades en el puente Bolívar

PUENTE BOLIVAR

VELOCIDAD EN EL PUENTE

(km/h)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	31,88	33,10	37,32	39,92	34,85	35,29	35,40
12:00 - 13:00	37,65	37,56	36,34	39,34	36,85	34,89	37,10
18:00 - 19:02	36,21	40,09	33,46	37,75	37,29	35,19	36,67
PROMEDIO	35,25	36,92	35,70	39,00	36,33	35,13	36,39

VELOCIDAD A 50 m SENTIDO A – B

(km/h)

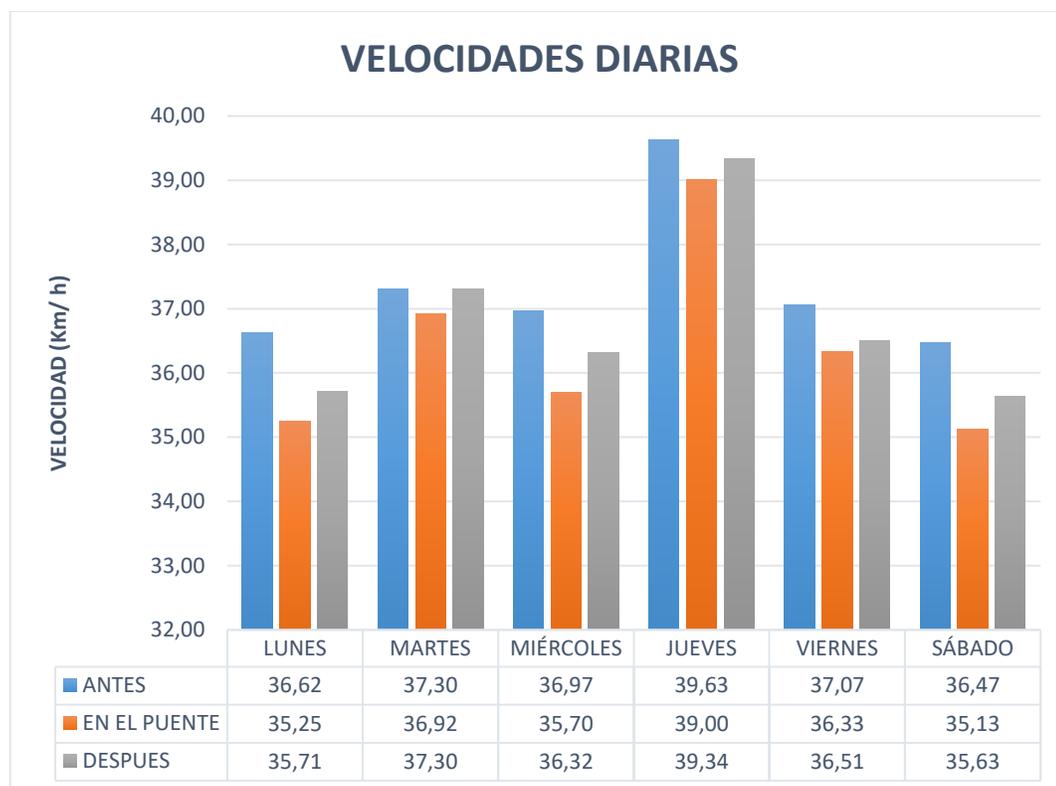
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	35,34	36,85	36,99	38,50	35,80	36,75	36,71
12:00 - 13:00	35,89	38,20	38,15	39,42	37,54	38,50	37,95
18:00 - 19:00	38,64	36,85	35,78	40,98	37,85	34,16	37,38
PROMEDIO	36,62	37,30	36,97	39,63	37,07	36,47	37,35

VELOCIDAD A 50 m SENTIDO B – A

(km/h)

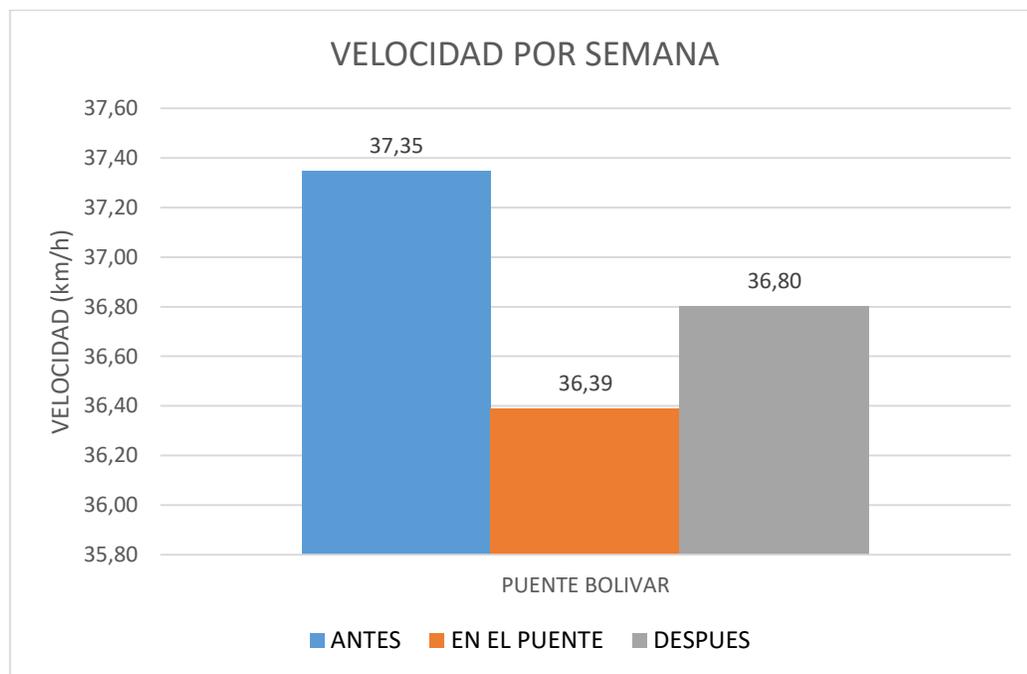
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	32,58	35,89	36,85	39,84	37,25	34,52	36,16
12:00 - 13:00	35,81	37,87	35,29	36,98	37,42	36,89	36,71
18:00 - 19:00	38,74	38,15	36,82	41,19	34,85	35,49	37,54
PROMEDIO	35,71	37,30	36,32	39,34	36,51	35,63	36,80

FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 60. Velocidades diarias en el puente Bolívar

FUENTE: Elaboración propia

Observamos que en el puente Bolívar la velocidad que emplean los conductores dentro del puente es menor a la velocidad que emplean a 50m. Antes del puente tomado de cualquier sentido, lo cual se repite todos los días de la semana.

GRÁFICO N° 4. 61. Velocidades por semana en el puente Bolívar

FUENTE: Elaboración propia

Observamos también que las velocidades a 50m. del antes y después varían 0,54 Km/hr, por lo que se refiere a que del punto A-B entran con mayor velocidad hacia el puente.

TABLA N° 4. 15. Velocidades en el puente San Martin

PUENTE SAN MARTIN

VELOCIDAD EN EL PUENTE

(km/h)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	23,88	23,10	23,27	23,11	23,91	21,73	23,17
12:00 - 13:00	22,67	24,95	24,34	22,35	20,81	22,38	22,92
18:00 - 19:00	20,21	20,40	22,54	22,71	22,72	24,88	22,24
PROMEDIO	22,25	22,82	23,38	22,72	22,48	23,00	22,78

VELOCIDAD A 50 m SENTIDO A – B

(km/h)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	21,18	23,65	24,16	21,08	25,48	25,65	23,53
12:00 - 13:00	21,30	24,59	25,05	23,15	24,97	23,34	23,73
18:00 - 19:00	24,92	20,57	21,27	24,14	17,41	20,76	21,51
PROMEDIO	22,47	22,94	23,49	22,79	22,62	23,25	22,93

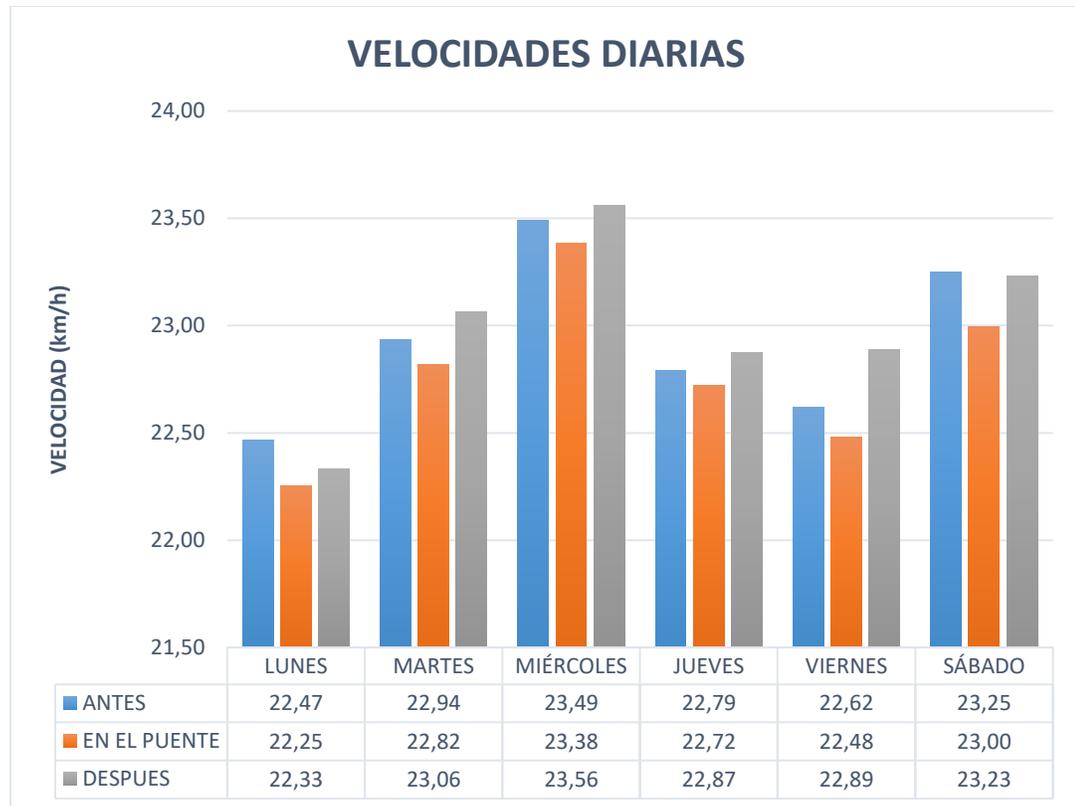
VELOCIDAD A 50 m SENTIDO B – A

(km/h)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	MEDIA
07:00 - 08:00	22,18	22,86	23,55	22,58	24,26	24,98	23,40
12:00 - 13:00	25,84	23,79	24,26	23,18	23,86	22,87	23,97
18:00 - 19:00	18,98	22,54	22,87	22,86	20,54	21,85	21,61
PROMEDIO	22,33	23,06	23,56	22,87	22,89	23,23	22,99

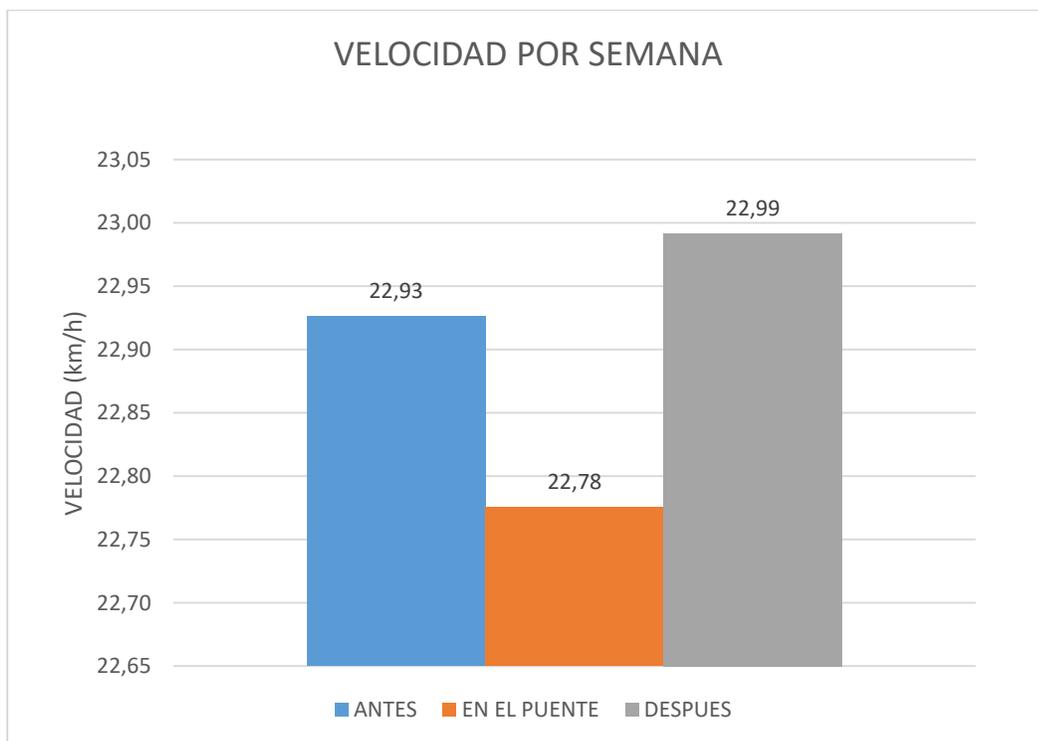
FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 62. Velocidades diarias en el puente Sn Martin



FUENTE: Elaboración propia

Observamos que en el puente San Martin la velocidad que emplean los conductores dentro del puente tiene poca diferencia con la velocidad que emplean a 50m. antes del puente tomado de cualquier sentido, lo cual se repite todos los días de la semana.

GRÁFICO N° 4. 63. Velocidades por semana en el puente San Martín

FUENTE: Elaboración propia

Observamos también que las velocidades a 50m. del antes y después varían 0,06 Km/hr, por lo que se diría que de cualquier sentido de ingreso al puente la velocidad será la misma.

4.5. CONTROL DE SEÑALIZACIÓN Y TODO LO REFERENTE A SEGURIDAD VIAL.

- PUENTE DEL HOSPITAL REGIONAL SAN JUAN DE DIOS

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

El puente no cuenta con las suficientes señalizaciones horizontales, lo que se apreciara en las siguientes imágenes:

GRÁFICO N° 4. 64. Señalización horizontal en el cordón de la acera del puente H.R.S.J.D.D.



FUENTE: Elaboración propia

La señalización de prevención horizontal para el cordón debe estar en todo lo largo del mismo ; por lo que este puente si cumple con las líneas de borde que indica el punto donde finaliza la calzada.

El puente no cuenta con líneas centrales de separación de carriles.

Los accesos al puente tienen algunas señalizaciones horizontales. Como ser las líneas de separación de carriles a trazos, que significa que se puede adelantar, y no cuenta con la señalización de paso de cebras.

SEÑALIZACIÓN VERTICAL

GRÁFICO N° 4. 65. Señalización vertical en el puente del H.R.S.J.D.D.



FUENTE: Elaboración propia

Cada acceso principal al puente cuenta con la señalización vertical para advertir la proximidad de un puente angosto, cuyo ancho total disponible es menor que el que tiene el resto de la vía.

- PUNTE DEL HOSPITAL OBRERO

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.

Dentro del puente no hay señalización ni línea que separe los a carriles.

GRÁFICO N° 4. 66. Señalización horizontal en el acceso al Hospital Obrero



FUENTE: Elaboración propia

A 50 m del puente esta como método de seguridad vial un Rompemuelles.

Los Rompemuelles sirven para regular el tráfico y reducir la velocidad en lugares con mucha afluencia de peatones.

Los accesos cuentan con líneas de cebra para el cruce de los peatones y con flechas blancas que indican la dirección que debe seguir el conductor, y estas se utilizan en vías que tengan varios carriles, así:

Flecha recta: significa que debe continuar, sin efectuar virajes.

Flecha curva: significa que debe girar en la dirección que indica.

Flecha recta con brazo curvo: significa que puede continuar o girar a la vez.

GRÁFICO N° 4. 67. Señalización horizontal en el cordón de la acera en el puente del Hospital Obrero



FUENTE: Elaboración propia

La señalización de prevención horizontal para el cordón debe estar en todo lo largo del mismo ; por lo que en el puente del Hospital Obrero tiene las líneas de borde a cada extremos del puente y no así en toda la longitud del mismo.

- PUENTE SAN MARTIN

SEÑALIZACIÓN VERTICAL

GRÁFICO N° 4. 68. Señalización vertical en el puente San Martín (acceso A)



FUENTE: Elaboración propia

En la parte del acceso A, a 50m del puente esta la señal de prohibido estacionar, que indica la prohibición de estacionar a partir de donde se encuentra la señal, ya que al hacerlo puede interrumpir la circulación de los demás vehículos.

También está la señal informativa turística que nos indica un Hotel.

GRÁFICO N° 4. 69. Señalización informativa en el puente San Martín



FUENTE: Elaboración propia

Las señales de tránsito informativas suelen, como su nombre lo indica, dar indicaciones no sólo al conductor sino también a los peatones y nos informa de los lugares que se encuentran en torno a la rotonda y a los accesos que lleva la misma.

GRÁFICO N° 4. 70. Señalización vertical en el puente San Martín (acceso B)



FUENTE: Elaboración propia

En el acceso B, al ingresar al puente esta la señal de prohibido el paso a vehículos pesados, significa que está prohibida la circulación de todo tipo de vehículos pesados de carga, el conductor de tal tipo de vehículo debe desviar la dirección al encontrarse

con esta señal, y tomar el desvío que ha sido anunciado anteriormente por medio de una señal informativa.

GRÁFICO N° 4. 71. Semáforo de precaución en el puente San Martín



FUENTE: Elaboración propia

Una luz amarilla o la flecha son precauciones advertencia, la flecha significa que los vehículos pueden tomar la dirección y sentido indicados por la misma.

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

GRÁFICO N° 4. 72. Señalización horizontal en el cordón de la acera en el puente San Martin



FUENTE: Elaboración propia

La señalización de prevención horizontal para el cordón debe estar en todo lo largo del mismo ; por lo que este puente si cumple con las líneas de borde que indica el punto donde finaliza la calzada.

Los accesos cuentan con líneas de cebra para el paso de los peatones.

GRÁFICO N° 4. 73. Señalización horizontal en el puente San Martin



FUENTE: Elaboración propia

Los accesos cuentan con líneas de cebra para el cruce de los peatones y con flechas blancas que indican la dirección que debe seguir el conductor, y estas se utilizan en vías que tengan varios carriles, así:

Flecha recta: significa que debe continuar, sin efectuar virajes.

Flecha curva: significa que debe girar en la dirección que indica.

Flecha recta con brazo curvo: significa que puede continuar o girar a la vez.

- PUNTE BICENTENARIO

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

GRÁFICO N° 4. 74. Paso de cebra en el puente Bicentenario (acceso B)



FUENTE: Elaboración propia

En todos los accesos del puente esta la señalización de Paso de peatones para la seguridad de los mismos.

GRÁFICO N° 4. 75. Señalización horizontal de flechas en el acceso B del puente Bicentenario



FUENTE: Elaboración propia

Flecha recta: significa que debe continuar, sin efectuar virajes.

Flecha curva: significa que debe girar en la dirección que indica.

Flecha recta con brazo curvo: significa que puede continuar o girar a la vez.

GRÁFICO N° 4. 76. Señalización horizontal (Achurado)



FUENTE: Elaboración propia

Los achurados tienen el objetivo de prevenir a los conductores acerca de la proximidad de islas, así como canalizar el flujo vehicular.

GRÁFICO N° 4. 77. Cabreado de entrada al puente Bicentenario



FUENTE: Elaboración propia

Una zona marcada con franjas oblicuas paralelas enmarcadas por una línea continua significa que ningún conductor debe entrar con su vehículo en la citada zona.

GRÁFICO N° 4. 78. Línea de borde de pavimento



FUENTE: Elaboración propia

Líneas de borde de pavimento, la línea de borde de pavimento de color amarillo a la izquierda de la calzada, en vías con separador, indica la finalización de circulación en ese sentido.

GRÁFICO N° 4. 79. Señalización horizontal marca de bifurcada, circulación en doble sentido



FUENTE: Elaboración propia

Las Dos líneas paralelas continuas amarillas, prohíben pasar de un carril a otro de sentido contrario.

SEÑALIZACIÓN VERTICAL

GRÁFICO N° 4. 80. Ojos de gato en la baranda vehicular del puente de Bicentenario



FUENTE: Elaboración propia

Los ojos de gato, son marcadores retrorreflectivos que han sido desarrollados para delinear de manera efectiva la ruta en condiciones de baja visibilidad o de noche. Han sido creadas para ser detectadas fácilmente a la vista de los conductores, inclusive en condiciones lluviosas. Está comprobado que reduce los índices de accidentes en las carreteras de manera considerable, y hoy por hoy se considera un elemento de uso primario en señalización vía

GRÁFICO N° 4. 81. Semaforización en el acceso al puente Bicentenario



FUENTE: Elaboración propia

Para el ingreso hacia el puente Bicentenario se encuentra instalado un sistema de semaforización. Técnicamente es usado como señales de control de tráfico, los semáforos son dispositivos de señales que se sitúan en [intersecciones viales](#) y otros lugares para regular el [tráfico](#), y por ende, el [tránsito peatonal](#).

GRÁFICO N° 4. 82. Sistema de semaforización en el acceso A-B del puente Bicentenario



FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 83. Señalización informativa en el acceso B-A del puente Bicentenario



FUENTE: Elaboración propia

Las señales informativas tienen por objeto guiar al conductor y a los peatones, suministrándole información de localidades, direcciones, destinos, distancias, sitios especiales y prestación de servicios.

- PUNTE BOLÍVAR

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

GRÁFICO N° 4. 84. Señalización horizontal (marca de bifurcada) en el acceso B-A del puente Bolívar



FUENTE: Elaboración propia

Las marcas de bifurcada anuncian al conductor que se aproxima a una bifurcación en la calzada por la que transita, con posible reajuste del número total de carriles antes y después de ella.

GRÁFICO N° 4. 85. Señalización horizontal en el puente Bolívar



FUENTE: Elaboración propia

La señalización de prevención horizontal para el cordón debe estar en todo lo largo del mismo ; por lo que este puente si cumple con las líneas de borde que indica el punto donde finaliza la calzada.

El puente también cuenta con líneas de borde de pavimento, la línea de borde de pavimento de color amarillo a la izquierda de la calzada, en vías con separador, indica la finalización de circulación en ese sentido.

Las Dos líneas paralelas continuas amarillas, prohíben pasar de un carril a otro de sentido contrario.

GRÁFICO N° 4. 86. Paso de peatón en el acceso A-B del puente Bolívar



FUENTE: Elaboración propia

A 50 m del acceso A-B se cuenta con líneas de cebra para el cruce de los peatones y con flechas blancas que indican la dirección que debe seguir el conductor.

SEÑALIZACIÓN VERTICAL

GRÁFICO N° 4. 87. Señalización vertical



FUENTE: Elaboración propia

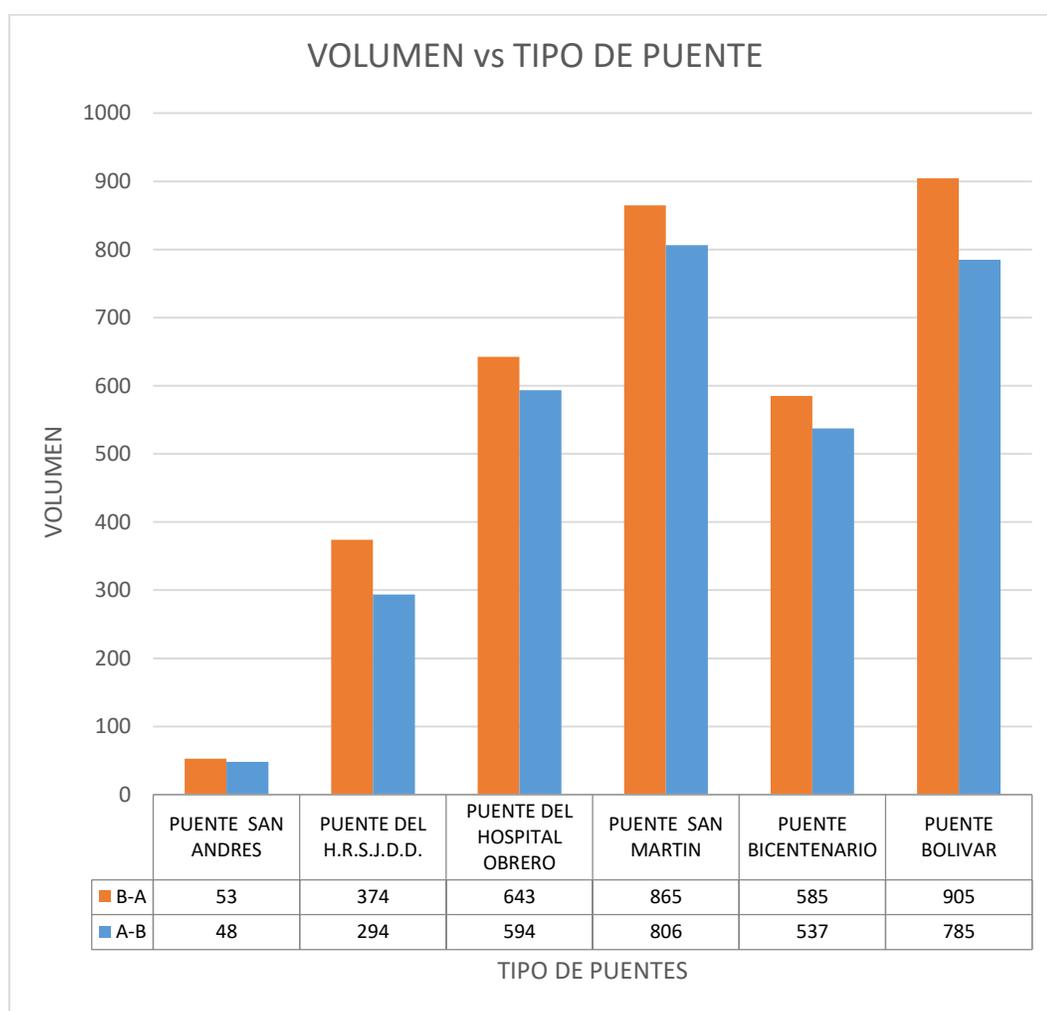
A 50m antes del puente en el acceso A esta la señalización de prohibido estacionar y detenerse, se usa para para indicar la prohibición de estacionar y detener un vehículo, a partir del lugar de donde ella se encuentra. Al hacerlo se interrumpe la libre circulación de los demás vehículos.

4.6. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS.

ANÁLISIS DE VOLUMEN

Después del procesamiento de datos obtenemos la siguiente grafica de resultados:

GRÁFICO N° 4. 88. Volumen vs. Tipo de puente



FUENTE: Elaboración propia

De la gráfica obtenemos que en todos los puentes el mayor ingreso de vehículos es del lado B-A.

Haciendo el análisis y la comparación de la gráfica vemos que los puentes de un solo carril son los puentes con menor tránsito de vehículos.

Los puentes que tienen un ancho de 7m. de calzada son los que tienen mayor volumen de vehículos en comparación con los de un solo carril y tienen menor volumen en comparación a los mayores a 7m. de calzada, con la opción del puente Bicentenario que tiene menor volumen en comparación a los puentes que son igual a 7m de calzada.

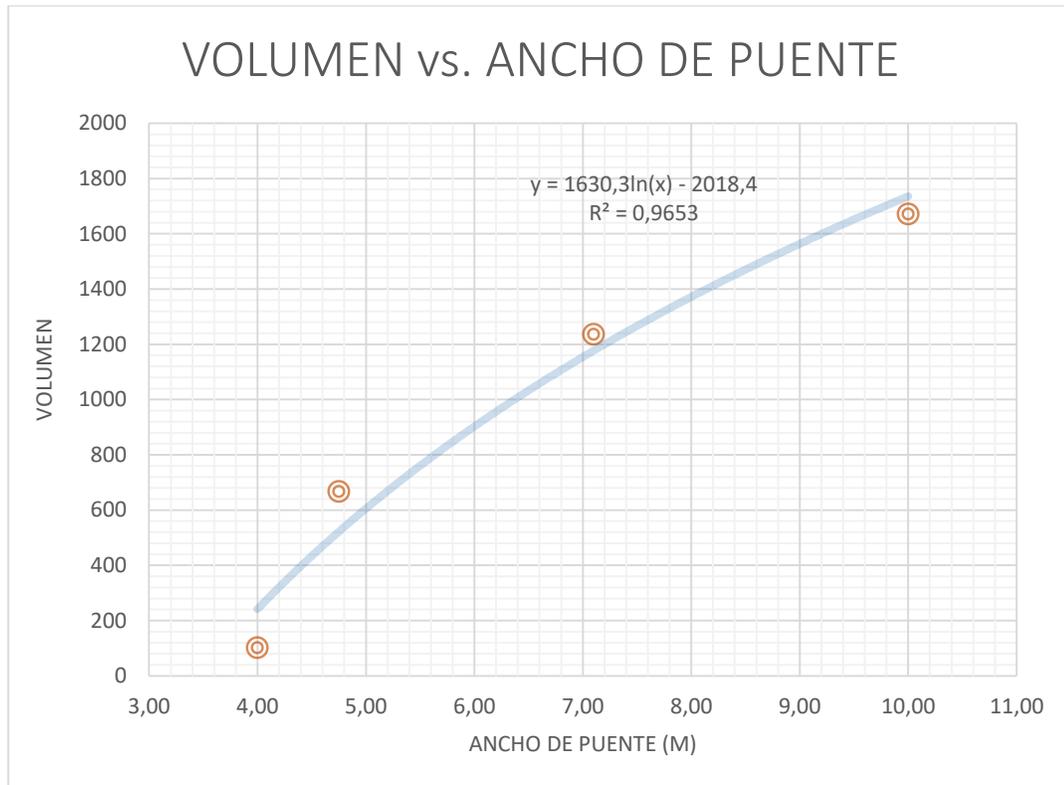
Los puentes que son mayor a 7m. de calzada tienen mayor volumen que los puentes de un solo carril, en este caso exceptuando el puente Bicentenario.

En síntesis los puentes con mayor volumen son el puente Bolívar y el puente San Martín.

Los puentes con volumen medio son los puentes del Hospital Obrero y el puente Bicentenario.

Y los puentes de menor volumen es el puente del H.R.S.J.D.D. y el puente San Andrés.

GRÁFICO N° 4. 89. Volumen vs. Ancho de puente



FUENTE: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos generamos una línea de tendencia que produce la siguiente ecuación del tipo logarítmica ascendente, la propia que ostenta correlación de:

$$R^2 = 0.9653$$

$$y = 1630,3\ln(x) - 2018,4$$

Ecuación que sirve de modelo para el criterio de análisis del volumen según el ancho de carril, la que también sirve para conocer el volumen de acuerdo al ancho de carril cualquiera.

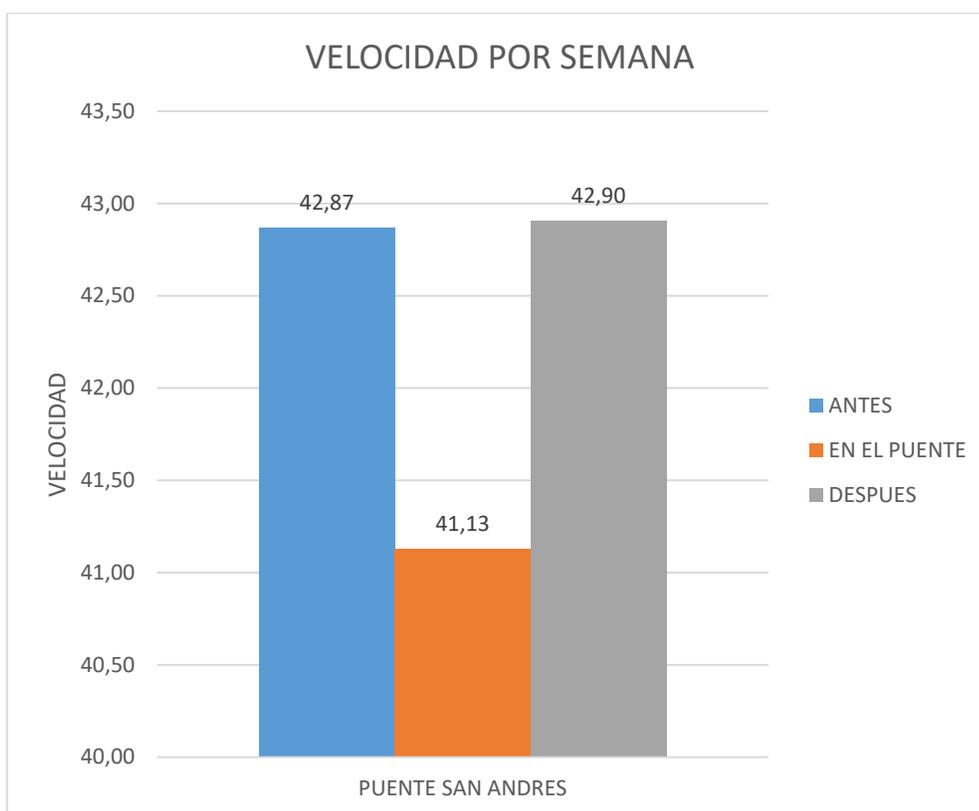
VELOCIDAD

Analizando los resultados obtenidos apreciamos que las velocidades en el trayecto del puente son mínimas a las que se generan a 50m antes del ingreso del puente, excepto en el área rural que nos muestra que por más angosto sea el puente, por la poca afluencia de moviidades los vehículos pasan a mayor velocidad sobre el puente.

Esto nos da a conocer que los puentes urbanos por más que el puente sea angosto o de carril ancho toman precauciones por la mayor Afluencia de moviidades en los puentes.

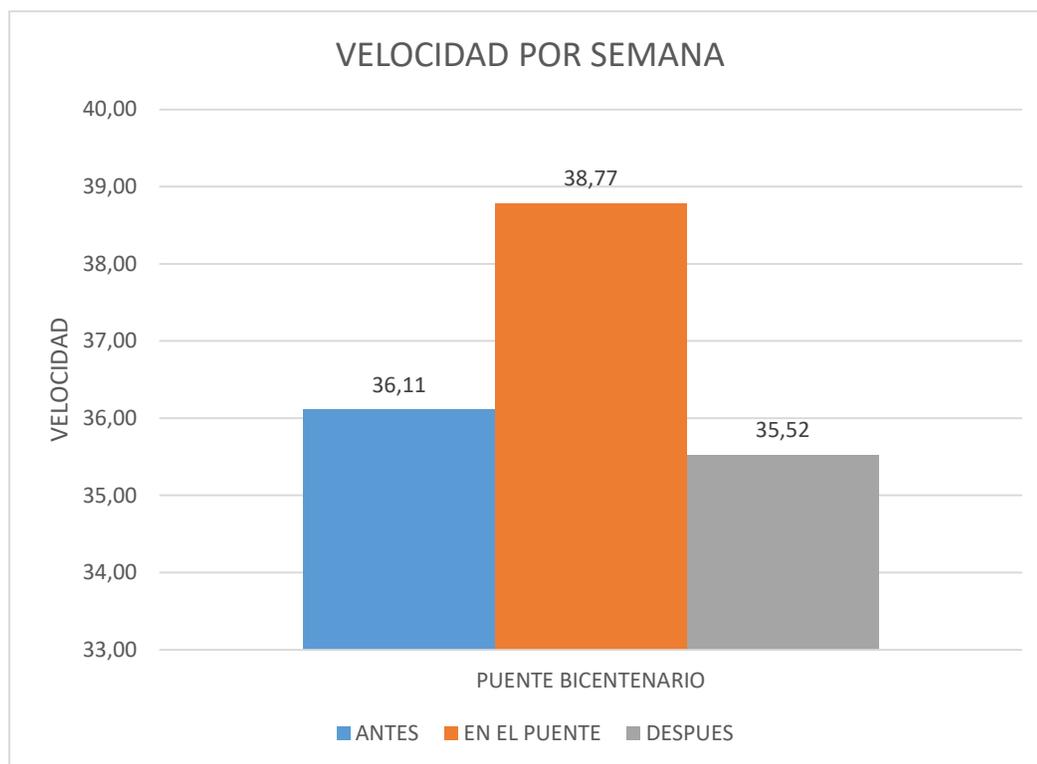
Tal caso se muestra en las gráficas siguientes, que ocurre con los puentes Bicentenario en comparación con el puente en la zona rural de San Andrés

GRÁFICO N° 4. 90. Velocidad por semana en el puente San Andrés



FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 4. 91. Velocidad por semana en el puente Bicentenario



FUENTE: Elaboración propia

Con los resultados se obtiene que en los puentes iguales a 7m, de calzada como son el puente Hospital Obrero y en el puente San Martín las velocidades tomadas son mínimas en cualquier punto con relación a los otros puentes en estudio.

En los puentes mayores a 7m. de calzada como el puente Bolívar y el puente Bicentenario son los que tienen una velocidad media en cualquier punto según los resultados obtenidos.

El puente de San Andrés un solo carril es por el que atraviesan los vehículos con mayor velocidad en cualquier punto, y el puente del H.R.S.J.D.D. es por el cual la velocidad es media en comparación a los puentes que son iguales y mayores a 7m. de calzada.

4.7. IDENTIFICAR EL EFECTO DEL ANCHO DE LOS PUENTES EN TORNO A LA SEGURIDAD VIAL.

La combinación de los diferentes factores del puente debe proporcionar a los conductores y peatones la interacción y utilización de la infraestructura de forma clara, simple y segura, permitiendo incluso la rectificación o la reducción de las consecuencias de eventuales errores que estos puedan cometer. En este trabajo se aborda y se realiza un análisis de la influencia del ancho de carril sobre la seguridad vial.

El ancho de carril de un puente es muy importante para la circulación del tráfico. Una de las primeras investigaciones de seguridad en carreteras con diferente número de carriles, fue un estudio realizado en Massachusetts, EUA, en que se relacionan carreteras de dos y tres carriles. Las carreteras bidireccionales tienen un índice mayor de accidentes que las de tres carriles.

El número de carriles está definido por la demanda en un tramo dado de carretera, la experiencia ha demostrado que el grado de seguridad depende más del ancho de los carriles que del número de estos; porque si el carril es ancho esto reduce de forma considerable la tensión de los conductores al cruzarse con otros vehículos en el interior del puente y el riesgo de producirse colisiones.

En efecto, la investigación de los registros de accidentes en carreteras de dos carriles, de varios anchos, permitió concluir que los más anchos eran más seguros.

Junto con el ancho de carril va el tipo de acceso, ya que con la rampa, la inclinación, y la longitud de la rampa es la otra característica que mayor efecto ejerce sobre la seguridad. Las pendientes ascendentes, por su parte, una reducción de la velocidad, principalmente de los vehículos pesados, y por tanto, un aumento de los riesgos asociados a las maniobras de adelantamiento de los vehículos más rápidos, tornándose una fuente generadora de accidentes.

Y en torno a la seguridad vial tiene que ser una práctica mundial el pintar la franja central, las de los carriles y las laterales de los puentes. En varios casos se encontró

evidencias de los efectos benéficos de esta práctica en relación a la seguridad, al reducirse los índices de accidentalidad.

En resumen los principales efectos del ancho de los carriles sobre la seguridad vial están ligados a la separación entre vehículos que se cruzan o que realizan adelantamiento al circular en el mismo sentido y la viabilidad de efectuar determinadas maniobras propias de la conducción, en especial las asociadas a la pérdida del control del vehículo. Cuanto mayor es el ancho de carril, más seguridad debe ofrecer la vía, se concluye que el efecto del ancho del carril en la ocurrencia de accidentes aumenta cuando es mayor el volumen de vehículos, alcanzando la mayor magnitud en vías por las cuales transitan. Se estima también que a mayor velocidad de circulación de los vehículos, mayor será la influencia del ancho de carril en la accidentalidad.

Por otro lado también alerta que aumentos en el ancho de la calzada pueden llevar a un aumento de la velocidad de circulación de los vehículos, resultando en un posible refuerzo de otros problemas de seguridad.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

El ancho de carril en los puentes es un punto muy importante para el diseño y construcción de la estructura ya que depende mucho de este para el buen tránsito de los automóviles y los peatones mismos.

Se analizó puentes con distintos anchos de carril como son:

Puente del H.R.S.J.D.D. y San Andrés como puentes menores a 7 m de ancho ; los puentes del Hospital Obrero y el puente San Martín como puentes iguales a 7m de ancho; y el puente Bolívar y Bicentenario como mayores a 7m de ancho. Con los cuales tuvimos resultados del comportamiento vehicular en cada uno de ellos.

PARA EL AFORO DE VOLUMEN TENEMOS LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

Puente San Andrés

VOLUMEN TOTAL	
07:00 - 08:00	109
12:00 - 13:00	97
18:00 - 19:02	98
PROMEDIO	101

FUENTE: Elaboración propia

El puente San Andrés con un ancho de calzada y de carril de 4m, tiene un afluente de 101 vehículos por hora.

Puente del H.R.S.J.D.D.

VOLUMEN TOTAL	
07:00 - 08:00	109
12:00 - 13:00	97
18:00 - 19:02	98
PROMEDIO	101

FUENTE: Elaboración propia

El puente del H.R.S.J.D.D. con dos carriles de 2,38m, tiene un afluente de 668 vehículos por hora.

Puente del Hospital Obrero

VOLUMEN TOTAL	
07:00 - 08:00	1231
12:00 - 13:00	1293
18:00 - 19:02	1185
PROMEDIO	1236

FUENTE: Elaboración propia

El puente del Hospital Obrero con dos carriles de 3,50m, tiene un afluente de 1236 vehículos por hora.

Puente San Martin

VOLUMEN TOTAL	
07:00 - 08:00	1804
12:00 - 13:00	1558
18:00 - 19:02	1651
PROMEDIO	1671

FUENTE: Elaboración propia

El puente San Martin con dos carriles de 3,55 m, tiene un afluente de 1671 vehículos por hora.

Puente Bolívar

VOLUMEN TOTAL	
07:00 - 08:00	1826
12:00 - 13:00	1620
18:00 - 19:02	1623
PROMEDIO	1689

FUENTE: Elaboración propia

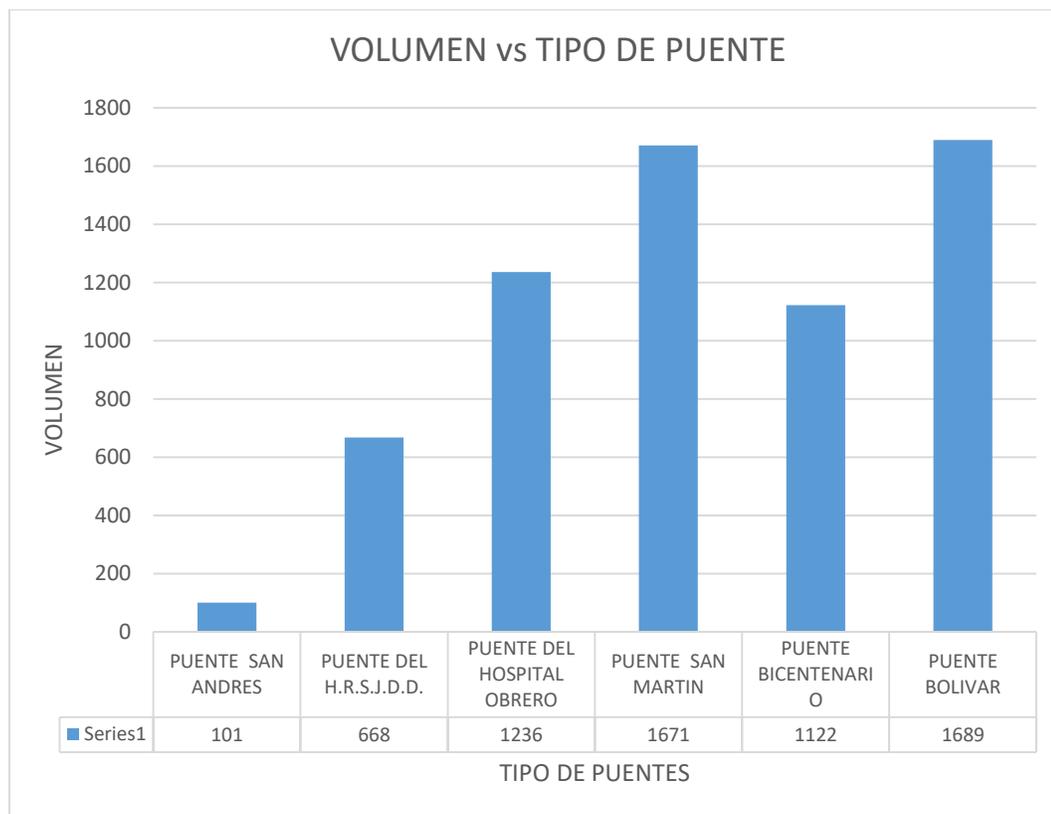
El puente Bolívar con dos carriles de 4,15 m, tiene un afluente de 1689 vehículos por hora.

Puente Bicentenario

VOLUMEN TOTAL	
07:00 - 08:00	1224
12:00 - 13:00	1075
18:00 - 19:02	1068
PROMEDIO	1122

FUENTE: Elaboración propia

El puente Bicentenario con dos carriles de 5,20 m, tiene un afluente de 1122 vehículos por hora.

GRÁFICO N° 5. 1. VOLUMEN vs TIPO DE PUENTE

FUENTE: Elaboración propia

Con respecto al volumen de aforación (figura 5.1) tenemos como conclusión que por el puente Bolívar y el puente San Martín los resultados son similares ya que tienen un volumen de 1671 y 1689 vehículos por hora y es por donde hay mayor circulación de vehículos en comparación con el resto de los puentes, el puente San Martín tiene una importante circulación vehicular de 1671 vehículos por hora a pesar del ancho de su carril.; vemos que a pesar de que el puente Bicentenario es de mayor ancho de carril y atraviesan 1122 vehículos por hora por lo cual no es muy transitable a comparación con los puentes San Martín y del Hospital Obrero; la gráfica nos muestra que el puente del H.R.S.J.D.D. y el de San Andrés son los que tienen menor transitable vehicular porque tienen 668 y 101 vehículos por hora.

PARA EL AFORO DE VELOCIDAD TENEMOS LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

Puente San Andrés

HORARIO PICO	VELOCIDAD EN EL PUENTE (Km/h)	VELOCIDAD A 50 m. SENTIDO A-B (Km/h)	VELOCIDAD A 50 m. SENTIDO B-A (Km/h)
07:00 - 08:00	42,21	42,18	43,64
12:00 - 13:00	40,77	44,14	41,85
18:00 - 19:00	40,41	42,29	43,23
PROMEDIO	41,13	42,87	42,90

FUENTE: Elaboración propia

Puente del H.R.S.J.D.D.

HORARIO PICO	VELOCIDAD EN EL PUENTE (Km/h)	VELOCIDAD A 50 m. SENTIDO A-B (Km/h)	VELOCIDAD A 50 m. SENTIDO B-A (Km/h)
07:00 - 08:00	21,34	28,89	28,62
12:00 - 13:00	21,61	31,06	30,30
18:00 - 19:00	19,83	30,75	30,25
PROMEDIO	20,93	30,23	29,72

FUENTE: Elaboración propia

Puente del Hospital Obrero

HORARIO PICO	VELOCIDAD EN EL PUENTE (Km/h)	VELOCIDAD A 50 m. SENTIDO A-B (Km/h)	VELOCIDAD A 50 m. SENTIDO B-A (Km/h)
07:00 - 08:00	18,20	20,24	20,35
12:00 - 13:00	17,40	21,49	19,26
18:00 - 19:00	13,84	20,39	20,02
PROMEDIO	16,48	20,70	19,88

FUENTE: Elaboración propia

Puente San Martín

HORARIO PICO	VELOCIDAD EN EL PUENTE (Km/h)	VELOCIDAD A 50 m. SENTIDO A-B (Km/h)	VELOCIDAD A 50m. SENTIDO B-A (Km/h)
07:00 - 08:00	23,17	23,53	23,40
12:00 - 13:00	22,92	23,73	23,97
18:00 - 19:00	22,24	21,51	21,61
PROMEDIO	22,78	22,93	22,99

FUENTE: Elaboración propia

Puente Bolívar

HORARIO PICO	VELOCIDAD EN EL PUENTE (Km/h)	VELOCIDAD A 50 m. SENTIDO A-B (Km/h)	VELOCIDAD A 50m. SENTIDO B-A (Km/h)
07:00 - 08:00	35,40	36,71	36,16
12:00 - 13:00	37,10	37,95	36,71
18:00 - 19:00	36,67	37,38	37,54
PROMEDIO	36,39	37,35	36,80

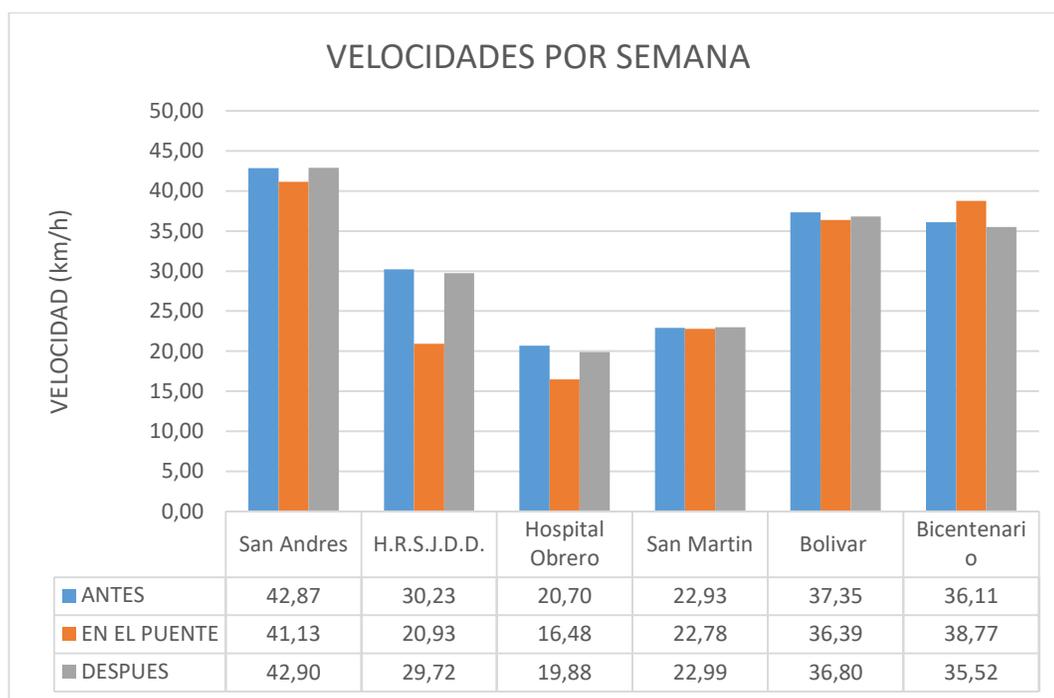
FUENTE: Elaboración propia

Puente Bicentenario

HORARIO PICO	VELOCIDAD EN EL PUENTE (Km/h)	VELOCIDAD A 50 m. SENTIDO A-B (Km/h)	VELOCIDAD A 50 m. SENTIDO B-A (Km/h)
07:00 - 08:00	39,12	37,21	35,06
12:00 - 13:00	39,97	35,93	34,66
18:00 - 19:00	37,23	35,18	36,84
PROMEDIO	38,77	36,11	35,52

FUENTE: Elaboración propia

GRÁFICO N° 5. 2. VELOCIDADES POR SEMANA



FUENTE: Elaboración propia

En la figura 5.2 observamos que en los puentes San Martín y Hospital Obrero las velocidades de los vehículos son menores en relación a los otros puentes, mientras que los puentes Bolívar y Bicentenario las velocidades son similares entre sí y teniendo en cuenta que son los de mayor ancho de carril estos tienen velocidades mayores a los del puente Obrero y San Martín; vemos también que en el puente de San Andrés la velocidad que emplean los conductores es mayor con respecto con lo que emplean en los otros puentes.

Los estudios de tráfico que aplicamos nos demuestran que mientras más ancho sea el carril es mejor el tránsito y el comportamiento vehicular tanto en los accesos como en el trayecto del puente.

Con el análisis de resultados nos damos cuenta que en el área rural por más sean angostos los puentes los automóviles incrementan la velocidad al haber poco tránsito;

por lo que la seguridad vial en este sitio debe ser más controlada. En comparación con los puentes de la ciudad la velocidad es más reducida por el tráfico mismo que existe.

Con todo lo visto en la evaluación de la señalización y todo lo referente a seguridad vial de los puentes, vemos que las señalizaciones estas están muy deterioradas y en otros casos que ni existen. También se observa que los choferes no hacen caso a las señalizaciones un ejemplo el puente San Martín que tienen muchos años de servicio y que ya cumplió su vida pero sigue en función con mucho riesgo de colapsar, en este puente está prohibido el paso de transporte pesado pero aún siguen circulando constantemente maquinaria y transporte pesado.

Con las deterioraciones observadas los baches y ondulaciones en la calzada del acceso al puente (juntas) pueden obligar a los conductores a realizar cambios de dirección y reducciones de velocidad de forma brusca. Defectos mayores pueden provocar, incluso, la pérdida de control del vehículo o la rotura de algunos de sus componentes, llevando a accidentes de gran severidad.

El uso adecuado de la señalización es fundamental para el funcionamiento eficiente y seguro de cualquier sistema vial; pero la seguridad vial en nuestro medio está muy abandonada; y por lo general en los puentes esta deficiente de señalizaciones tanto vertical como horizontal. Lo cual afecta a la población y a su seguridad.

Una vez realizado el levantamiento de la información es indispensable recomendar medidas para mejorar el nivel de seguridad vial en el puente y sus accesos, considerando a todos los usuarios de la vía. Para la aplicación de los resultados en nuestro medio se hace las siguientes recomendaciones:

En el diseño de nuevos puentes, debe darse particular atención al ancho de carril como un criterio principal de proyecto. Por su parte, la reconstrucción de puentes actuales debe poseer un componente de seguridad; con el fin de mejorar la seguridad vial se enlistan a continuación:

- Establecer la velocidad en el puente.
- Modificar el límite de velocidad establecido.

- Demarcar o volver a pintar la línea de centro.
- Demarcar o volver a pintar la línea de borde.
- Colocar o remplazar captaluces.
- Colocar, remplazar o reubicar señales verticales en los accesos al puente.
- Colocar o remplazar las barreras de contención vehicular.
- Colocar o remplazar el sistema de contención del puente de tal forma que sea un sistema rígido adecuado.
- Modificar el terminal del sistema de contención vehicular.
- Mejorar la entrada al puente de tal manera que se elimine el ingreso abrupto (baches) entre los accesos y el puente.
- Eliminar o recortar vegetación que dificulta la visibilidad del puente.
- Colocar o mejorar la iluminación en el puente.
- Mejorar sus condiciones o volver a construir las aceras peatonales
- Mejorar o dar mantenimiento a los drenajes en el puente para evitar obstrucciones y agua empozada.
- Establecer restricción de peso de automóviles en el puente
- Eliminar o reubicar publicidad comercial o turística que limite la visibilidad de los conductores o de las señales de tránsito.

En síntesis, la seguridad vial es una consideración importante en el diseño de puentes nuevos. Apegarse a estándares vigentes relacionados con el ancho del puente, acotamientos, barandillas y postes, es importante para asegurar que el nuevo puente será seguro.

5.2. RECOMENDACIONES

A continuación se señala recomendaciones para futuras investigaciones:

Para garantizar la confiabilidad de la información de los datos aforados, en caso se necesitara la ayuda para los aforos, se deberá dar la respectiva capacitación a los aforadores. Se debe determinar bien los sitios y la forma en la cual se realizará la toma de información.

Se sugiere que los puntos de aforo estén en lugares accesibles; la toma de información debe cubrir todos y cada uno de los sitios que presenta conflicto en nuestro caso en los accesos a los puentes.

En caso de tener poco tiempo para la investigación, o no poder hacerlo en los tiempos o meses de máxima demanda, se sugiere que el periodo de toma de información corresponda al periodo pico o de máxima demanda diaria.

Para las características geométricas del puente se recomienda hacer las mediciones en horarios de la noche o horarios que no haya trancitabilidad, ya que en otro horario se hace complicado para medir por el paso de vehículos.

Para evitar cualquier tipo de accidente es recomendable que las personas sean precavidas y prudentes al momento de visualizar y hacer el control de las señalizaciones y todo lo referente a seguridad vial.

Por último se recomienda transcribir los datos bien se los vaya obteniendo, ya que por lo general en proyectos de tráfico se cuenta con bastantes datos de aforo.

