

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**PROPUESTA DE UNA METODOLOGIA PARA  
JUSTIFICAR PASOS PEATONALES A DESNIVEL  
UTILIZANDO LA DISTRIBUCION  
PROBABILISTICA DE POISSON**

**POR:  
ING. ALFONSO OLIVAS OCHOA**

**JUNIO DEL 2001**

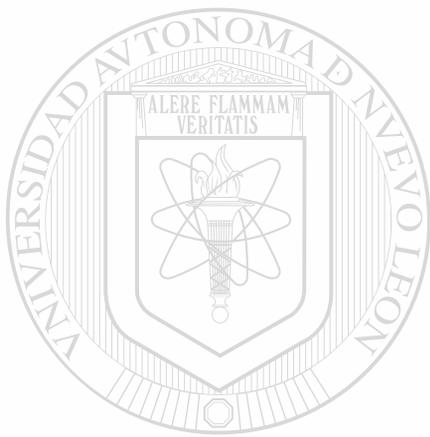
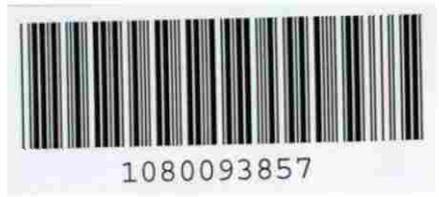
TM

TG425

.04

2001

c.1



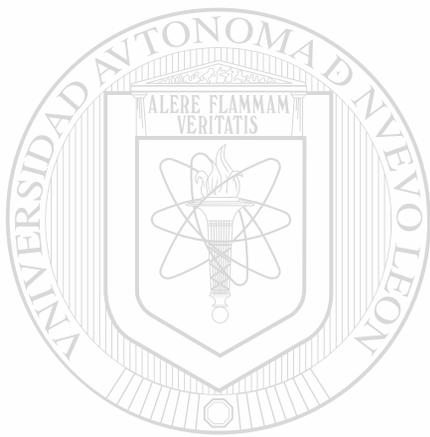
# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# UANL

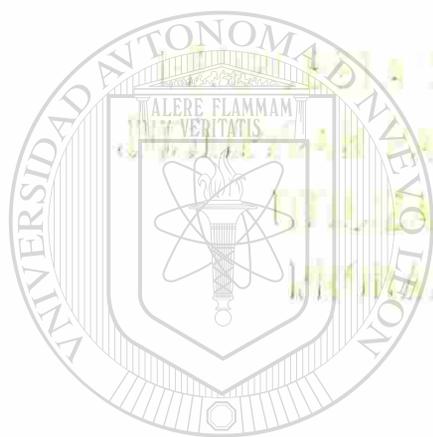
---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

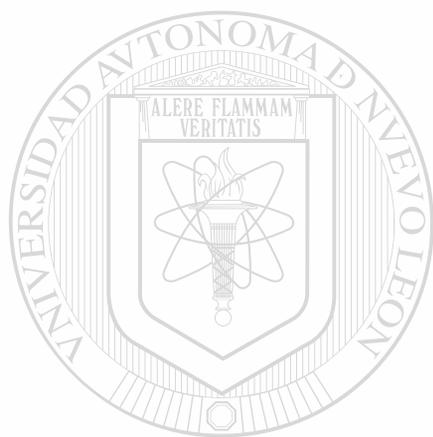
®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ING. ALFONSO OLIVAS OCTOBA

2019





# UANL

---

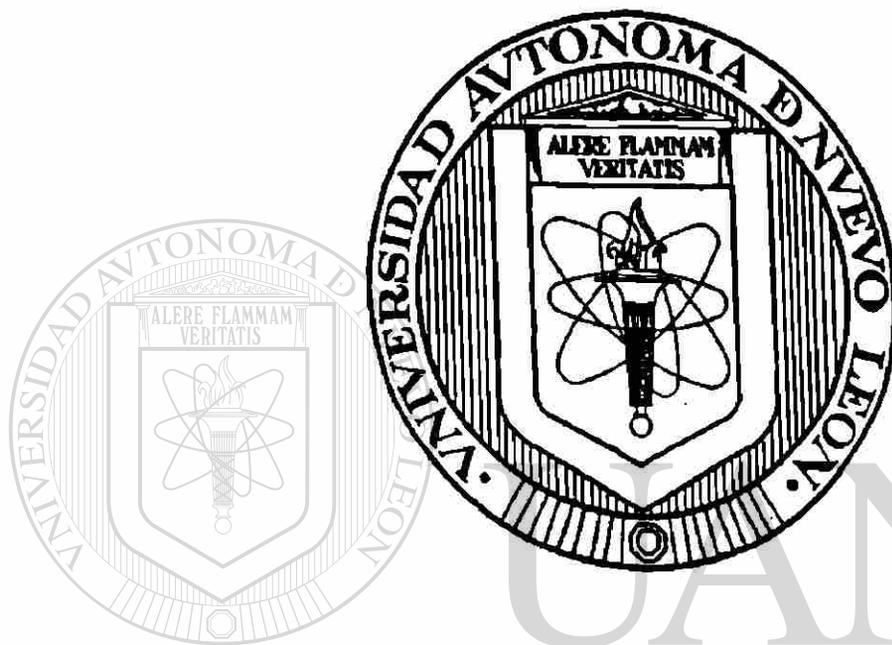
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



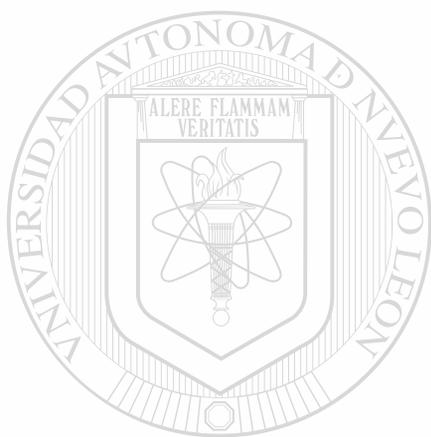
**PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA JUSTIFICAR PASOS  
PEATONALES A DESNIVEL UTILIZANDO LA DISTRIBUCIÓN  
PROBABILÍSTICA DE POISSON**

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**P O R:**  
**ING. ALFONSO OLIVAS OCHOA**

*Junio del 2001*

TM  
TG425  
.04  
2001  
c.1



# UANL

---

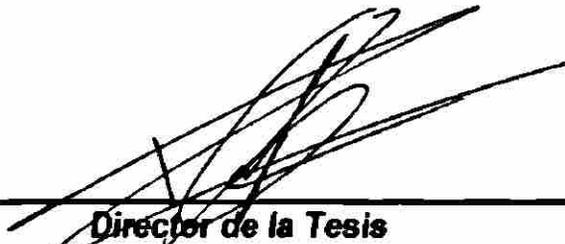
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA JUSTIFICAR  
PASOS PEATONALES A DESNIVEL UTILIZANDO LA  
DITRIBUCIÓN PROBABILÍSTICA DE POISSON**

**Aprobación de la Tesis:**



---

**Director de la Tesis  
M.C. Rafael Gallegos López**



---

**Evaluador de Tesis  
M.E.C. Francisco Gámez Treviño**



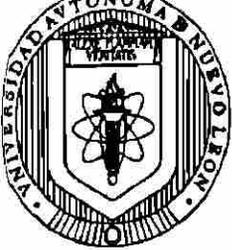
---

**Evaluador de Tesis  
M. C. Anastacio Vázquez Vázquez**



---

**Subdirector de Estudios de Postgrado  
Dr. Ricardo González Alcorta**



**COMPROBANTE DE CORRECCION**

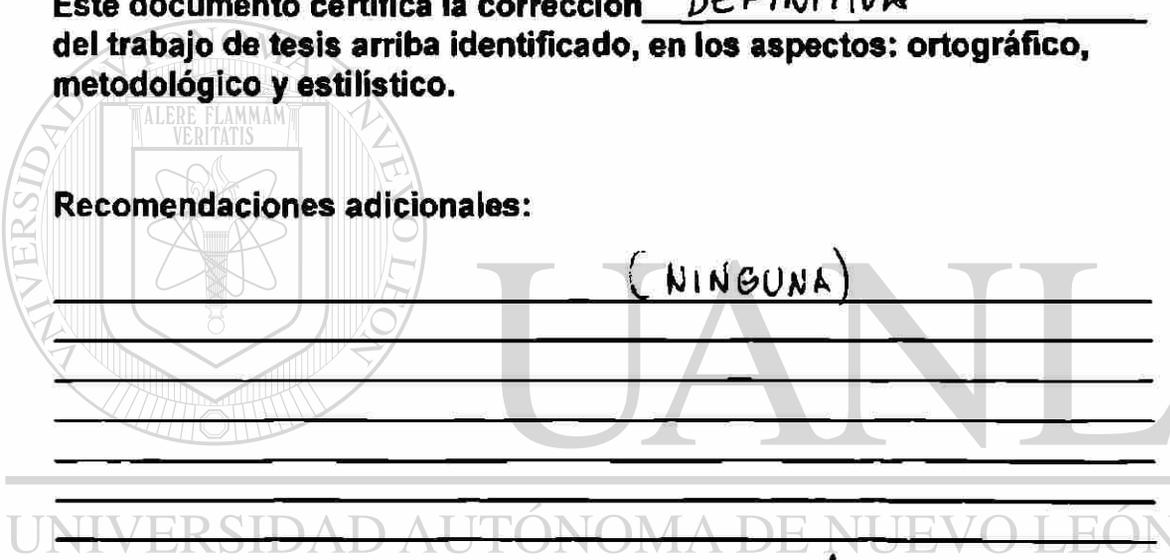
Tesista: ALFONSO OLIVAS OCHOA

Tema de la tesis: PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA  
 PARA JUSTIFICAR PASOS PEATONALES A DESNIVEL  
 UTILIZANDO LA DISTRIBUCIÓN PROBABILÍSTICA DE POISSON

Este documento certifica la corrección DEFINITIVA  
 del trabajo de tesis arriba identificado, en los aspectos: ortográfico,  
 metodológico y estilístico.

Recomendaciones adicionales:

(NINGUNA)



Nombre y firma de quien corrigió:

Arq. Ramón Longoria Ramírez

El Secretario de Posgrado:

Dr. Ricardo González Alcorta

Ciudad Universitaria, a 19 de JUNIO de 2001

# RESUMEN

**Alfonso Olivas Ochoa**

**Fecha de Graduación: Julio, 2001**

**Universidad Autónoma de Nuevo León**

**Facultad de Ingeniería Civil**

**Título del Estudio: PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA PARA JUSTIFICAR PASOS PEATONALES A DESNIVEL UTILIZANDO LA DISTRIBUCIÓN PROBABILÍSTICA DE POISSON.**

**Número de páginas: 184**

**Candidato para el grado de Maestría en Ciencias con especialidad en Ingeniería de Tránsito**

**Area de Estudio: Ingeniería de Tránsito**

**Propósito y Método del Estudio:** Aportar recomendaciones y desarrollar una metodología de cálculo para la justificación de pasos peatonales a desnivel y así con esto facilitar la toma de decisión en la construcción de este tipo de infraestructura, disminuir la tasa de mortalidad del peatón, incrementar el flujo vehicular, disminuir la contaminación y disminución de las demoras.

**Contribuciones y Conclusiones:** Los resultados obtenidos en esta investigación sin lugar a dudas facilitará la toma de decisión en los análisis para la justificación de pasos peatonales a desnivel.

**FIRMA DEL DIRECTOR DE TESIS:** \_\_\_\_\_

**M.C. RAFAEL GALLEGOS LÓPEZ**



## **AGRADECIMIENTOS**

**Agradezco a Dios, a quien debo todo, el haberme permitido alcanzar esta meta y pidiéndole me apoye para terminar la labor que me ha encomendado en esta vida.**

**A mis padres, Don Alfonso Olivas Pérez y Doña Celia Ochoa Sandoval, por la formación como hombre de bien que de ellos recibí con su ejemplo de generosidad y amor con el que he contado durante toda mi vida.**

**Asimismo, hago manifiesto mi sincero agradecimiento a mis suegros, Don Adolfo y Doña Alicia, de quienes siempre he recibido apoyo y comprensión como unos verdaderos segundos padres.**

**Quiero expresar un especial agradecimiento a mi esposa Enriqueta Briseño, por su amor, paciencia y apoyo que siempre me ha dispensado, sin lo cual no hubiera sido posible dar este paso. Hago extensivo mi agradecimiento a nuestros hijos: Elsa Gabriela, Ángel Alfonso, David Adolfo y Oscar Humberto, a quienes espero que este modesto logro les sirva de ejemplo y de recuerdo para que labren su propio porvenir.**

**A un hombre, de quien mucho aprendí, por su amistad, por su bondad y sus sabios consejos que tanto me sirvieron para encontrar el verdadero derrotero de mi vida, en donde quiera que estés Cuñado Alfonso Páez Martínez (+) vaya mi más sincero agradecimiento.**

**Expreso un profundo agradecimiento y amor fraternal a mis hermanas, Socorro Elisa, Fortunata, Gloria, Celia y Rosa Luz, de quienes siempre recibí apoyo, amor y fortaleza para continuar mis estudios y superarme como profesionalista y como ser humano.**

**A las autoridades de la Facultad de Ingeniería y de la Universidad Autónoma de Nuevo León, agradezco todas las facilidades que me brindaron para llevar a cabo los estudios de Maestría sin las cuales no hubiera sido posible lograrlo.**

**Agradezco en todo lo que vale a mi Director de Tesis M.C. Rafael Gallegos López por sus valiosas enseñanzas, así como por sus aportaciones y sugerencias para la escritura de este trabajo.**

**Finalmente, hago extensivo mi agradecimiento a todos los maestros que participaron en mi formación, así como a mis compañeros de estudios, a mis alumnos y a mis compañeros de trabajo, ya que todos contribuyeron de una forma u otra en el logro de esta meta académica.**

# Propuesta de una metodología para justificar pasos peatonales a desnivel utilizando, la distribución probabilística de Poisson

## CONTENIDO

<b>I. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>Hipótesis.....</b>	<b>3</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>4</b>
<b>II. El peatón como elemento del tránsito.....</b>	<b>5</b>
II.1. Definición de peatón.....	5
II.2. Características del desplazamiento peatonal.....	5
II.3. Influencia del vehículo en la circulación peatonal.....	6
II.4. Importancia de la actitud psicológica.....	9
II.5. Magnitud del problema.....	11
<b>III. Principios básicos de la circulación peatonal.....</b>	<b>13</b>
III.1. Medidas del flujo peatonal.....	13
III.2. Relación entre la velocidad y la densidad peatonal.....	15
III.3. Relación entre la intensidad y la densidad peatonal.....	16
<b>IV. Análisis de capacidad peatonal.....</b>	<b>18</b>
IV.1. Terminología de capacidad peatonal.....	18
IV.2. Método para análisis de capacidad peatonal .....	24
IV.3. Ejemplos de cálculo de capacidad peatonal.....	34
<b>V. Vialidad peatonal.....</b>	<b>47</b>
V.1. Clasificación de la vialidad peatonal.....	47
V.2. Instalación y sistemas para proteger al peatón.....	48
<b>VI. Pasos peatonales a desnivel.....</b>	<b>58</b>
VI.1. Generalidades.....	58
VI.2. Paso peatonal elevado a desnivel .....	59
VI.3. Paso peatonal subterráneo a desnivel.....	60
VI.4. Canalización de peatones.....	61

<b>VII. Estudio del uso de los pasos peatonales en el área metropolitana de la Cd. de Monterrey.....</b>	<b>63</b>
VII.1. Localización general.....	63
VII.2. Secciones transversales y gráfica escalar de volúmenes peatonales.....	65
VII.3. Gráficas.....	91
a) <i>Distribución de edades</i> .....	91
b) <i>Porcentaje de utilización</i> .....	91
c) <i>Tiempos de cruce</i> .....	91
VII.4. Conclusiones.....	144
<b>VIII. Justificación de un paso peatonal a desnivel utilizando la distribución de Poisson.....</b>	<b>147</b>
VIII.1. Estudios necesarios de ingeniería de tránsito.....	147
a) <i>Levantamiento físico - geométrico</i> .....	147
b) <i>Estudios de volúmenes de tránsito</i> .....	147
c) <i>Estudios de volúmenes peatonales</i> .....	149
d) <i>Estudio de velocidad</i> .....	149
e) <i>Estudio de accidentes</i> .....	150
VIII.2. Distribución de Poisson.....	156
VIII.3. Método para el cálculo de probabilidad de ocurrencia de accidentes, en un cruce de peatones.....	158
a) <i>Datos necesarios</i> .....	158
b) <i>Procedimiento</i> .....	158
c) <i>Ejemplo</i> .....	
VIII.4. Gráficas finales.....	
a) <i>Hojas de cálculo</i> .....	
b) <i>Gráficas finales</i> .....	
c) <i>Ejemplo</i> .....	
<b>IX. Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>181</b>
<b>X. Bibliografía.....</b>	<b>183</b>

## LISTA DE GRÁFICAS Y FIGURAS

<b>N° de Figura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
II.1	<i>Gráfica de las razones o propósitos del viaje</i>	9
II.2	<i>Distribución porcentual de muertos en accidentes de tránsito en el D.F.</i>	12
III.1	<i>Gráfica: Relación entre velocidad-densidad</i>	15
III.2	<i>Gráfica: Comportamiento de Parámetros</i>	16
III.3	<i>Gráfica: Peatones</i>	17
IV.1	<i>Figura: Nivel de servicio A</i>	21
IV.2	<i>Figura: Nivel de servicio B</i>	21
IV.3	<i>Figura: Nivel de servicio C</i>	21
IV.4	<i>Figura: Nivel de servicio D</i>	22
IV.5	<i>Figura: Nivel de servicio E</i>	22
IV.6	<i>Figura: Nivel de servicio F</i>	22
IV.7	<i>Ejemplo de cálculo de capacidad peatonal en vías peatonales</i>	34
IV.8	<i>En esquinas de aceras</i>	37
IV.9	<i>Análisis de pasos para peatones</i>	42
V.1	<i>Análisis de pasos para peatones</i>	49
V.2	<i>Obra, aceras, isletas</i>	50
V.3	<i>Obra, barreras canalizadoras</i>	51
V.4	<i>Obra, paso a desnivel</i>	52
V.5	<i>Obra, bandas transportadoras</i>	53
V.6	<i>Carreteras rurales y vías rápidas urbanas</i>	54
VI.1	<i>Canalización de peatones</i>	62
VII.1	<i>Secciones transversales y gráfica escolar de Volúmenes de peatones</i>	65
VII.2	<i>Distribución de edades-porcentaje de utilización y tiempos de cruce</i>	93
VIII.1	<i>Justificación de un paso peatonal</i>	177
VIII.2	<i>Justificación de un paso peatonal</i>	178
VIII.3	<i>Justificación de un paso peatonal</i>	179
VIII.4	<i>Justificación de un paso peatonal</i>	180

## LISTA DE TABLAS

<b>N° de Figura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
<i>II.1</i>	<i>Relación de la edad con el modo de desplazamiento</i>	<i>7</i>
<i>III.1</i>	<i>La velocidad media de peatones por grupo de edades</i>	<i>14</i>
<i>IV.1</i>	<i>Factores de ajuste debido a la presencia de obstáculos</i>	<i>23</i>
<i>IV.2</i>	<i>Niveles de servicio peatonal en vías peatonales</i>	<i>24</i>
<i>IV.3</i>	<i>Intensidad peatonal</i>	<i>37</i>
<i>IV.4</i>	<i>Intensidad peatonal</i>	<i>42</i>
<i>V.1</i>	<i>Criterios para la señalización de pasos peatonales</i>	<i>55</i>
<i>VIII.1</i>	<i>Clasificación vehicular</i>	<i>151</i>
<i>VIII.2</i>	<i>Aforo peatonal</i>	<i>152</i>
<i>VIII.3</i>	<i>Velocidad de punto (método de pistola radar)</i>	<i>153</i>
<i>VIII.4</i>	<i>Velocidad de punto (método del enoscopio)</i>	<i>154</i>

# I. Introducción

Caminar es una de las habilidades más maravillosas del ser humano, vital en su largo camino evolutivo, y su progreso hacia la civilización, pues según las evidencias en fósiles, se estima que hace un millón de años el humanoide comenzó a enderezar su postura haciendo posible su sistema músculo esquelético "pie - pierna - espina dorsal"; podemos remontarnos a esta mutación clave del hombre primitivo, que levantaba su mirada al firmamento tratando de alcanzar la luna, como si tratara de coger la fruta de un árbol.

Esta capacidad de locomoción del hombre fue determinante para su asentamiento en los primeros campamentos primitivos y en las ciudades rudimentarias y desde estos remotos tiempos, hasta el siglo XIX, las distancias de recorrido a pie determinaron la localización, apariencia y tamaño de las ciudades, estructuradas para la conveniencia y confort del peatón y caracterizadas por sus cualidades humanas de diseño; turbadas si acaso por el paso de animales de carga, que cuando alcanzaban límites nocivos se limitaba, como sucedió en la antigua Roma, donde desde remotos tiempos se rescataron áreas para el uso exclusivo de personas a pie, para no perder al hombre como módulo esencial de la urbe.

El advenimiento del transporte en maquinas ha causado un drástico impacto en la forma urbana, el conflicto del hombre con el automotor es una competencia desbalanceada; el auto con su cada vez mayor demanda de espacio para circular y estacionarse, prevalece actualmente en el desarrollo y estructura de las ciudades y, desafortunadamente, mutila y mata al hombre, causa humos, polvo y ruidos y su accionar provoca detrimento en el medio ambiente urbano, imponiendo su escala.

En efecto, se puede determinar que el peatón resulta el elemento olvidado; pues al hecho de que los vehículos le han venido quitando cada vez más espacio dentro de las ciudades, debemos agregar todos los demás impedimentos que encuentra en su diario deambular; como son: inclemencias del tiempo, puestos, botes de basura, accesos y salidas de vehículos, carga y descarga de mercancía, perros, postes, hidrantes, señales, teléfonos y un sin número de obstáculos más.

En esta exposición se comentan los principios básicos que describen este tipo de desplazamiento, del que poco se habla y mucho debe hacerse.

Se señalan también las características de sus elementos, algunos criterios para la selección de medidas de seguridad peatonal y, finalmente, se expone la terminología, la metodología y los criterios de aplicación del análisis de capacidad peatonal, así como el análisis de la justificación de un paso peatonal a desnivel, utilizando la distribución de Poisson.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# Hipótesis

La distribución de probabilidades de Poisson de la probabilidad del número de ocurrencias por unidad específica, y es definida completamente por su promedio de ocurrencia, bajo este comportamiento esta distribución también, define el modelo para la justificación de pasos peatonales a desnivel utilizando las siguientes variables:

- Volumen de tránsito vehicular en la hora de máxima demanda.
- Volumen de tránsito peatonal en la hora de máxima demanda.
- Tiempo de cruce peatonal.

A mayor definición de las variables.

Se diseñarán con mayor adecuación los pasos peatonales a desnivel, en sus tipologías y en los lugares idóneos.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# O b j e t i v o s

## **Objetivo general**

Diseñar mejores pasos peatonales a desnivel, atendiendo principalmente las variables de los volúmenes máximos de tránsito vehicular y peatonal, además del tiempo de cruce peatonal.

## **Objetivos específicos.**

- Facilitar a las autoridades la toma de decisión en la construcción de este tipo de infraestructura.
- Disminuir la tasa de mortalidad de peatones en accidentes de tránsito.
- Separar los flujos peatonal y vehicular, para incrementar la capacidad vehicular.
- Proteger en cierta forma, a los conductores, ya que al cruzar un peatón por la calle imprudentemente, el conductor suele cargar con la culpabilidad según el reglamento de tránsito vigente, creando perjuicios económicos y morales.
- Disminuir la contaminación ambiental generada por las demoras ocasionadas por el cruce de peatones a nivel.
- Ahorro en horas - hombre por la disminución de las demoras.
- Incrementar los beneficios económicos y sociales a un bajo costo, obteniendo con ello indicadores de rentabilidad muy elevados.
- Incrementar la calidad de vida de los usuarios.

## **II. El peatón como elemento del tránsito**

### **II.1. Definición del peatón**

Se puede considerar como peatón a la población en general, desde personas de un año hasta de más de cien años. Prácticamente, todos somos peatones; por lo tanto, a todos nos interesa este aspecto. También puede decirse que el número de peatones en un país casi equivale al censo de la población.

### **II.2. Características del desplazamiento peatonal.**

A diferencia de los conductores, las actividades de los peatones son de lo más diverso y se apegan, con mucho menor rigor, a las normas específicas y a la señalización. Todo ello dificulta su ordenamiento y, por tanto, las posibilidades de mejorar su seguridad.

Es notorio el uso exclusivo que los peatones tienen de algunas de las variables más importantes de la circulación, como lo son: el poder cruzar una corriente peatonal, circular en sentido contrario al de la corriente principal y poder llevar a cabo cambios de dirección sin ocasionar conflictos ni variaciones sensibles de velocidad o cambios del paso de marcha. No obstante, existen algunos aspectos en los cuales tanto la circulación peatonal como la vehicular presentan una gran similitud; como por ejemplo, la tendencia a la formación de pelotones, entre otras.

Este concepto hace referencia a un cierto número de personas que caminan juntas en grupo, normalmente de manera involuntaria, debido a los semáforos o a otras

causas y generalmente en forma desorganizada; es decir, sin crear colas o carriles como en el caso de los vehículos.

Otro aspecto también muy importante de la circulación peatonal es la velocidad. Este parámetro varía sensiblemente, debido a varios factores, tales como la edad y el sexo, el motivo de viaje y la experiencia del peatón; pueden intervenir también la presencia de otros peatones, el área disponible, las condiciones atmosféricas, etc.

### **II.3. Influencia del vehículo en la circulación peatonal.**

Sin duda alguna se vive la época del vehículo automotor y no la del peatón, prueba de ello, es la ingente superficie dedicada a la circulación y al estacionamiento vehicular y el alto grado de importancia que se le da incluso en el diseño de las vialidades urbanas.

El accionar del vehículo, por otro lado, no sólo provoca problemas de ocupación del espacio para el peatón, a ello habría que agregar el deterioro del medio ambiente debido a la generación de humos y ruidos, en los que el viandante es siempre el más afectado.

En cuanto a oportunidades de cruce se refiere, el peatón tiene siempre que someterse a la disponibilidad que le ofrece el volumen y la velocidad vehicular existente; de ahí que, cuando desea cruzar una calzada, toma la decisión con base en la ubicación y a la velocidad de los vehículos que se acercan al cruce, realizando un rápido cálculo mental, a efecto de comparar el grado de peligrosidad y el periodo de espera, imprimiendo una mayor velocidad a su paso normal, a partir del momento en que observa que un vehículo tarda menos de 7 segundos en llegar al punto por donde cruza. Es debido a este análisis intuitivo, que los

peatones tienden a subestimar la velocidad de los vehículos más veloces y la de los más pequeños.

El tamaño de los vehículos, así como su color, influye también notablemente en la decisión de cruce de un peatón, sobre todo en un terreno abierto, como es el caso de los libramientos o vías urbanas de alta velocidad.

Todos estos inconvenientes que el peatón encuentra en su circulación han ocasionado que, por seguridad propia, adopte siempre una actitud preventiva, haciendo a un lado, sobre todo en los cruces, la tranquilidad y la estabilidad emocional; algo que no sucede a los automovilistas, en su relación con el desplazamiento peatonal.

La edad es el principal motivo para que existan diferencias, en la velocidad de marcha, de hasta un 38%, como se puede observar en la tabla No. II.1; en cuanto al sexo, se considera que los hombres caminan entre un 15 y un 20 % más deprisa que las mujeres.

<b>EDAD Y SEXO</b>	<b>KM/HORA</b>	<b>M/SEG.</b>
Hombres de menos de 55 años.	6	1.7
Hombres de más de 55 años.	5.5	1.5
Mujeres de menos de 50 años.	5	1.4
Mujeres de más de 50 años.	4.7	1.3
Mujeres con niños.	2.5	0.7
Niños de 6 a 10 años.	4	1.1
Adolescentes.	6.5	1.8

*Tabla No. II.1. Relación de la edad con el modo de desplazamiento.*

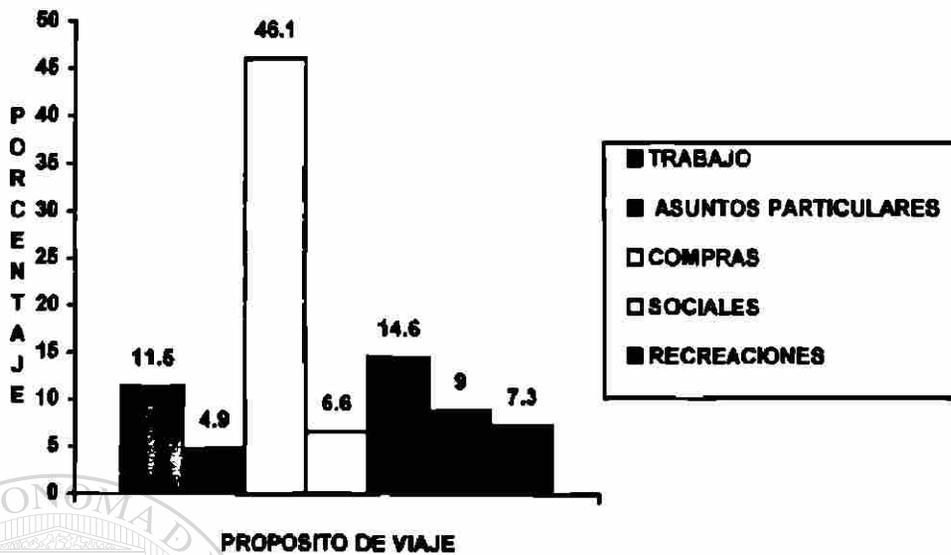
En cuanto al motivo del viaje, se ha observado que los peatones en su trayectoria al trabajo, sobre una misma ruta, así como los estudiantes, presentan velocidades de marcha superior a aquellos que van de compras.

Según estudios realizados, un 46.1% de los viajes peatonales son desarrollados para efectuar compras, siendo las damas quienes más realizan esta actividad; sin embargo, es este desplazamiento, junto con el cambio de modo de transporte, por el que menos está dispuesto a caminar grandes distancias un peatón. La gráfica No. II.1. muestra la distribución, según el propósito de viaje de los peatones.

En otro orden de ideas, es conveniente mencionar algunos de los principales factores que influyen no sólo en la velocidad, sino también en la selección de la ruta; éstos son:

- **La Comodidad.**- Ésta se refiere a la protección contra los agentes atmosféricos, por medio de aire acondicionado en pasajes comerciales, marquesinas, galerías y escaparates atractivos para el peatón.
- **La Conveniencia.**- En este factor interviene la distancia caminada, la pendiente, el número de aceras, el señalamiento, los planos de situación y otros elementos que encaucen al peatón.
- **La Seguridad Vial.**- Se refiere a la existencia de pasos peatonales superiores o inferiores, semáforos, etc.
- **La Seguridad Pública.**- Comprende el alumbrado, la amplitud del campo visual y el tipo de actividad de la calle
- **La Economía.**- Este factor hace referencia al valor que el peatón le da a su tiempo perdido, en las demoras o inconvenientes que se le presenten.

## DISTRIBUCION POR PROPOSITO DE VIAJE



Gráfica No. II.1. Gráfica de las razones o propósitos de viaje.

### II.4. Importancia de la actitud psicológica

La importancia de la actitud mental del peatón escapa comúnmente al registro estadístico que se guía por una mayor objetividad y medición por el efecto físico; pero, sin duda, origen de la gran mayoría del 85% de los accidentes cuya responsabilidad se le atribuye al factor humano. Casi siempre se ha señalado su importancia en el usuario, pero ¿cuántas veces es el peatón el responsable?

Además de los trastornos de la conducta, se ha comprobado que las distracciones, causa frecuente de accidentes, suelen tener un origen afectivo; como conflictos sentimentales, fijación de ideas, preocupaciones, etc.

La organización psíquica se compone de estados de conciencia, inteligencia, afectividad y emotividad. Los principales problemas que afectan a la conducción en estas cuatro áreas son: la disminución en el estado de alerta y vigilancia consciente de la ruta y sus problemas; en el campo de la inteligencia, la debilidad mental que desemboca en ligereza, vanidad, o susceptibilidad; en el campo de la afectividad, el instinto de poder, la agresividad, la culpabilidad y la frustración; y, finalmente, en el área de la emotividad, la sensación de emociones intensas que afectan el comportamiento; todas ellas generando dañinos complejos.

Ya sabemos que los individuos aparentemente sanos se transforman en otros tras el volante y dan rienda suelta a la agresividad, tratando de satisfacer con la potencia de su máquina sus apetitos neuróticos, psicopáticos y otros impulsos inconscientes, para los cuales el automóvil sirve como amplificador.

Sin embargo; estos efectos, la distracción y la despreocupación, aparecen frecuentemente en el peatón. La actitud mental positiva y el aprender a compartir con cortesía y responsabilidad la vía pública son factores vitales para el usuario de los sistemas viales y de transporte.

Las limitaciones del peatón se ven intensificadas por una serie de factores que provocan, en diferentes grados, confusión visual, mayor tiempo de reacción y agravan los problemas psicológicos. Entre los más importantes podemos citar: la intoxicación por alcohol o droga, la fatiga, la edad, la enfermedad, la emotividad y el clima.

## **II.5. Magnitud del problema**

Por otra parte, es importante estudiar al peatón porque no solamente es víctima del intenso tránsito, sino también una de sus causas. En la mayoría de los países del mundo, que cuentan con un número grande de vehículos, los peatones muertos anualmente en los accidentes de tránsito ocupan una cifra muy alta. Muchos de los accidentes sufridos por peatones ocurren porque éstos no cruzan en las zonas marcadas para ello.

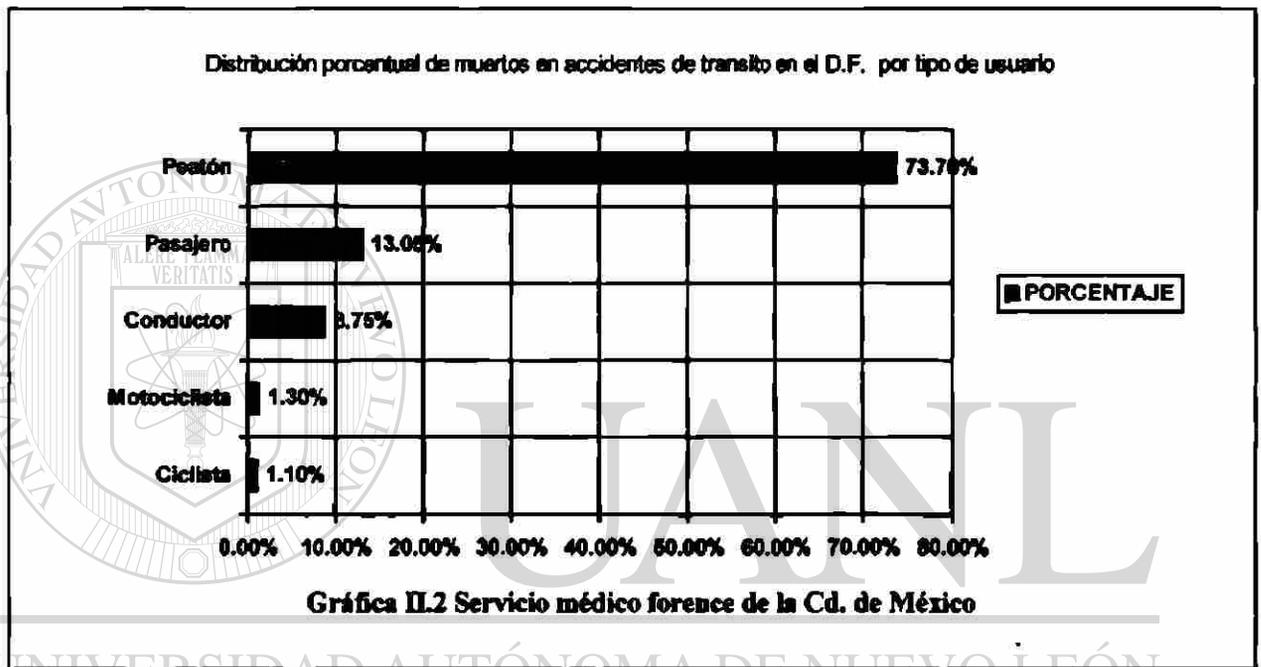
El peatón no se ha asimilado al medio; en general, aún no ha comprendido lo que significa el transporte automotor. En las actividades comunes del peatón, en las calles, en la vida diaria, sigue existiendo una situación anormal; ésto se nota claramente entre gente que viene de fuera del medio; como el provinciano que llega a una ciudad y está indeciso en los cruces, esperando un momento oportuno, sin saber de qué lugar vienen los vehículos y repentinamente trata de cruzar corriendo.

---

Para establecer la dimensión de este problema, desde el punto de vista que más nos interesa, el de la seguridad, las estadísticas nos indican que, en promedio, sólo acontecen 12 atropellamientos de cada 100 accidentes.

Sin embargo, se sabe que debido a lo expuesto del peatón ante las máquinas de más de una tonelada de peso que se desplazan a grandes velocidades, el saldo de este tipo de accidentes es muy grande, de acuerdo con los datos del servicio médico forense de la ciudad de México, el 73.7% de los muertos en accidentes de tránsito fueron peatones (Gráfica II.2).

La magnitud de este problema es refrendada por el enorme número de peatones que diariamente, en todas partes del mundo, son embestidos por un automotor, pasando a ser un número más en las negras cifras estadísticas.



### III. Principios básicos de la circulación peatonal.

#### III.1. Medidas del flujo peatonal.

Los conceptos básicos que se aplican a los vehículos, los utiliza la ingeniería de tránsito también para los peatones. En efecto, los conceptos de volumen, velocidad, densidad, intervalo, capacidad y niveles de servicio, se están aplicando en los cada vez más numerosos estudios de peatones, que se realizan en las grandes concentraciones urbanas. A continuación se definen dichos conceptos.

- **Volúmenes de peatones.**- El número de peatones pasando por un punto en una unidad de tiempo es la característica más importante del tránsito, ya que determina el ancho del camino peatonal, en el diseño de los elementos para peatones, por metro de ancho por hora (p.m.h.); aunque es usual manejarlo en peatones, por metro, por minuto (p.m.m.).
- **Velocidad.**- La velocidad de locomoción se expresa en distancia por unidad de tiempo; generalmente en km/ hr. o m/minuto. Cuando se relaciona con el diseño de una vía peatonal, se considera la velocidad promedio en todos los peatones que pasan a través de un tramo durante el lapso de mayor demanda. La velocidad del peatón, desde luego de las características y naturaleza anatómica del hombre, y se ve afectada por cuatro circunstancias que son: sexo ( el hombre camina de un 15 a un 20% mas aprisa que la mujer ); la edad, la pendiente con un 10%, la velocidad se reduce hasta un 30% , y la existencia de otras personas y vehículos en zonas próximas o compartidas parcialmente. La velocidad media de peatones en terreno llano y en derecho de via propio es de 5.0 km./hr.; caminando en vía pública, es ligeramente mayor a la de km./hr., aceptada

comúnmente como medida de avance recreacional. Las velocidades medias de peatones, por grupos de edades, se especifican en la tabla III.1

VELOCIDAD MEDIA DE CAMINADO DE PEATONES DE DIFERENTES EDADES Y SEXOS.			
	Talla grande ( km/hr )	Talla mediana ( km/hr )	( m/seg. )
Hombres de más de 55 años	5.5	4.5	1.5
Hombres de menos de 55 años	6.0	5.0	1.7
Mujeres de más de 50 años	4.7	3.7	1.3
Mujeres de menos de 50 años	5.0	4.0	1.4
Mujer con niño	2.5	2.0	0.7
Niños de 6 a 10 años	4.0	3.5	1.1
Adolescentes	6.5	5.5	1.8

Tabla III.1.

- **Densidad.**- Es el número de peatones por unidad de área. Para facilidades de diseño y no tener que expresar la densidad de unidades difíciles de visualizar como serían partes de peatón  $m^2$ , se utiliza la recíproca de la densidad; o sea, el área en  $m^2$  por peatón, denominada módulo, que es una unidad más manejable.
- **Intervalo.**- Es la separación entre peatones, medida generalmente en unidades de tiempo. Así, una circulación de 30 peatones por minuto determina un intervalo medio de 2 segundos.
- **Cola.**- Una o más unidades de tránsito; en este, caso peatones esperando por un servicio. Si la demanda es mayor que la capacidad de la instalación que proporciona el servicio, se formará una cola de peatones. El estudio del largo y la duración de las colas resulta de gran utilidad.
- **Intensidad.**- Es el número de peatones que pasan por una determinada sección en la unidad de tiempo, expresada bien en peatones por cada 15 min. o bien en peatones por minuto. Por sección se entiende una sección transversal de la vía.

La ecuación matemática que relaciona estos conceptos es:

$$I = V \times D$$

Donde:

**I**= Intensidad peatonal, en pt/m/min.

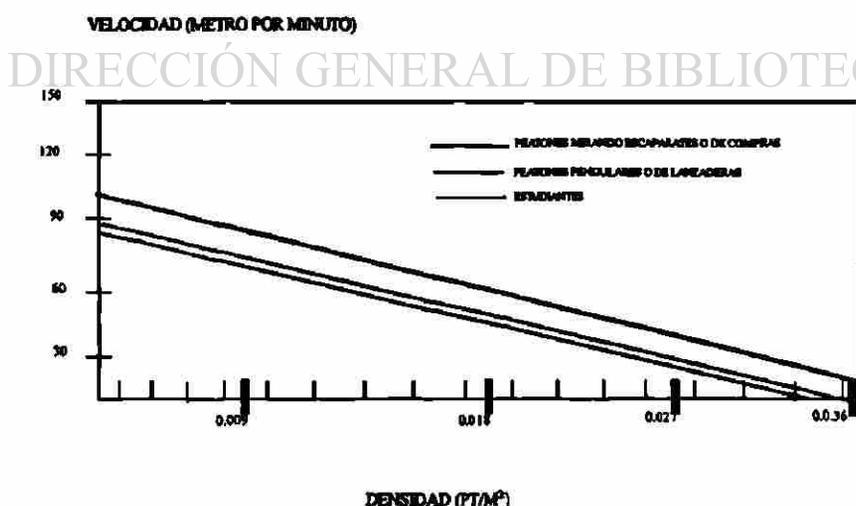
**V**= Velocidad peatonal media, en m/min.

**D**= Densidad peatonal, en pt/m<sup>2</sup>

### III.2. Relación entre la velocidad y la densidad peatonal

En forma análoga a la operación de una corriente vehicular, la relación entre la velocidad y la densidad peatonal experimentan un comportamiento inversamente proporcional; de aquí que, a medida que la ocupación de la superficie aumenta, decaiga el grado de movilidad individual disfrutado por cada peatón. La gráfica III.1. muestra la relación existente entre la velocidad y la densidad, para distintos tipos de peatones.

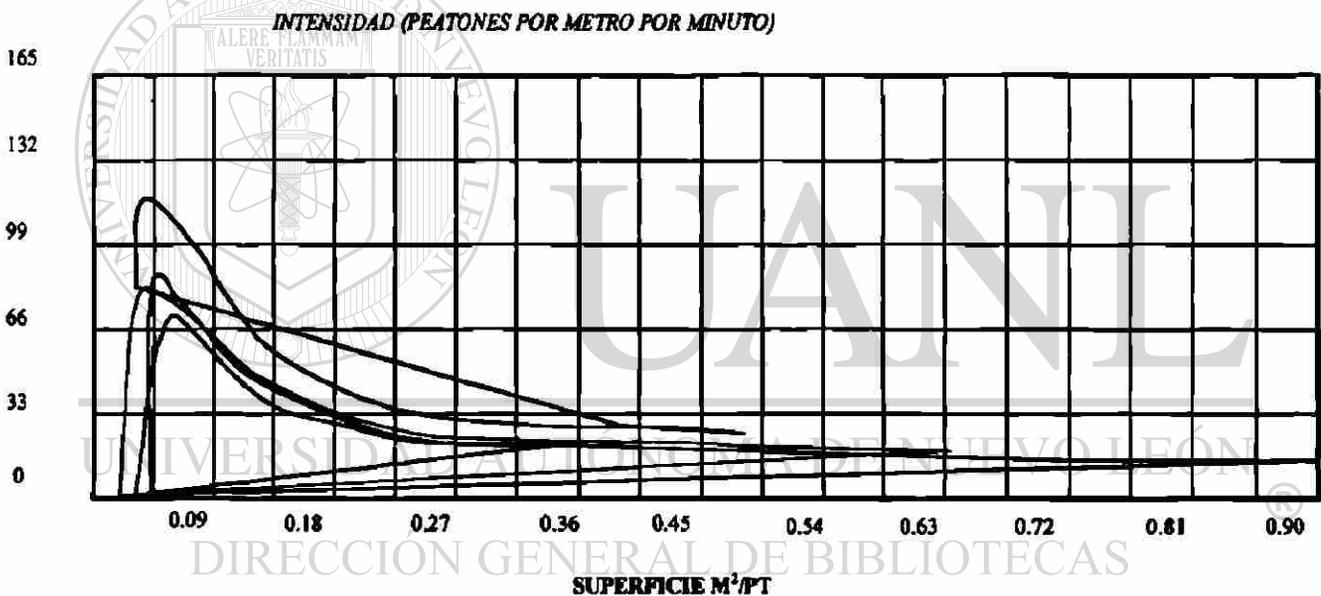
Gráfica III.1. Relación entre velocidad - densidad.



### III.3. Relación entre la intensidad y la densidad peatonal.

Al igual que en la relación entre la velocidad y la densidad vehicular, estos dos conceptos observan un comportamiento similar en la circulación peatonal. En la gráfica No. III.2. se puede observar el comportamiento de ambos parámetros; en donde, al reducirse el espacio dedicado a valores inferiores a  $0.45 \text{ m}^2/\text{pt.}$ , la intensidad peatonal se restringe rápidamente. Cualquier movimiento, en superficies comprendidas entre  $0.18$  y  $0.36 \text{ m}^2/\text{pt.}$ , se ve sumamente impedido.

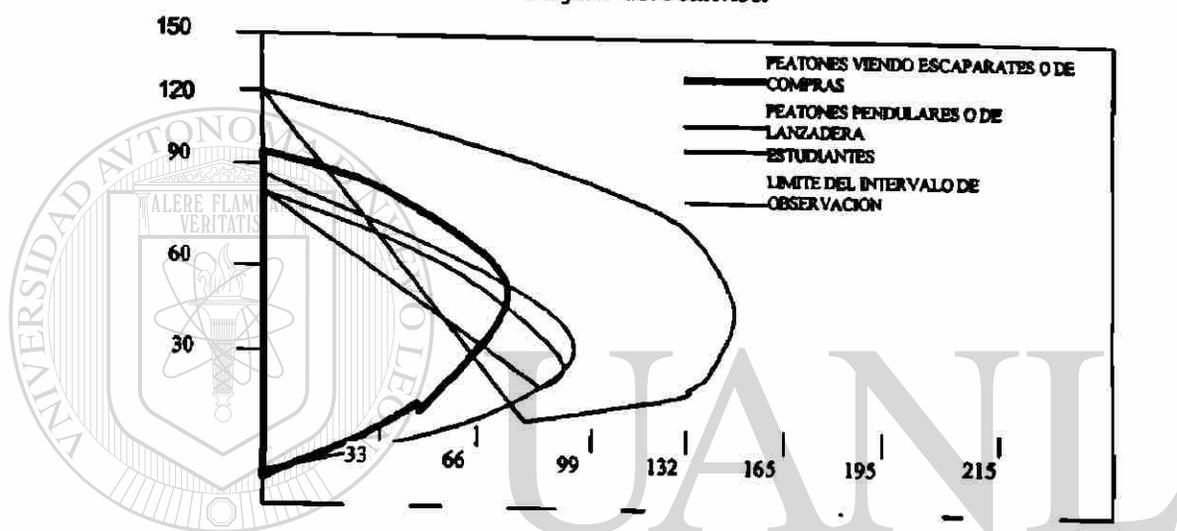
Gráfica III.2. Comportamiento de parámetros



—	PEATONES VIENDO ESCAPARATES O DE COMPRAS
—	PEATONES PENDULARES O DE LANZADERA
—	COMPOSICIÓN DE PEATONES
—	ESTUDIANTES
—	LÍMITE DEL INTERVALO DE OBSERVACION
SUPONGASE QUE LA CAPACIDAD = $82 \text{ PT}/\text{MIN}/\text{M}$ .	

En la gráfica No. III.3. se puede observar que cuando el número de peatones es reducido, crece el espacio disponible para elegir mayores velocidades de marcha. Asimismo, se observa que a medida que aumenta la intensidad, presentándose mayores interacciones entre peatones, la velocidad disminuye sensiblemente hasta llegar a un límite en el cual la aglomeración es tan alta que los desplazamientos son más difíciles, por lo que tanto la intensidad como la velocidad disminuyen.

Gráfica III.3. Peatones.



## IV. Análisis de capacidad peatonal

### IV.1. Terminología de capacidad peatonal.

- **Capacidad peatonal.-** Es flujo de personas que razonablemente puede esperarse que atraviese por un punto, sección uniforme o vía, durante un período de tiempo dado y en ciertas condiciones prevaecientes.
- **Nivel de servicio peatonal.-** Es un indicador de los distintos grados de comodidad de la circulación peatonal y se define de manera subjetiva, con base en la realización de una serie de factores como lo son: la facultad de circular a la velocidad deseada, sortear a otros peatones más lentos y evitar situaciones de conflicto con otros viandantes. A continuación se define cada uno de estos niveles:

#### Nivel de servicio A.

Superficie peatonal mayor que  $11.70 \text{ m}^2/\text{pt.}$ , intensidad menor que  $7 \text{ pt}/\text{min}/\text{m}$ . En las vías peatonales con NS A, los peatones prácticamente caminan en las trayectorias que desean, sin verse obligados a modificarlas por la presencia de otros peatones. Se elige libremente la velocidad de marcha y los conflictos entre los viandantes son poco frecuentes (figura IV.1).

#### Nivel de servicio B

Superficie peatonal no mayor que  $3.6 \text{ m}^2/\text{pt.}$ , intensidad menor que  $23 \text{ pt}/\text{min}/\text{m}$ . En el NS B se proporciona la superficie para permitir que los peatones elijan libremente la velocidad de marcha, se adelanten unos a otros y eviten los conflictos al entrecruzarse entre sí. En este nivel los peatones comienzan a notar la presencia del resto, hecho que se manifiesta en la selección de la trayectoria.

### Nivel de servicio C

Superficie peatonal no mayor que  $2.16\text{m}^2/\text{pt.}$  intensidad menor que  $33\text{ pt}/\text{min}/\text{m.}$  En el NS C existe la superficie para seleccionar una velocidad normal de marcha y permitir el adelantamiento, principalmente en corrientes de un solo sentido de circulación. En el caso que también haya movimiento en el sentido contrario o incluso entrecruzado, se producirían ligeros conflictos esporádicos y las velocidades y el volumen serán un poco menores (figura IV.3)

### Nivel de servicio D

Superficie peatonal no mayor que  $1.35\text{m}^2/\text{pt.}$  intensidad menor que  $49\text{ pt}/\text{min}/\text{m.}$  En el NS D se restringe la libertad, individual de elegir la velocidad de marcha y el adelantamiento. En el caso de que haya movimientos de entrecruzado o en sentido contrario, existe una alta posibilidad de que se presenten conflictos, siendo preciso frecuentes cambios de velocidad y de posición para eludirlos. Este NS proporciona un flujo razonable fluido; no obstante, es probable que se produzcan entre los peatones unas fricciones e interacciones notables. (figura IV.4)

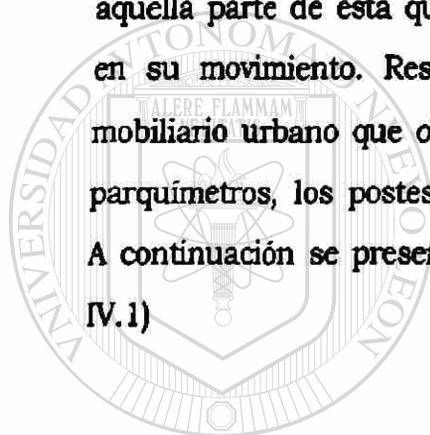
### Nivel de servicio E

Superficie peatonal no mayor que  $0.54\text{m}^2/\text{pt.}$  intensidad menor que  $82\text{ pt}/\text{min}/\text{m.}$  En el NS E prácticamente todos los peatones verán restringida su velocidad normal de marcha, lo que les exigirá con frecuencia modificar y ajustar su paso. En la zona inferior de este NS, el movimiento hacia adelante sólo es posible mediante una forma de avance denominada "arrastre de pies". No se dispone de la superficie para el adelantamiento de los peatones más lentos. Los movimientos en sentido contrario o entrecruzados sólo son posibles con extrema dificultad. La intensidad de proyecto se aproxima al límite de la capacidad de la vía peatonal, lo que origina detenciones e interrupciones en el flujo. (figura IV.5)

### Nivel de servicio F

Superficie peatonal no mayor que  $0.54\text{m}^2/\text{pt.}$  , intensidad variable. En el NS F todas las velocidades de marcha se ven frecuentemente restringidas y el avance hacia adelante sólo se puede realizar mediante el paso de "arrastre de pies". Entre los peatones se producen frecuentes e inevitables contactos. Los movimientos en sentido contrario o entrecruzados son virtualmente imposibles de efectuar. El flujo es esporádico e inestable. (figura IV.6)

- **Anchura efectiva de la vía pública.-** Se denomina "anchura libre de la vía " aquella parte de ésta que puede ser utilizada en forma efectiva por los peatones en su movimiento. Resulta de restar al ancho total de la vía, el ancho del mobiliario urbano que obstruye el paso libre del peatón, como pudiesen ser: los parquímetros, los postes de alumbrado, los cubos de basura, las macetas, etc.. A continuación se presentan factores de ajuste por estos conceptos. (véase tabla IV.1)



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

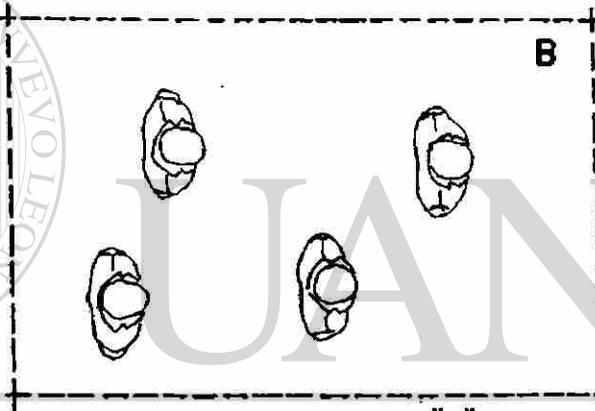
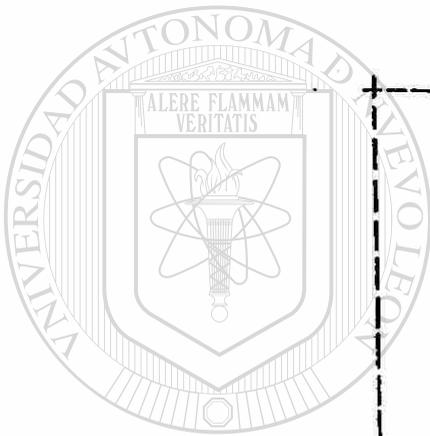


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



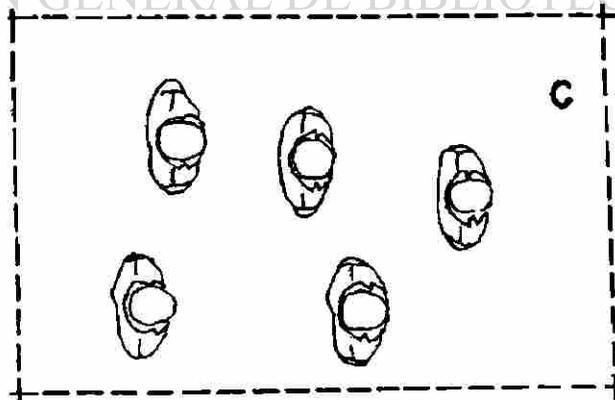
NIVEL DE SERVICIO "A"

FIG. IV.1



NIVEL DE SERVICIO "B"

FIG. IV.2

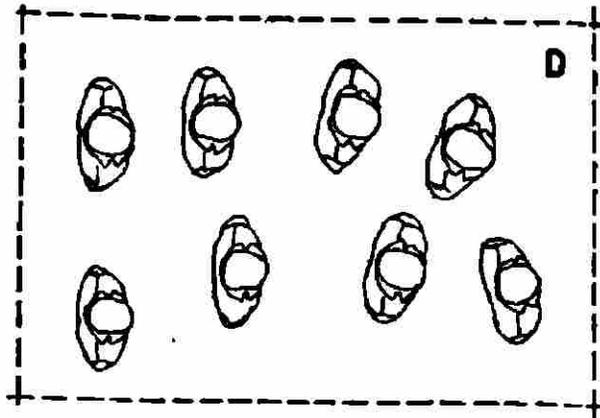


NIVEL DE SERVICIO "C"

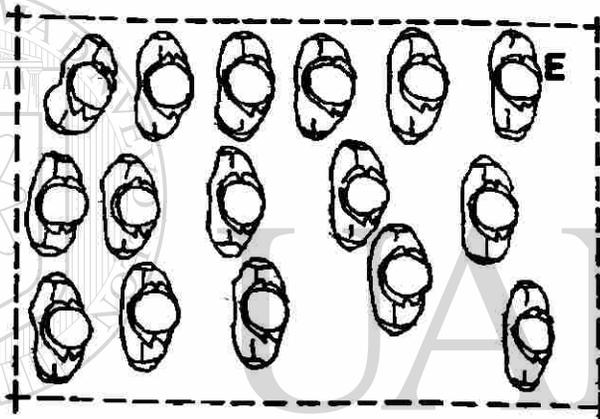
FIG. IV.3

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

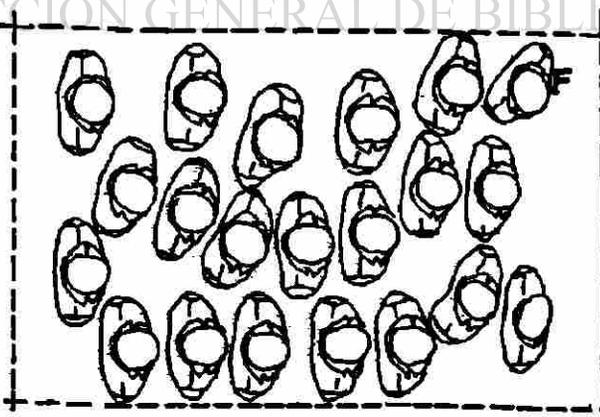
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



NIVEL DE SERVICIO "D"  
FIG. IV.4



NIVEL DE SERVICIO "E"  
FIG. IV.5



NIVEL DE SERVICIO "F"  
FIG. IV.6

Tabla N° IV.1. Factores de ajuste debidos a la presencia de obstáculos fijos.

<b>FACTORES DE AJUSTE DE LA ANCHURA DE LAS VIAS PEATONALES POR OBSTACULOS FIJOS</b>	
<b>OBSTACULO</b>	<b>ANCHURA APROXIMADA NO UTIL (M)</b>
<b>MOBILIARIO URBANO</b>	
Báculos de alumbrado público	0.75 - 1.1
Báculos y armarios de control de los semáforos	0.90 - 1.22
Alarma contra incendios	0.75 - 1.22
Hidrantes	0.75 - 0.91
Señales de tráfico	0.61 - 0.75
Parquímetros	0.61
Buzones postales (0.5 por 0.5 m)	0.97 - 1.13
Cabinas de teléfonos (0.8 por 0.8)	1.22
Papeleras	0.91
Bancos	0.52
<b>ACCESOS PUBLICOS DEL METRO</b>	
Escalera del metro	1.66 - 2.13
Rejillas de ventilación del metro	1.83
<b>PAISAJES</b>	
Árboles	0.61 - 1.22
Jardíneras	1.52

- **Superficie peatonal.-** Es la superficie media de que dispone cada peatón en una zona peatonal o zona de colas, evaluada en m<sup>2</sup>/pt.
- **Intensidad por unidad de anchura.-** Es la intensidad peatonal media por unidad de anchura efectiva de la zona peatonal, expresada en pt/min/m.

## IV.2. Método para el análisis de capacidad peatonal

La velocidad es un aspecto importante para definir el nivel de servicio peatonal de una vía, tanto como lo son también la superficie disponible y la capacidad para mantener la intensidad peatonal en el sentido más cargado. Estos factores son de interés, sobre todo porque describen bien la sensación de calidad de superficie percibida por los peatones.

En el Manual de Capacidad Norteamericano se proponen algunos criterios de niveles de servicio, mismos que se describen a continuación, en la tabla IV.2

Tabla N° IV.2. Niveles de servicio peatonal en vías peatonales

Nivel de servicio	Intensidades y velocidades esperadas			
	Superficie (m <sup>2</sup> /pt.)	Velocidad media V (m/min.)	Intensidad (pt min/m)	Relación Vol/cap l/c
A	11.70	78	7	0.08
B	3.60	75	23	0.28
C	2.16	72	33	0.40
D	1.35	68	49	0.60
E	0.54	45	82	1.00
F	0.54	45	Variable	

### a) Vías peatonales

En la Vías Peatonales, la magnitud de efectividad primaria para definir el nivel de servicio peatonal es la superficie, debiéndose tomar muy en cuenta al determinar la intensidad peatonal por unidad de ancho de vía, que los espacios dedicados al "Mobiliario Urbano", deben deducirse al ancho total.

Cabe destacar que los criterios de Niveles de servicio de la tabla IV.2 están basados en la hipótesis de que los peatones se distribuyen uniformemente sobre la anchura efectiva de una vía peatonal; sin embargo, es importante que el analista estudie si el apilamiento u otras distribuciones modifican las hipótesis subyacentes para el cálculo de las intensidades medias de los NS para que en consecuencia, realice los ajustes oportunos cuando sea necesario.

### **b) Esquinas de aceras**

En las esquinas de aceras se presentan dos tipos de demanda de la superficie peatonal:

#### **- Zonas de circulación**

Acomodan a los peatones que cruzan durante la fase de luz en verde, aquellos que circulan para sumarse a la cola de la fase de luz roja y aquellos que circulan entre las aceras adyacentes, pero que no cruzan la calle.

#### **- Zona de espera**

Acomodan a aquellos peatones que esperan durante la fase de luz roja.

Debido a la existencia de estas dos zonas, las esquinas funcionan como una zona "tiempo espacio", con unos peatones esperando; que precisan espacio, pero que ocupan la esquina durante períodos de tiempo más largos, y otros que por estar circulando necesitan más espacio pero que ocupan la esquina sólo unos segundos.

El tiempo - espacio, es el espacio total disponible para estas actividades; es simplemente la superficie neta de la esquina en  $m^2$ , multiplicada por el tiempo del período de análisis.

### **c) Pasos para peatones**

Al igual que en las esquinas, los cruces pueden también analizarse como zonas de tiempo - espacio.

El tiempo - espacio disponible es el producto del tiempo de la fase en luz verde peatonal, previamente deducido el tiempo de avance del pelotón, que se considera es de 3 segundos, por la superficie del cruce en  $m^2$ . La demanda de superficie es el producto del volumen peatonal del cruce por el tiempo medio. El cociente entre la demanda y el tiempo-espacio disponible es la superficie a disposición de cada peatón móvil, durante la fase en luz verde. Esta superficie puede compararse con los criterios de NS de la tabla IV.2

### **Procedimiento de aplicación**

#### **I) Vías peatonales**

##### **Secuencia de cálculo**

a) Se determinan los siguientes datos:

- Intensidad peatonal de los 15 min. pico  $I_{p15}$  en pt/15 min. resultado de aforar durante distintos periodos de tiempo a lo largo del día.
- Anchura total de la vía peatonal,  $A_p$  en m.
- Identificación de los obstáculos en la vía.

Para el caso de proyectos futuros, se deberá realizar análisis sobre la demanda prevista, en relación con el diseño de la vía.

b) Obtención de la anchura efectiva de la vía  $A_e$ , mediante datos de campo y la fórmula siguiente:

$$A_e = A_t - A_o$$

donde:

**Ae**= Anchura efectiva en m.

**At**= Anchura total en m. y;

**A<sub>l</sub>**= Anchura del "mobiliario urbano", no utilizable como postes de la luz, macetas, etc. en m.

c) La intensidad unitaria I, en pt/min/m, se calcula como sigue:

$$I = I_{p15}/15Ae$$

donde:

**I<sub>p</sub>**= Intensidad peatonal de ambos sentidos de la vía peatonal en los 15 min. pico.

d) La intensidad de los pelotones se puede estimar como:

$$I_{pe} = I + 13.12$$

e) El nivel de servicio se obtiene comparando la intensidad unitaria, o la intensidad de pelotón, según sea el caso, con los criterios de la tabla IV.2

## II) Esquinas de acera

Secuencia de cálculo

a) Obtención del "tiempo-espacio" total disponible en la esquina, a través de la fórmula:

$$Te = \frac{S \times C}{60}$$

donde:

**Te**= Tiempo espacio total en m<sup>2</sup> - min.

**C= Duración del ciclo del semáforo en segundos.**

**S= Área neta de la esquina.**

Se obtiene de la fórmula:

$$S = AbAb - 0.215R^2 - Sm$$

donde:

**S= Área neta de la esquina en m<sup>2</sup>**

**AbAb= Anchura de las aceras de la esquina en m.**

**R= Radio del bordillo de la esquina, en m.**

**Sm= Superficie no utilizada por el peatón debido a la existencia de mobiliario urbano en m<sup>2</sup>.**

b) Cálculo de los tiempos de espera en las zonas de espera.

Tiempo de espera debido al cruce peatonal de la calle secundaria, realizado durante la fase verde de la calle principal

$$Tes = [ Is( Tfrs/C )Tfrs/2 ]/60$$

donde: DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**Tes = Tiempo de espera debido al cruce de la calle secundaria en min-pt.**

**Is = Número de peatones por ciclo de semáforo que cruzan la calle secundaria en pt/ciclo en segundos.**

**Tfrs= Tiempo de la fase roja del ciclo para los vehículos y peatones que circulan a lo largo de la calle secundaria, en segundos.**

**C = Duración del ciclo de semáforos, en segundos.**

c) Determinación de la demanda del "tiempo-espacio" de la zona de espera.

Se calcula con base en la siguiente fórmula:

$$Dtte = Ape (Tes + Tep)$$

donde:

**Dtte= Demanda del tiempo-espacio de la zona de espera en m<sup>2</sup>-min**

**Ape = 0.45 m<sup>2</sup>/pt = Área promedio de un peatón en espera.**

**Tes = Tiempo de espera debido al cruce peatonal de la calle secundaria.**

**Tep= Tiempo de espera debido al cruce peatonal de la calle principal.**

d) Determinación del "tiempo-espacio" neto de la esquina, disponible para la circulación.

Es el espacio total disponible, menos el ocupado por los peatones; se obtiene mediante la fórmula:

$$Tend = Te - Dtte$$

Donde:

**Tend = "Tiempo-Espacio" Neto Disponible para la circulación, en m<sup>2</sup>- min.**

**Te = "Tiempo-Espacio" Total, en m<sup>2</sup>-min**

**Dtte = Demanda "Tiempo-Espacio" ocupado por los peatones, en m<sup>2</sup>-min**

e) Cálculo de la intensidad total de peatones en circulación, en cada ciclo-  
semafórico.

Es la suma de todos los flujos peatonales que acceden a la esquina. Se utiliza la fórmula siguiente:

$$It = Ice + Ics + Ids + Iab$$

f) Cálculo del Tiempo Total de Circulación, utilizado por los peatones al circular.

Es el tiempo que los peatones emplean en atravesar la zona de la esquina. Considerando como tiempo medio de circulación por peatón 4 seg., el cálculo del tiempo total de circulación se obtiene utilizando la fórmula:

$$T_{tc} = I_t \times 4/60$$

Donde:

**Ttc** = Tiempo total de circulación en pt-min

**I<sub>t</sub>** = Intensidad Peatonal Total de circulación en pt.

g) Obtención de la superficie de circulación por peatón.

Se utiliza la fórmula siguiente:

$$M = T_{end} / T_{tc}$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

donde:

**M** = Superficie de circulación por peatón en m<sup>2</sup>/pt.

**T<sub>end</sub>** = "Tiempo-espacio" neto disponible, en m<sup>2</sup> - pt.

**T<sub>tc</sub>** = Tiempo total de circulación, en pt - min.

h) Determinación del nivel de servicio en la esquina.

El NS existente en la esquina se obtiene comparando la superficie de circulación por peatón con los criterios de la tabla IV.2

### III. Análisis de pasos peatonales

Secuencia de cálculo.

a) Obtención del “tiempo-espacio” total disponible.

Se utiliza la fórmula siguiente:

$$T_{et} = S_x ( T_{fv} - 3 ) / 60$$

donde:

$T_{et}$  = “Tiempo-espacio” total disponible, en  $m^2$  - min.

$S_x$  = Superficie del paso peatonal en  $m^2$

$T_{fv}$  = Tiempo de la fase en luz verde para el paso de peatones.

La superficie  $S_p$  del paso peatonal resulta de multiplicar el largo por el ancho del paso.

b) Cálculo de los tiempos medios de cruce.

Considerando una velocidad promedio de marcha peatonal de 1.37 m/seg.

$$T_c = L / 1.37$$

donde:

$T_c$  = Tiempo medio de cruce, en seg.

$L$  = Longitud del paso peatonal en m.

c) Determinación del tiempo total de ocupación del cruce

se utiliza la fórmula:

$$T_{to} = ( l_e + l_s ) T_c / 60$$

donde:

- Tto**= Tiempo total de ocupación del cruce, en min - pt.
- Ie** = Intensidad peatonal de entrada al cruce, en pt/ciclo
- Is** = Intensidad peatonal de salida de cruce, en pt/ciclo
- Tc** = Tiempo medio de cruce en seg.

d) Determinación de la superficie media por peatón y del nivel de servicio medio.

Se utiliza la fórmula siguiente:

$$M = Tet/Tto$$

donde:

- M** = Superficie media de circulación, en m<sup>2</sup>/pt.
- Tet** = "Tiempo-espacio" total disponible, en m<sup>2</sup> - min.
- Tto** = Tiempo total de ocupación, en min - pt.

El nivel de servicio se obtiene comparando la superficie media con los criterios de la tabla IV.2

e) Determinación de la oleada máxima

Se utiliza la fórmula:

$$OM = [ ( Ie+Is ) ( Tfr+3+Tc ) ]/60$$

donde:

- OM** = Oleada máxima en el cruce, en pt.
- Ie** = Intensidad peatonal de llegada al cruce, en pt - min.
- Is** = Intensidad peatonal de salida del cruce, en pt/min.
- Tfr** = Tiempo del intervalo rojo peatonal, en segundos.
- Tc** = Tiempo medio de cruce, en seg.

f) Determinación de la superficie de oleada máxima y nivel de servicio de oleada máxima.

Se utiliza la fórmula siguiente:

$$MO = S/OM$$

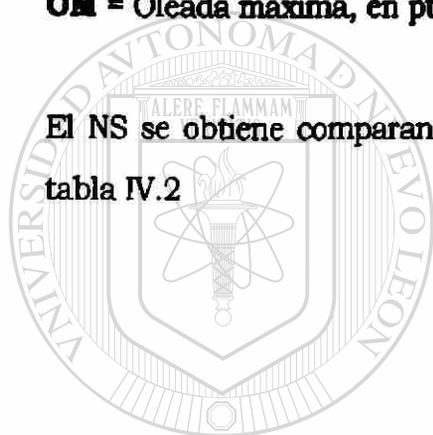
donde:

**MO** = Superficie por oleada máxima en m<sup>2</sup> - pt.

**S** = Superficie peatonal en m<sup>2</sup>

**OM** = Oleada máxima, en pt.

El NS se obtiene comparando la superficie de oleada máxima con los criterios de la tabla IV.2



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### IV.3 Ejemplos de cálculos de capacidad peatonal

#### I. Vías Peatonales

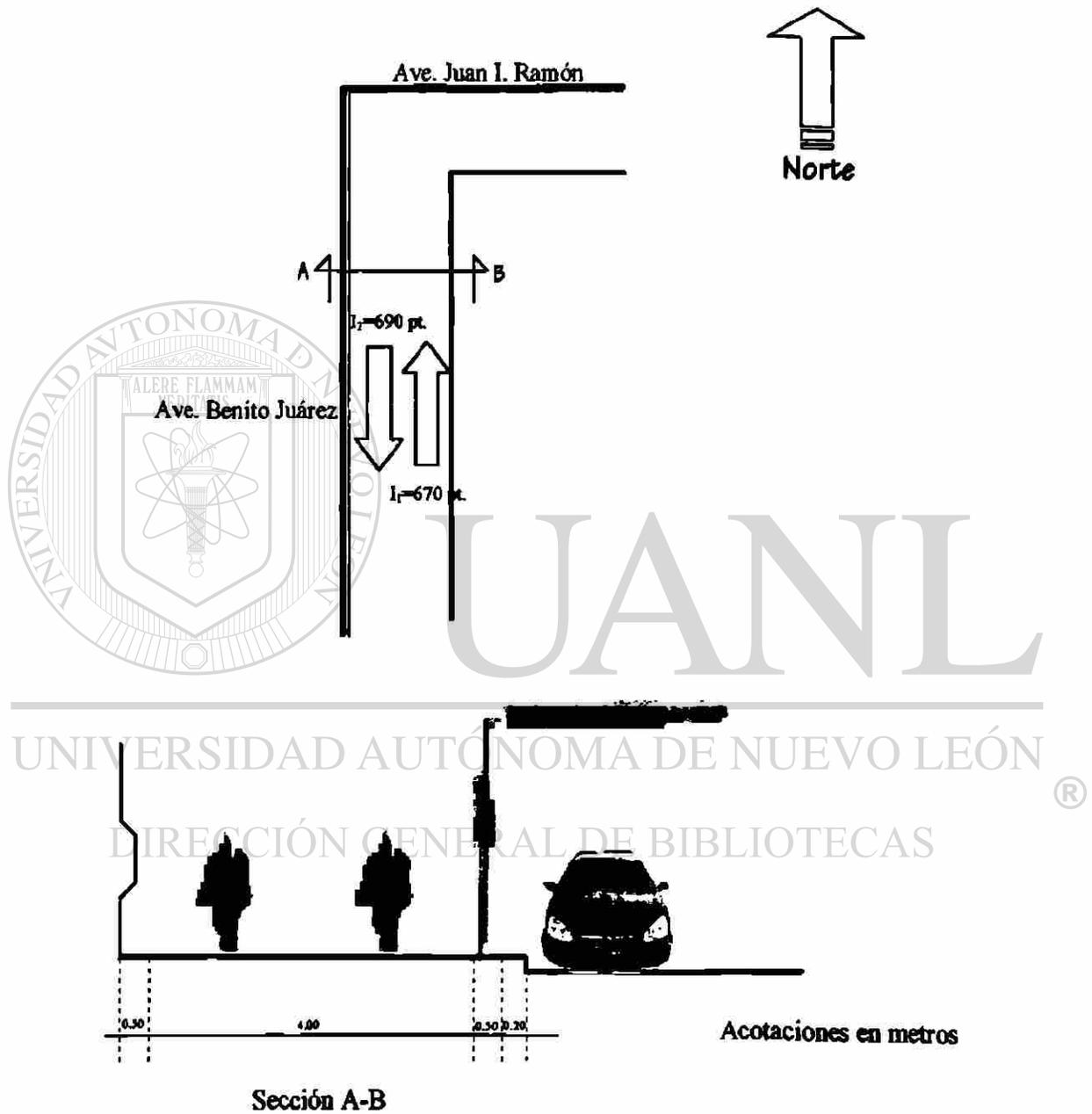


Figura IV.7

## Procedimiento para vías peatonales

Secuencia del cálculo:

a) Se determinan los siguientes datos:

- Intensidad peatonal de los 15 min. pico,  $I_{p15}$  resultado de aforar durante distintos periodos de tiempo a lo largo del día.
- Anchura total de la vía peatonal,  $A_t$  en metros.
- Identificación de los obstáculos.

Para casos de proyectos futuros se deberá analizar sobre la demanda prevista con el diseño de la vía.

b) Obtención de la anchura efectiva de la vía,  $A_e$ , mediante datos de campo y la fórmula siguiente:

$$A_e = A_t - A_l$$

donde:

**$A_e$** = Anchura efectiva en metros.

**$A_t$** = Anchura total en metros.

**$A_l$** = Anchura del mobiliario urbano no utilizable, como postes de luz, macetas, etc. en metros.

Intensidad unitaria

$$I = I_{p15} / A_e$$

$$I_{p15} = I_1 + I_2$$

$$I_{p15} = 670 + 690$$

$$I_{p15} = 1360 \text{pt.}$$

$$Ae = At - Al$$

$$At = 4 \text{ m.}$$

$$Al = 0.5 + 0.2$$

$$Al = 0.70 \text{ mts.}$$

$$Ae = 4 - 0.70$$

$$Ae = 3.30 \text{ mts.}$$

$$I = 1360 / 15(3.30) = 27.47 \text{ pt/min/m}$$

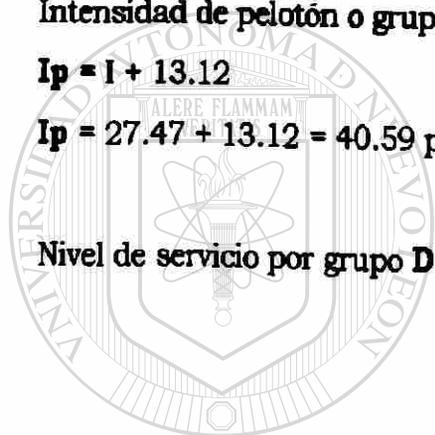
Nivel de servicio de intensidad unitaria **e**

Intensidad de pelotón o grupo:

$$Ip = I + 13.12$$

$$Ip = 27.47 + 13.12 = 40.59 \text{ pt/min/m}$$

Nivel de servicio por grupo **D**



# UANL

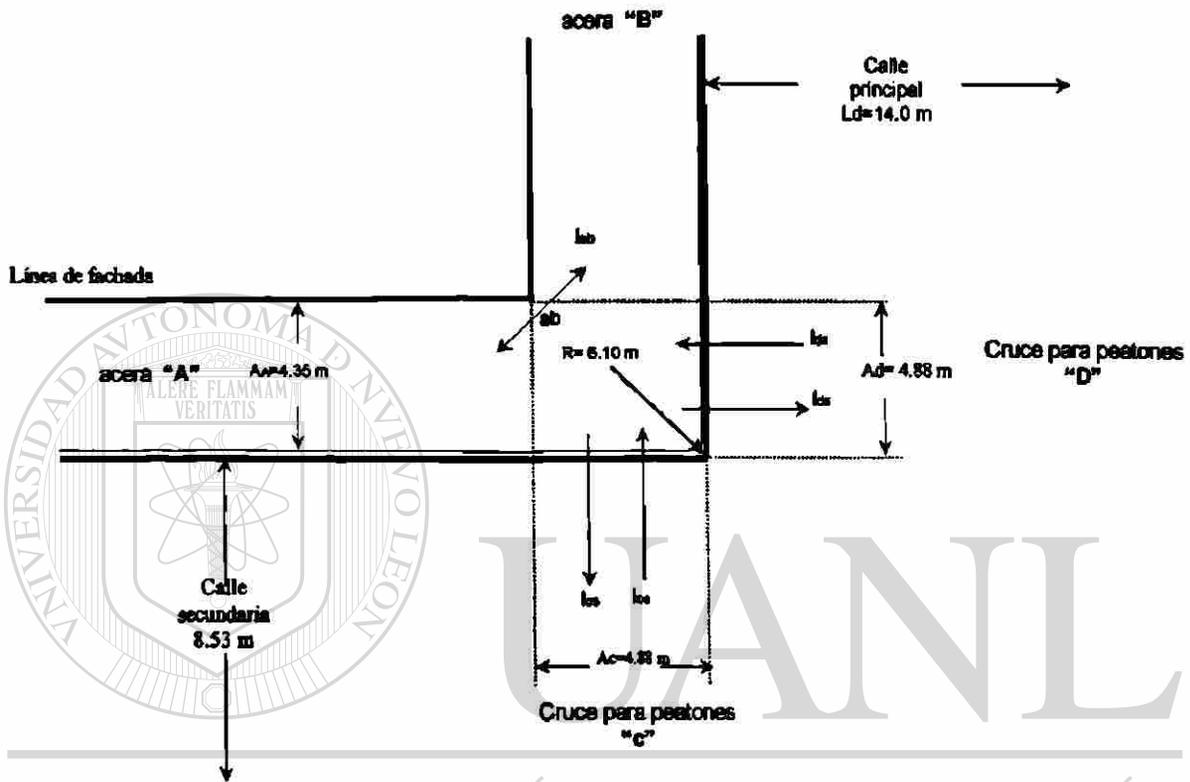
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## II. Esquina de Aceras

Figura IV.8



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Tabla IV.3

Intensidad peatonal		
Intensidad	pt/min	pt/ciclo
$I_{cc}$	36	48
$I_{cs}$	20	27
$I_{dc}$	30	40
$I_{ds}$	16	21
$I_{ab}$	15	20

**Ciclo de semáforo**  
 $C = 80$  segundos     $V_p = 48$      $R_p = 32$  ;  $V_s = 32$      $R_s = 48$

Secuencia del cálculo:

a) Obtención del “tiempo-espacio” total disponible en la esquina, a través de la fórmula.

$$Te = S \times C / 60$$

**Te**= Tiempo espacio total disponible en m<sup>2</sup>/min.

**C** = Duración del ciclo del semáforo en segundos.

**S** = Área neta de la esquina, se obtiene de la fórmula

$$S = AbAb - 0.215R^2 - Sm$$

**S** = Área de la esquina en m<sup>2</sup>

**AbAb**= Anchura de la acera de la esquina, en m.

**R** = Radio del bordillo de la esquina, en m.

**Sm** = Superficie no utilizada por el peatón debido a la existencia de mobiliario urbano en m<sup>2</sup>.

$$S = (4.88)(4.88) - 0.215 (6.1)^2$$

$$S = 23.8144 - 8.00015$$

$$S = 15.81424 \text{ m}^2$$

$$Te = \frac{(15.81425) (80 \text{ seg.})}{60} = 21.08 \text{ m}^2/\text{min.}$$

b) Cálculo de los tiempos de espera en las zonas de espera.

- Tiempo de espera debido al cruce peatonal de la calle secundaria realizado durante la fase en luz verde de la calle principal.

$$TES = [ I_s(Tfrs/c)(Tfrs/2) ] / 60$$

donde:

**TES**= Tiempo de espera al cruce de la calle secundaria en min - pt.

**Is** = Número de peatones por ciclo de semáforo que cruzan la calle secundaria en pt/ciclo en segundos.

**Tfrs** = Tiempo de la fase en luz roja del ciclo, para los vehículos y peatones que circulan a lo largo de la calle secundaria, en segundos.

**c** = Duración del ciclo de semáforo, en segundos.

$$\mathbf{TES} = \frac{27(32/80)(32/2)}{60}$$

$$\mathbf{TES} = 2.88 = 2.9 \text{ pt/min.}$$

- Tiempo de espera debido al cruce peatonal de la calle principal, realizado durante la fase en luz verde, de la calle secundaria.

$$\mathbf{Tep} = [ (Ip)(Tfrp/c)(Tfrp/2) ] / 60$$

**Tep** = Tiempo de espera debido al cruce de la calle principal, en pt - min.

**Ip** = Número de peatones por ciclo del semáforo que cruzan la calle principal, en pt/ciclo.

**Tfrs** = Tiempo de la fase en luz roja, del ciclo semaforico, para los vehículos y peatones que circulan a lo largo de la calle principal, en segundos.

**c** = Duración del ciclo semaforico, en segundos.

$$\mathbf{Tep} = [ (21)(48/80)(48/2) ] / 60$$

$$\mathbf{Tep} = 5.04 \text{ pt - min.}$$

c) Determinación de la demanda del "tiempo-espacio" de la zona de espera.

Se calcula basándose en la siguiente fórmula.

$$Dtte = Ape( TES + Tep )$$

donde:

**Dtte** = Demanda del tiempo - espacio de la zona de espera en  $m^2 - min.$

**Ape** =  $0.45 m^2/pt$  = área promedio de un peatón en espera.

**TES** = Tiempo de espera debido al cruce peatonal de la calle secundaria.

**Tep** = Tiempo de espera debido al cruce peatonal de la calle principal.

$$Dtte = 0.45 m^2/pt ( 2.9 pt/min + 5.04 pt/min )$$

$$Dtte = 0.45 m^2/pt ( 7.94 pt/min. )$$

d) Determinación del "tiempo-espacio" neto de la esquina, disponible para la circulación.

Es el espacio total disponible menos ocupado por los peatones, se obtiene mediante la fórmula:

$$Tend = Te - Dtte$$

donde: DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**Tend** = "Tiempo-espacio" neto disponible para la circulación, en m.

**Te** = "Tiempo-espacio" total, en  $m^2 - min.$

**Dtte** = Demanda de "tiempo-espacio" ocupado por los peatones, en  $m^2 - m.$

$$Tend = 21.08 - 3.573$$

$$Tend = 17.507 m^2 - min.$$

e) Cálculo del tiempo de circulación, utilizado por los peatones al circular.

Es el tiempo que los peatones emplean en atravesar la zona de la esquina, considerando como tiempo medio de circulación por peatón 4 segundos y se obtiene con la siguiente fórmula:

$$Ttc = ( It \times 4 ) / 60$$

donde:

**Ttc**= Tiempo total de circulación en pt - min.

**It** = Intensidad peatonal total de circulación en pt.

$$Ttc = ( 156 \times 4 ) / 60$$

$$Ttc = 10.4 \text{ pt - min.}$$

g) Obtención de la superficie de la circulación por peatón se utiliza la fórmula siguiente:

$$M = Tend / Ttc$$

donde:

**M** = Superficie de la circulación por peatón, en m<sup>2</sup>/pt.

**Tend** = "Tiempo-espacio" neto disponible, en m<sup>2</sup> - min.

**Ttc** = Tiempo total de circulación, en pt - min.

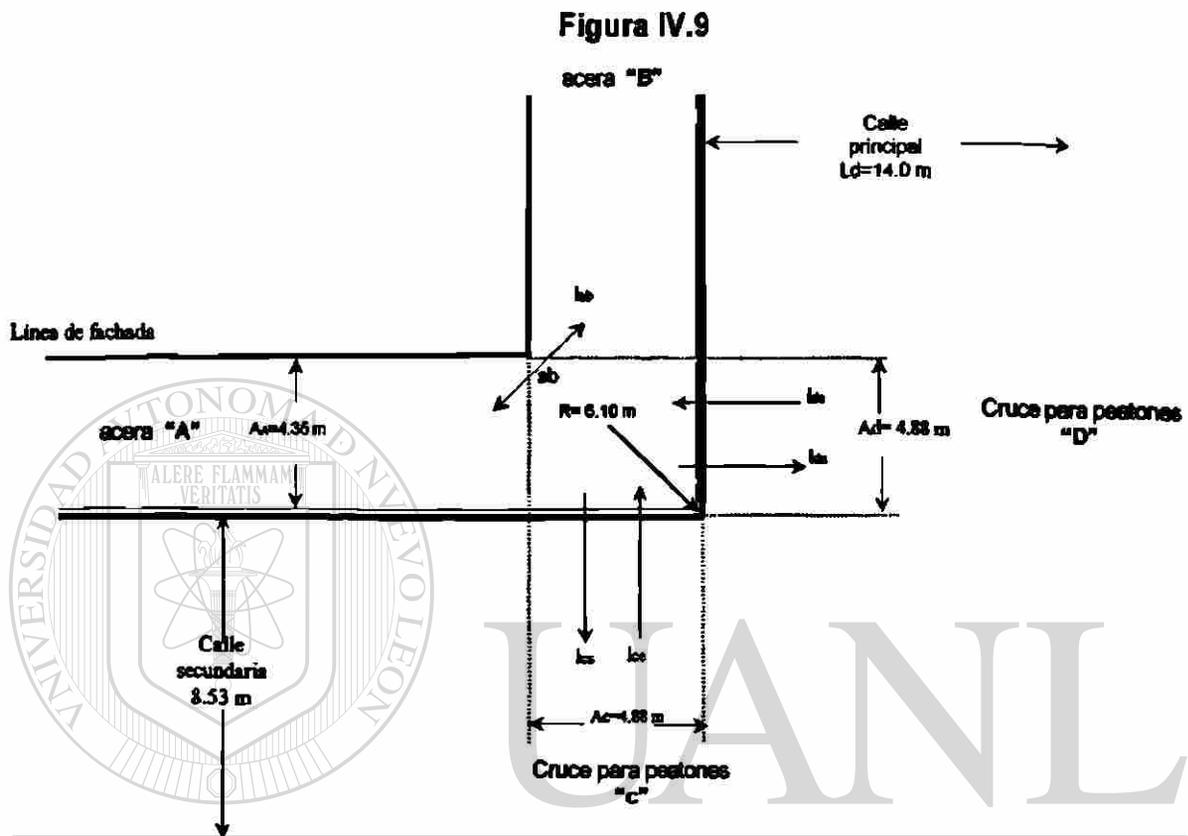
$$M = 17.507 / 10.4$$

$$M = 1.68 \text{ m}^2/\text{pt}$$

h) Determinación del nivel de servicio en la esquina, comparando la superficie de circulación de peatones, de la tabla IV.2

$$NS = D$$

### III. Análisis de pasos para peatones



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**Tabla IV.4**

<b>Intensidad peatonal</b>		
<b>Intensidad</b>	<b>pt/min</b>	<b>pt/ciclo</b>
$l_{ce}$	36	48
$l_{cs}$	20	27
$l_{de}$	30	40
$l_{ds}$	16	21
$l_{ab}$	15	20

**Ciclo de semáforo**  
 $C = 80$  segundos     $V_p = 48$      $R_p = 32$  ;  $V_s = 32$      $R_s = 48$

## Secuencia del cálculo.

a) Obtención del “tiempo-espacio” total disponible

Se utiliza la fórmula siguiente:

$$\mathbf{Tet = Sx ( Tfv - 3 )/60}$$

donde:

**Tet** = Tiempo - espacio total disponible, en m<sup>2</sup> - min.

**Sx** = Superficie del paso peatonal en m<sup>2</sup>

**Tfx** = Tiempo de la fase verde para el paso de peatones.

La superficie Sx del paso peatonal resulta de multiplicar el largo por el ancho del paso.

$$\mathbf{Sc = (Lc)(Ac)}$$

$$\mathbf{Sd = (Ld)(Ad)}$$

$$\mathbf{Sc = (8.53)(4.88) = 41.626 \text{ m}^2}$$

$$\mathbf{Sd = (14)(4.88) = 68.32 \text{ m}^2}$$

$$\mathbf{Tetc = Sc (Tfvp - 3)/60}$$

$$\mathbf{Teta = Sd (Tfvs - 3)/60}$$

$$\mathbf{Tetc = 41.626 (48 - 3)/60}$$

$$\mathbf{Teta = 68.32 (32 - 3)/60}$$

$$\mathbf{Tetc = 31.22 \text{ m}^2 - \text{min.}}$$

$$\mathbf{Teta = 33.02 \text{ m}^2 - \text{min.}}$$

b) Cálculo de los tiempos medios de cruce.

Considerando una velocidad promedio de marcha peatonal de 1.37 m/seg.

$$\mathbf{Tc = L/1.37}$$

donde:

**T<sub>c</sub>** = Tiempo medio de cruce, en segundos.

**L** = Longitud del paso peatonal, en m.

$$\mathbf{T_{c_e} = L_c / 1.37}$$

$$\mathbf{T_{c_e} = 8.53 / 1.37 = 6.23 \text{ segundos.}}$$

$$\mathbf{T_{c_d} = L_d / 1.37}$$

$$\mathbf{T_{c_d} = 14 / 1.37 = 10.22 \text{ segundos.}}$$

c) Determinación del tiempo total de ocupación del cruce, se utiliza la fórmula:

$$\mathbf{T_{to} = ( I_e + I_s ) T_c / 60}$$

donde:

**T<sub>to</sub>** = Tiempo total de ocupación de cruce, en min - pt.

**I<sub>e</sub>** = Intensidad peatonal de entrada al cruce, en pt/ciclo.

**I<sub>s</sub>** = Intensidad peatonal de salida de cruce, en pt/ciclo.

**T<sub>c</sub>** = Tiempo medio de cruce, en pt/ciclo.

$$\mathbf{T_{to_e} = ( I_{c_e} + I_{c_s} ) ( T_{c_e} / 60 )}$$

$$\mathbf{T_{to_e} = ( 48 + 27 ) ( 6.23 / 60 ) = 7.79 \text{ pt - min.}}$$

$$\mathbf{T_{to_d} = ( I_{d_e} + I_{d_s} ) ( T_{c_d} / 60 )}$$

$$\mathbf{T_{to_d} = ( 40 + 21 ) ( 10.22 / 60 ) = 10.39 \text{ pt - min.}}$$

d) Determinación de la superficie media por peatón y del nivel de servicio medio.

Se utiliza la fórmula siguiente:

$$\mathbf{M = Tet / Tto}$$

donde:

**M** = Superficie de circulación, en m<sup>2</sup>/pt.

**Tet** = "Tiempo-espacio" total disponible, en m<sup>2</sup> - min.

**Tto** = Tiempo total de ocupación, en min - pt.

El nivel de servicio se obtiene comparando la superficie media con los criterios de la tabla IV.2

$$M_c = T_{et_c} / T_{to_c} = 31.22 / 7.79 = 4.0 \text{ m}^2 \quad \text{NS} = \text{B}$$

$$M_d = T_{et_d} / T_{to_d} = 33.02 / 10.39 = 3.2 \text{ m}^2 \quad \text{NS} = \text{C}$$

e) Determinación de la oleada máxima

Se utiliza la fórmula:

$$OM = [ (I_e + I_s) (T_{fr} + 3 + T_c) ] / 60$$

donde:

**OM** = Oleada máxima, en el cruce, en pt.

**Ie** = Intensidad peatonal de llegada al cruce, en pt - min.

**Is** = Intensidad peatonal de salida del cruce, en pt - min.

**Tfr** = Tiempo del intervalo rojo peatonal, en segundos.

$$OM_c = [ (I_{ec} + I_{sc}) (T_{frp} + 3 + T_{cc}) ] / 60$$

$$OM_c = [ (36 + 20) (32 + 3 + 6.23) ] / 60 = 38.48 \text{ pt.}$$

$$OM_d = [ (30 + 16) (48 + 3 + 10.22) ] / 60$$

$$OM_d = 46.935 \text{ pt.}$$

f) Determinación de la superficie de oleada máxima y nivel de servicio de oleada máxima.

Se utiliza la fórmula siguiente:

$$M_o = S/OM$$

donde:

**M<sub>o</sub>** = Superficie por oleada máxima, en m<sup>2</sup> - pt

**S** = Superficie peatonal, en m<sup>2</sup>

**OM** = Oleada máxima, en pt.

$$M_{oc} = S_c/OM_c$$

$$M_{oc} = 41.626 / 38.48 = 1.08 \text{ m}^2/\text{pt.}$$

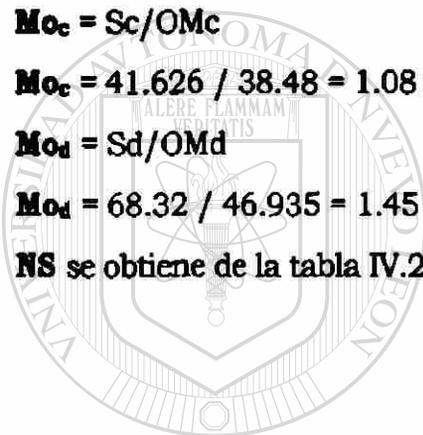
**NS = E**

$$M_{od} = S_d/OM_d$$

$$M_{od} = 68.32 / 46.935 = 1.45 \text{ m}^2/\text{pt.}$$

**NS = D**

**NS** se obtiene de la tabla IV.2



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## **V. Vialidad peatonal**

### **V.1. Clasificación de la vialidad peatonal.**

La clasificación vial más comúnmente aceptada identifica un sistema primario o principal formado por autopistas urbanas y arterias, y un sistema vial secundario, integrado por las calles colectoras, las calles locales y la vialidad peatonal.

Dentro de la vialidad peatonal podemos identificar los siguientes elementos:

**a) Banquetas o aceras.-** Su ancho varía dependiendo del uso del suelo, el mínimo aceptable para la circulación de peatones es de 2.4 m.. En zonas residenciales, se recomienda un mínimo de 3.5 m.

**b) Plazas y espacios abiertos.-** Es una zona reservada exclusivamente para peatones, es una solución clásica del urbanismo.

**c) Pasos peatonales a nivel.-** Consiste en rayas de color amarillo sobre el pavimento, colocadas según la trayectoria de cruce de los peatones. El ancho mínimo deberá ser igual al de las banquetas.

**d) Pasos peatonales a desnivel.-** Es la solución ideal para los conflictos peatón-vehículos y pueden ser elevados o subterráneos.

**e) Andadores, acceso y recibidores de terminales y edificios.**

**f) Medios mecánicos (escaleras y ayudas mecánicas ).-** Consisten en bandas de transición a baja velocidad (6 km/hr.) que trasladan al peatón de un nivel a otro. Se usan en aeropuertos, estaciones del metro, centros comerciales, terminales de autobuses, etc.

En todo plan de desarrollo urbano y como parte importante de su capítulo dedicado a la vialidad y los transportes, deben quedar contenidos los programas de instalaciones y facilidades destinadas a peatones en la vía pública.

## **V.2 . Instalación y sistema para proteger al peatón.**

El primer paso es el de definir objetivos y metas para pasar a fijar las normas mínimas y óptimas de seguridad, continuidad, estética, confort e integración de las instalaciones. La obtención de datos relativos a uso del suelo, origen y destino, generación de viajes, patrones de recorrido, volúmenes de usuarios y tendencias de uso, del análisis de dichos datos se procede a diseñar proyectos alternativos de solución justificados debidamente mediante el balance beneficio/costo y su respectivo financiamiento para que una vez revisados y redefinidos los aspectos que sean necesarios mediante retroalimentación se llegue al programa definitivo, que debe ser sometido a la comunidad y a las autoridades de mayor rango. (figura V.1 )

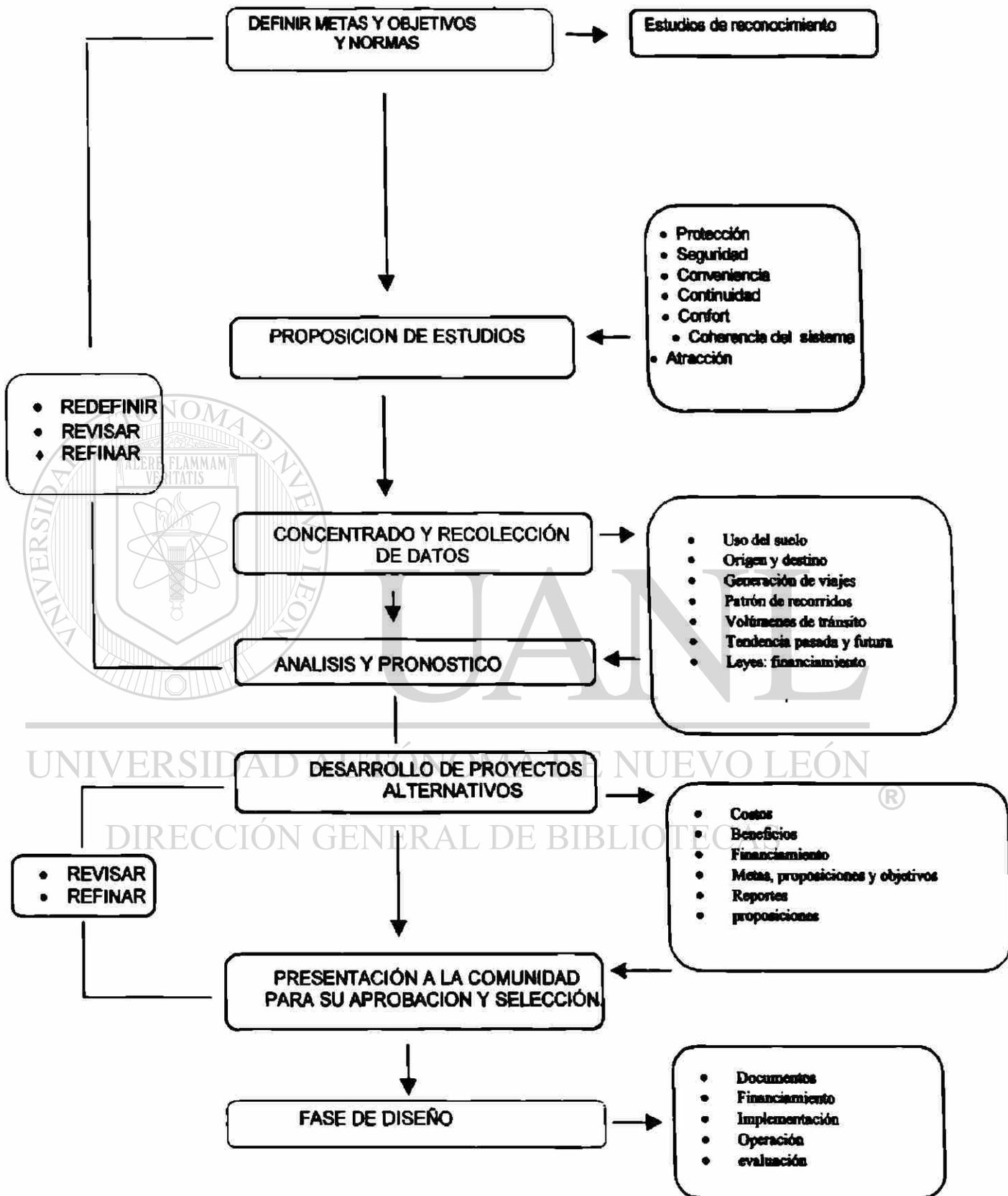


FIGURA V.1

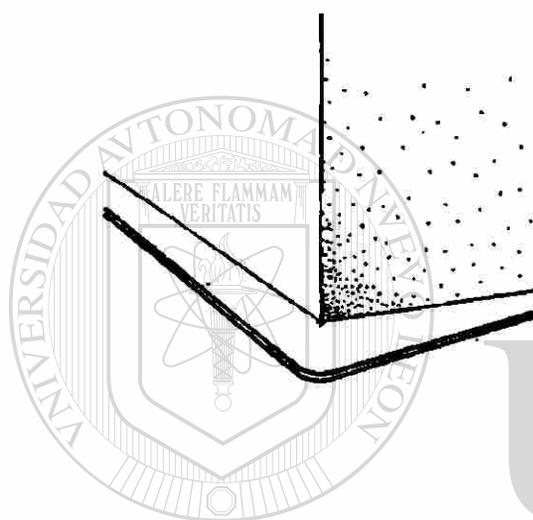
FIGURA V.2

OBRA

ACERAS

CARACTERISTICAS

CASOS EN QUE SE RECOMIENDA



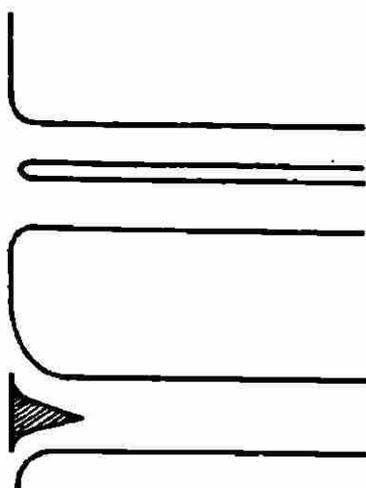
Su ancho varía dependiendo del uso del suelo a que sirve. El mínimo aceptable para circulación de peatones es 2.40 m., en zonas residenciales se recomienda un mínimo de 3.50 m. Las pendientes transversales deben estar entre 1% y 3%

En todos los casos deben construirse en ambas orillas de las vías urbanas.

ISLETAS

Son zonas rescatadas del área pavimentada por el uso exclusivo de peatones, mediante marcas en el pavimento o construcción de guarniciones. No conviene que su ancho sea menor de 1.20 m ni su largo menor de 3.0m.

En calzadas e intersecciones anchas para servir de refugio a los peatones que han de cruzar.



Si van a alojar el ascenso y descenso de autobuses se recomienda un ancho de 3.0m y en este caso dotarlos de marmosinas

También para alojar paradas de tranvías o de carriles centrales de autobuses.

FIGURA V.3

**OBRA**

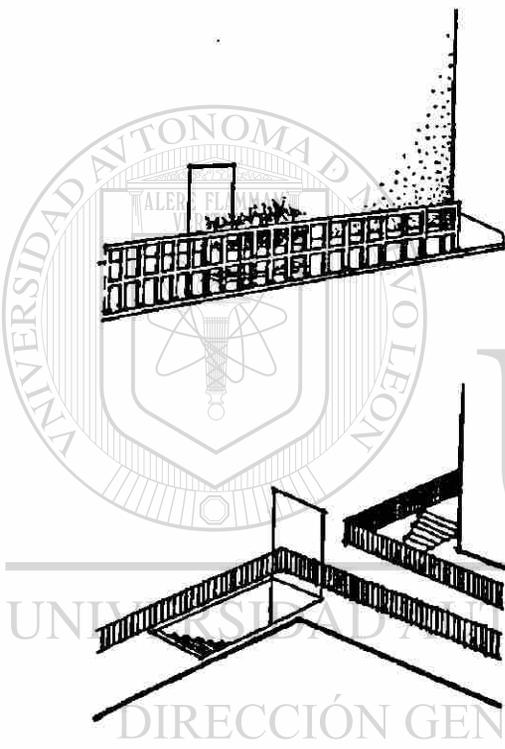
**CARACTERÍSTICAS**

**CASOS EN QUE SE RECOMIENDA**

**BARRERAS  
CANALIZADORAS**

Tienen como característica fundamental la de servir de obstáculo para impedir trayectorias de peatones que resulten conflictivas e inseguras.

Frente a las puertas de las escuelas para que los escolares no invadan la calle.



Su ancho no debe rebasar  $\frac{1}{4}$  del ancho total de la acera y preferiblemente debe contener áreas verdes.

En las inmediaciones de pasos a desnivel para peatones, ya sea elevados o subterráneos.

Su material y acabado debe ser acorde con la arquitectura de la zona y no resultar antiestético.

Cuando se trata de pasos en calzadas con camellón central, es recomendable colocar sobre ésta barrera que puede consistir en este caso en una simple alambrada de 2.0 m. de altura.

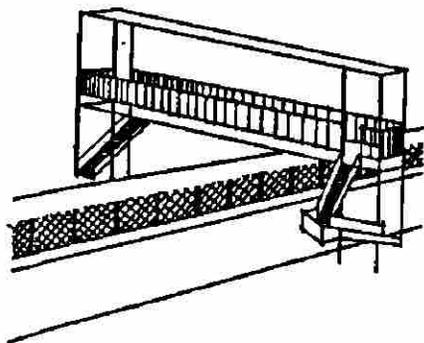


FIGURA V.4

**OBRA  
PASO A DESNIVEL**

**CARACTERISTICAS**

**CASOS EN QUE SE  
RECOMIENDA**

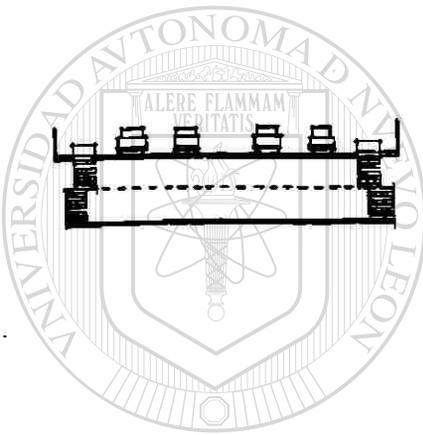
**PASOS A DESNIVEL**

Es la solución ideal a los conflictos peatón - vehículo y pueden ser elevados o subterráneos, las ventajas de los elevados son:

Cuando las corrientes peatonales son muy elevadas y no conviene retardar el cruce de los vehículos y peatones con semáforo.

- a) No interfiere con los servicios públicos subterráneos.
- b) Para los peatones en general son más agradables desde el punto de vista estético y más limpio.
- c) Resultan en todos los casos más seguros.

Zonas periféricas

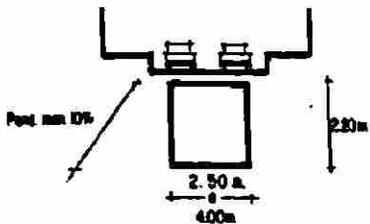
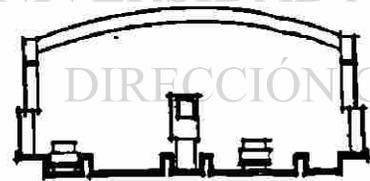


- d) En general son más económicos pudiendo llegar los costos a estar en relación 1 a 5

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Las ventajas de los subterráneos son:

Zonas centrales



- a) Menos desnivel a salvar por el peatón (3 a 3.50 m. frente a 5.50 m. de los elevados).
- b) Menores inconvenientes estéticos desde el punto de vista de la calle.
- c) Protegen más de las inclemencias del tiempo.

FIGURA V.5

**OBRA  
PASO A DESNIVEL**

**CARACTERISTICAS**

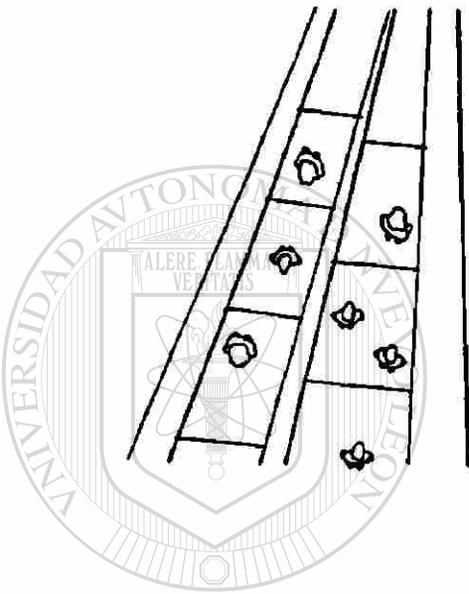
**CASOS EN QUE  
SE RECOMIENDA**

**BANDAS  
TRANSPORTADORAS**

Su ancho es variable y las velocidades que alcanzan van de los 4 km./hr. a un máximo de 12 km./hr.

En aeropuertos, estaciones de metro, terminales y en un futuro en áreas centrales de la ciudad con extensiones mayores, sobre calles sustraídas al uso de vehículos y destinadas a los peatones o en pasajeros peatonales subterráneos o elevados.

Cuando las velocidades pasan de los 6 km./hr. se coloca una banda de transición de menor velocidad y en su caso dos, para la comodidad y la seguridad de los peatones no se vea disminuida. Este tipo de ayuda mecánica aceptan pendientes de hasta 15%



Constituyó el primer tipo de ayuda mecánica y ha resultado de gran utilidad, encontrándose su uso actualmente muy difundido.

En estaciones del metro, almacenes comerciales de varios pisos, para accesos a pasos a desnivel.

**ESCALERAS MECÁNICAS**

Pueden instalarse con pendientes de hasta 30 a 35 %, y sus velocidades de 2 a 2.5 km./hr.

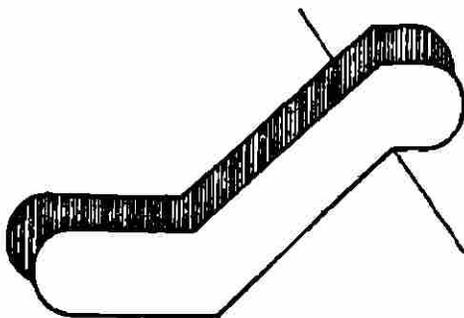
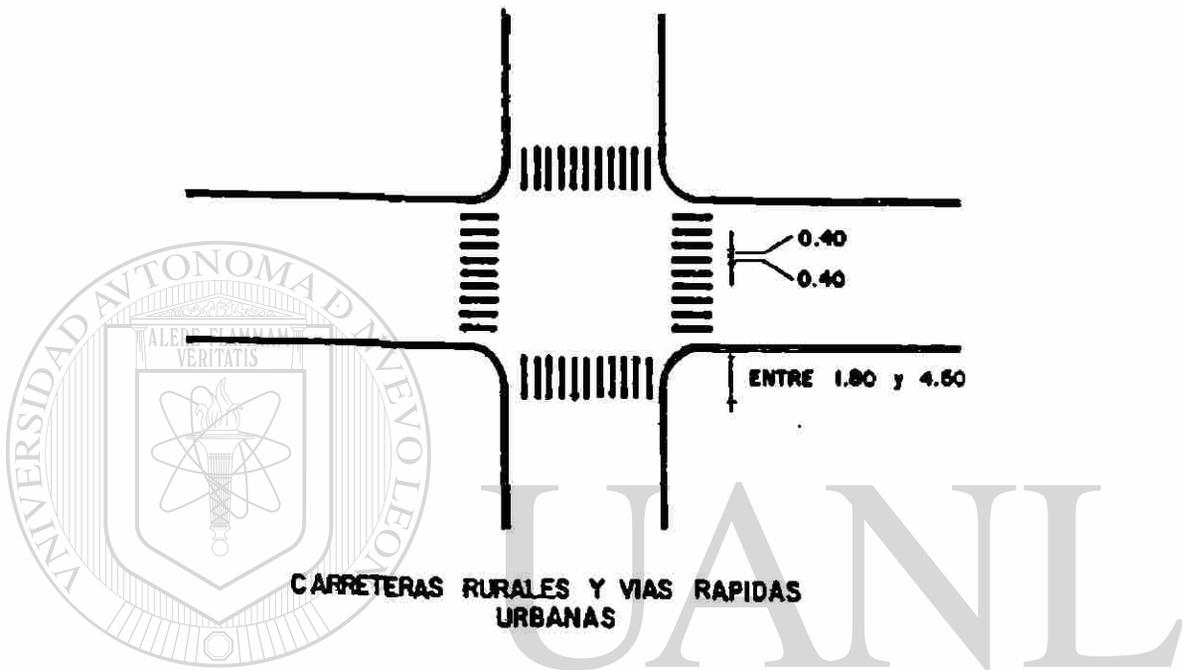
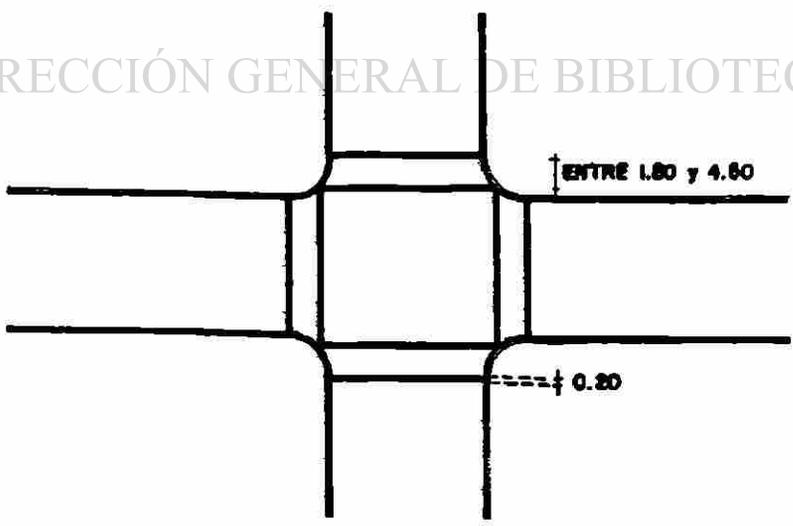


FIGURA V.6



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



CALLE SECUNDARIAS

medidas en metros

Es desde luego, el cruce de las calles, el problema mayor de los peatones y donde se producen casi todos los atropellamientos, haciéndose necesario brindarles protección mediante un adecuado señalamiento, protección de semáforos o pasos a desnivel. En la tabla V.1 se muestra el criterio usado en París para la señalización de pasos peatonales.

Peatones/hora	Vehículos / hora		
	200	200 a 450	450
200	Nada	Nada	Señales fijas o semáforos
200 a 800	Nada	Señales fijas o semáforos	Semáforos
800	Señales fijas	Semáforos	Semáforos o pasos a desnivel

Tabla V.1 Criterios para la señalización de pasos peatonales

Nota: Las cifras de intensidad se refieren a dos sentidos y son de las 4 horas de mayor circulación.

Fuente: Direction des Routes et de la Circulation Routiere. Cycle Détudes 1965 Sur la Voirie urbaine, París.

La definición de un criterio para la determinación de una medida de seguridad peatonal no es una tarea fácil; depende de la conjunción de una serie de factores entre los que se encuentran los volúmenes vehiculares y peatonales, las características del lugar y las características de la medida que se desea implantar. La determinación, por ejemplo, de utilizar señalamiento, semáforos o paso a desnivel (inferiores o superiores) debe resultar del análisis detallado de todos los factores.

A continuación se mencionan algunas medidas técnicas de protección al peatón.

## Señalamiento

- Selección del tipo de señalamiento (horizontal o vertical ).
- Tipo y tamaño de letras y números, símbolos y formas.
- Claridad, marco visual.
- Uniformidad.
- Número de renglones.
- Visibilidad.
- Iluminación ambiental.

Para la observación de las especificaciones técnicas de señalamiento, se recomienda utilizar el Manual para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras, Editado por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte.

### Semáforos accionados por peatones.

Cuando el volumen peatonal es intenso, aun sin existir corriente vehicular que cruce con la principal, se instalan semáforos accionado por los peatones mediante un botón, cuya operación no significa que el semáforo se ponga en verde para el peatón inmediatamente después de pulsarlo, sino que el ciclo se incluye en la fase correspondiente, que de no solicitarse mediante esta acción se incorpora a otros movimientos, una aplicación importante de este tipo de control lo constituyen las zonas escolares.

### Áreas peatonales

Las zonas reservadas para peatones en centros urbanos, solución clásica del urbanismo de todos los tiempos se vuelve en muchas ciudades, sin embargo debe quedar eliminada la ilusión de simplicidad, más que cerrar una calle, crear una calle peatonal no es un acto improvisado, no es un reclamo para impulsar el comercio, es un acto de urbanismo, cuyos objetivos pueden sintetizarse en dos:

1. Facilitar la circulación de peatones y su acceso a las instalaciones colindantes, brindando en su consecuencia seguridad.
2. Conseguir una mayor calidad humana en la zona, mejorando su estética y suprimiendo ruidos y humos.

Por lo que se refiere a los elementos de la vialidad peatonal, es conveniente asentar que las aceras requieren tener un ancho mínimo de 2.40 m., en áreas de habitación, y un mínimo de 4.0 m. en áreas de comercio y turísticas.

Las isletas, porciones rescatadas de las áreas pavimentadas, ya sean pintadas o con guarniciones y jardineras, obviamente más seguras, sirven de refugio a los peatones y sus dimensiones mínimas recomendables son de 1.20 m de ancho y 3.0 m. de largo. En los casos que vayan a alojar áreas de ascenso y descenso de pasajeros, su ancho mínimo será de 3.0 m.

Los pasos a desnivel resultan de gran ayuda para los peatones, debiendo evitarse las pendientes y los desniveles fuertes. Los elevados presentan ventajas de seguridad aseo y economía sobre los subterráneos, aunque estos últimos presentan menor desnivel al usuario.

Otras ayudas importantes resultan las barreras canalizadoras, que impiden que los escolares crucen las calles frente a la puerta de la escuela, siguiendo la línea de menor esfuerzo.

## **VI. Pasos peatonales a desnivel**

### **VI.1 Generalidades**

Desde el punto de vista de la seguridad del peatón y de la capacidad de las vías, la solución ideal es la separación de distintos niveles de peatones y vehículos, bien sea mediante pasos elevados sobre la calzada o subterráneos.

Por otro lado, la construcción de un paso a desnivel para peatones, requiere, para su justificación, la observancia de los siguientes criterios:

1. Se puede pensar en una estructura de este tipo cuando se considera que existen rutas escolares, cruzando un Boulevard o una autopista, o una vía rápida; o cuando los volúmenes peatonales en general son sensiblemente altos, en un determinado punto de las vías antes citadas.
2. Es conveniente considerar algunas características físicas del lugar; como pueden ser: La sección por cruzar, la existencia de servicios públicos (como postes de luz, líneas de drenaje y agua potable, cableado telefónico, etc.), las características mecánicas del suelo y otras más.
3. La economía es también uno de los aspectos más importantes a considerar; por lo que es conveniente evaluar las diferentes alternativas, seleccionando aquellas que económicamente se justifiquen, en el largo plazo.

## **VI.2 Paso peatonal elevado a desnivel**

### **Ventajas:**

1. Son más económicos que los inferiores.
2. Su construcción es muy sencilla, pues no requiere el cierre de la vía o parte de ella por tiempo prolongado.
3. No necesitan equipos que requieran mantenimiento y sólo debe cuidarse su aspecto exterior.

### **Desventajas:**

1. Irrumpen brusca y totalmente en el medio urbano donde se sitúen, por lo que deben ser diseñados en armonía con el medio que los rodea.
2. Requieren un gran desarrollo de los accesos para salvar los obstáculos, pues el peatón tiene que subir el gálibo de la vía (que frecuentemente rebasa los 5.50 m.), más el peralte del elemento.
3. No es fácil obtener la combinación rampa - escalera y que armonice adecuadamente con el entorno circundante.
4. Al peatón le desagrada subir primero y bajar después.

### **Tipos:**

1. De acero.
2. De concreto.

## **VI. 3 Paso peatonal subterráneo a desnivel .**

### **Ventajas:**

1. Poco desarrollo de los accesos para salvar una luz determinada. El peatón debe bajar y subir menos que en los superiores (3.0 m aproximadamente).
2. El peatón prefiere bajar primero, aunque después esté obligado a subir.
3. Se combinan adecuadamente rampas y escaleras, lo que permite el uso simultáneo de peatones, sillas de ruedas, etc.
4. Su ubicación dentro del mobiliario urbano, no interfiere en la arquitectura del lugar.
5. Ofrecen grandes posibilidades para la construcción de obra que atraen a los peatones como: tiendas subterráneas, cafeterías, etc..
6. Pueden combinarse adecuadamente con las líneas del metro para facilitar el acceso de los peatones a las estaciones.

### **Desventajas:**

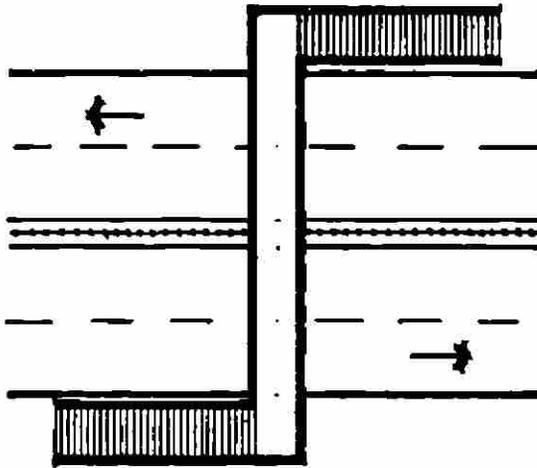
1. Construir los pasos peatonales inferiores, requiere de la construcción de otras obras inducidas, necesarias para mantener la circulación vial, tales como desviaciones.
2. Son más costosos que los superiores, pues requieren técnicas constructivas y materiales más complejos; así como el movimiento de grandes volúmenes de materiales, con el consecuente costo de equipo.
3. En el caso de un manto freático alto, la impermeabilización crea nuevas dificultades.
4. Requieren equipos para el bombeo del agua de lluvia y de ventilación. En el caso de que superen determinada longitud, estos equipos obviamente requieren de un mantenimiento periódico y adecuado.

#### **VI.4 Canalización de peatones**

Para que un paso peatonal a desnivel sea usado por la mayoría de los peatones, es necesario encausarlo o motivarlo a que haga uso de éste. Para lograr esto es necesario instalar señalamiento, mallas o barreras. En la figura VI.1 se muestran algunas formas de colocar dicha malla.

Las mallas o barreras canalizadoras tienen como característica fundamental la de servir de obstáculo para impedir trayectorias de peatones que resulten conflictivas e inseguras. Su ancho no debe rebasar  $\frac{1}{4}$  del ancho total de la acera y, preferiblemente, debe contener jardín u ornato. Su material y acabado debe ser acorde con la arquitectura de la zona y no resultar antiestético.

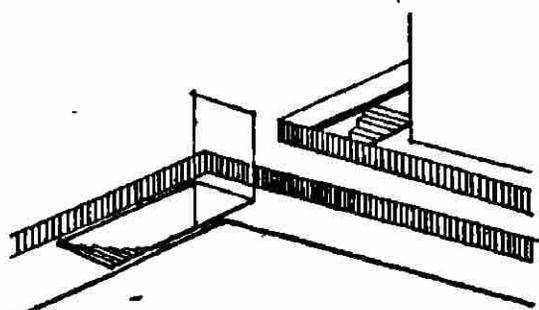
## CANALIZACIÓN DE PEATONES



a). En vías con faja separadora



b). En la salida de escuelas



c). En pasos subterráneos

FIGURA VI.1

## **VII. Estudio del uso de los pasos peatonales en el área Metropolitana de la Cd. de Monterrey**

### **VII.1 Localización general**

Lista de puentes peatonales analizados.

1. Ave. Manuel L. Barragán, frente al Banco Bital
2. Ave. Universidad y Ave. Lope de Vega, frente a Benavides.
3. Ave. Fidel Velázquez y Ave. Fray Luis de León, frente a FACPYA.
4. Ave. Arroyo topo Chico – Montes de Bohemia.
5. Ave. Universidad y Ave. Benito Juárez, frente a la clínica 6 IMSS.
6. Ave. Manuel L. Barragán y Pedro de Alba, frente a la U.A.N.L..
7. Ave. Universidad y Ave. Fray Bartolomé de las Casas, frente a Soriana.
8. Ave. Universidad y Ave. Munich, frente a la U.A.N.L..
9. Ave. Fidel Velázquez, frente al deportivo Anáhuac.
10. Ave. Santo Domingo y Ave. Montes Berneses.
11. Ave. Cristóbal Colón y Ave. Bernardo Reyes.
12. Ave. Alfonso Reyes y H. Colegio Militar, frente a la Plaza de Toros.
13. Ave. Eugenio Garza Sada y Hamburgo
14. Ave. Constitución, frente a los Condominios Constitución.
15. Ave. Ruiz Cortines con Calle 18 de Marzo.
16. Ave. I. Morones Prieto y Calle Vallarta, frente al IMSS.
17. Ave. Fidel Velázquez y Colonia Hogares Ferrocarrileros.
18. Ave. Fidel Velázquez, frente a Gigante Central.
19. Ave. José Eleuterio González, frente al C.U.M.
20. Ave. Alfonso Reyes y Calle Mariano Salas, frente a la fábrica de Coca Cola.
21. Ave. Fidel Velázquez, frente a la Pulga Mitras.

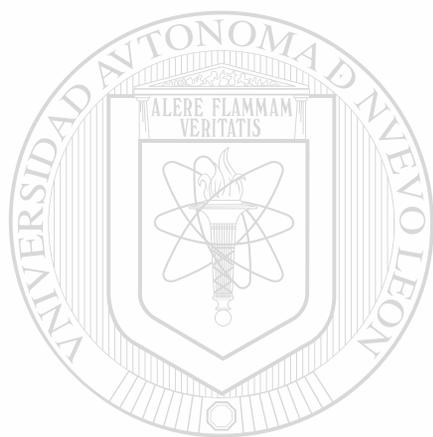
**22. Ave. Cristóbal Colón, frente a la Central de Autobuses.**

**23. Ave. José Eleuterio González – Ave. Insurgentes, frente a Liverpool.**

**24. Ave. Benito Juárez – Calle M.M. del Llano**

**25. Ave. Constitución, frente al IMSS.**

**26. Ave. Constitución y Ave. Benito Juárez puente del Papa**



# UANL

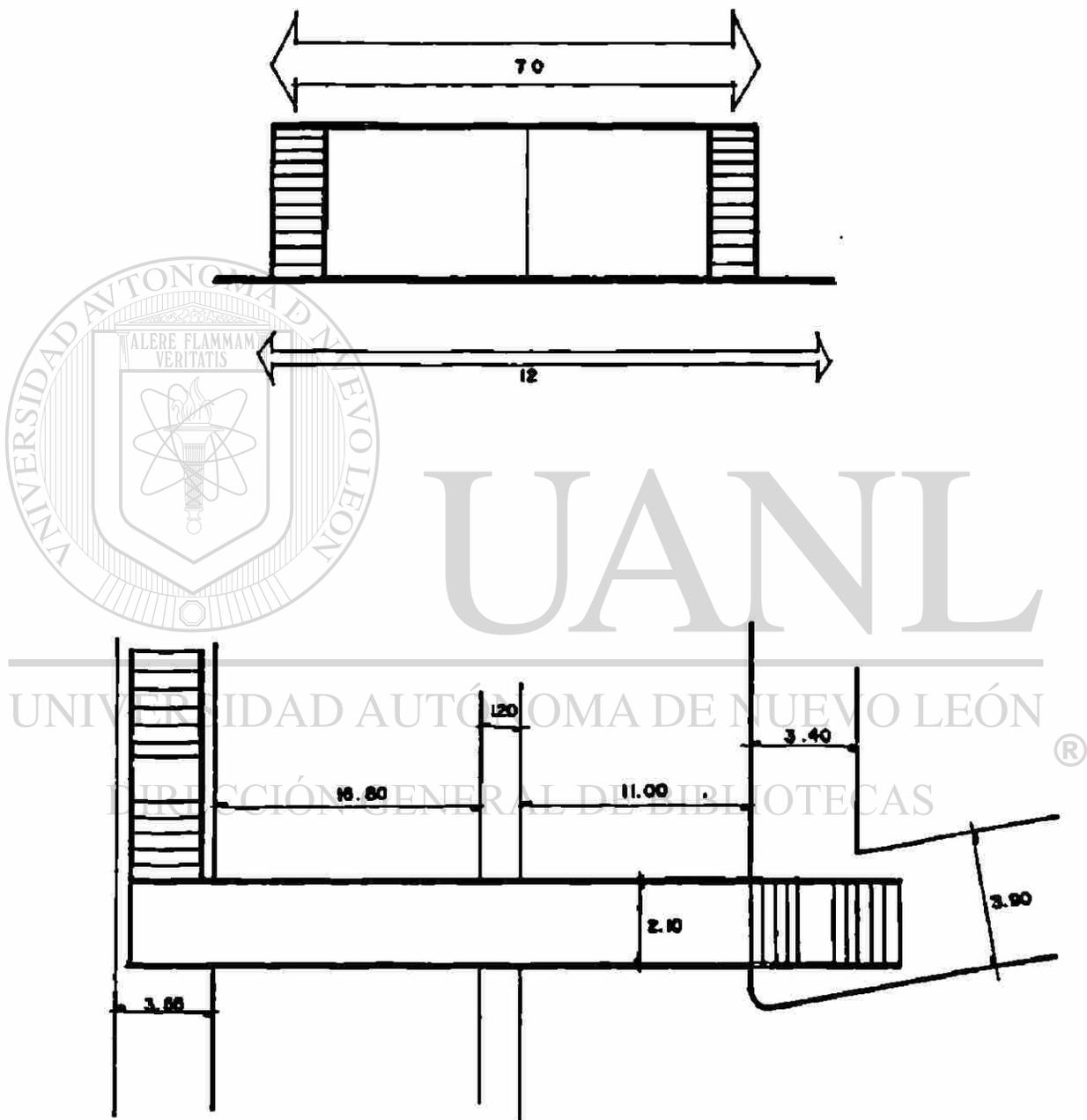
---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

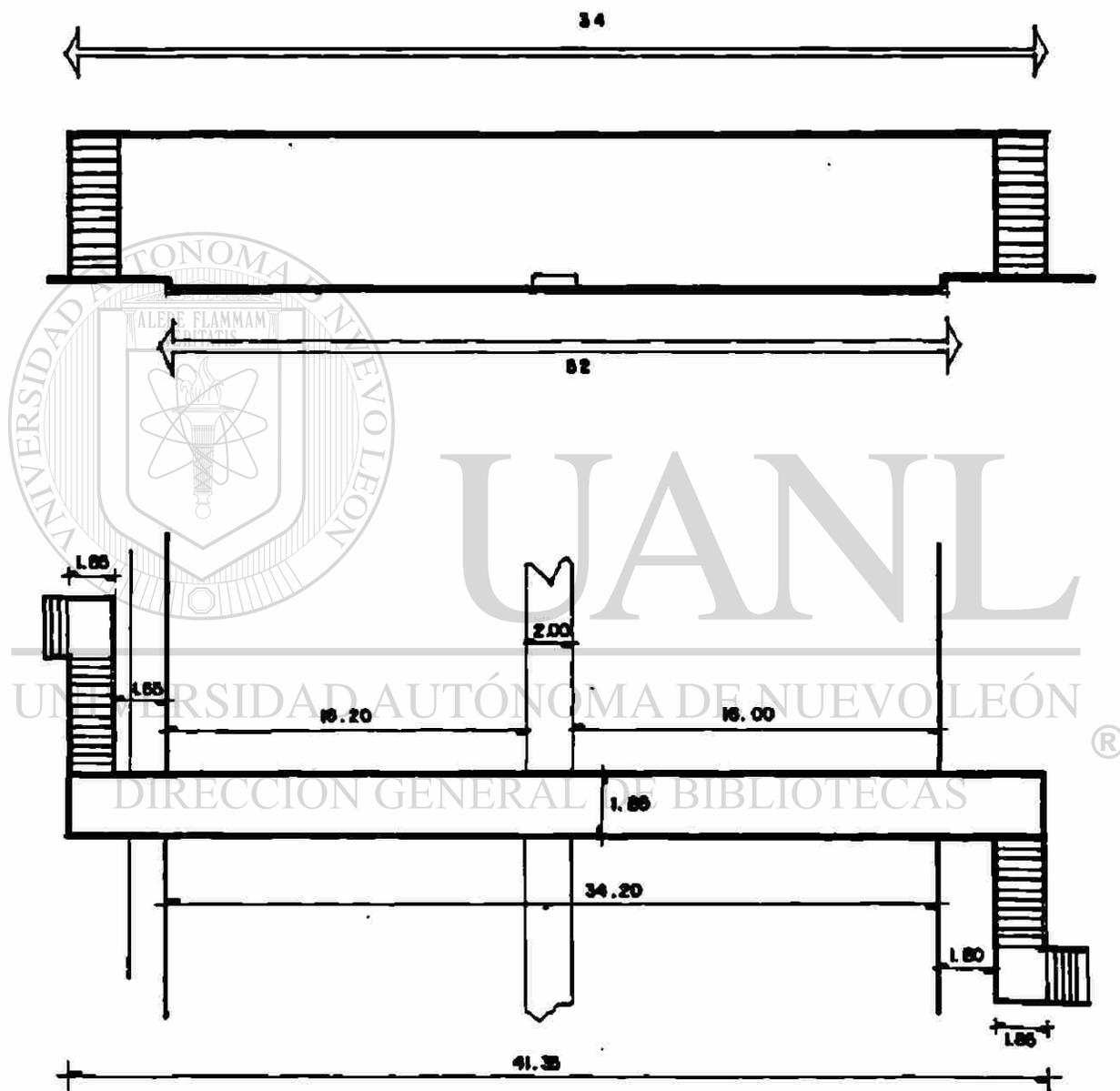
®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**VII.2 Secciones transversales y gráfica escalar de volúmenes peatonales.**

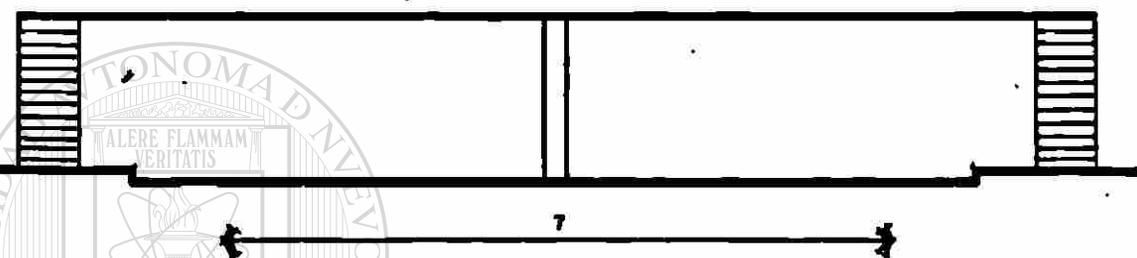
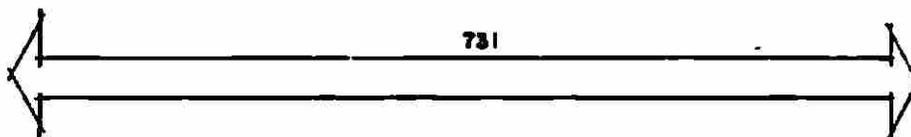


**Ave. Manuel L. Barragán, frente al Banco Bital**

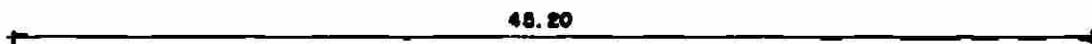
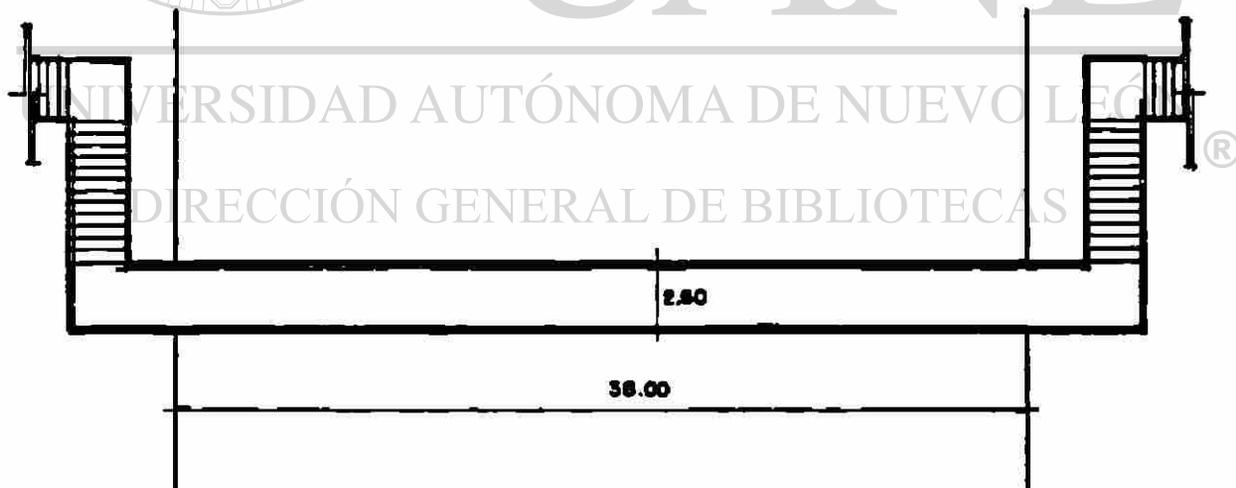


**Ave. Universidad y Ave. Lope de Vega, frente a Benavides**

**GRAFICA ESCALAR**

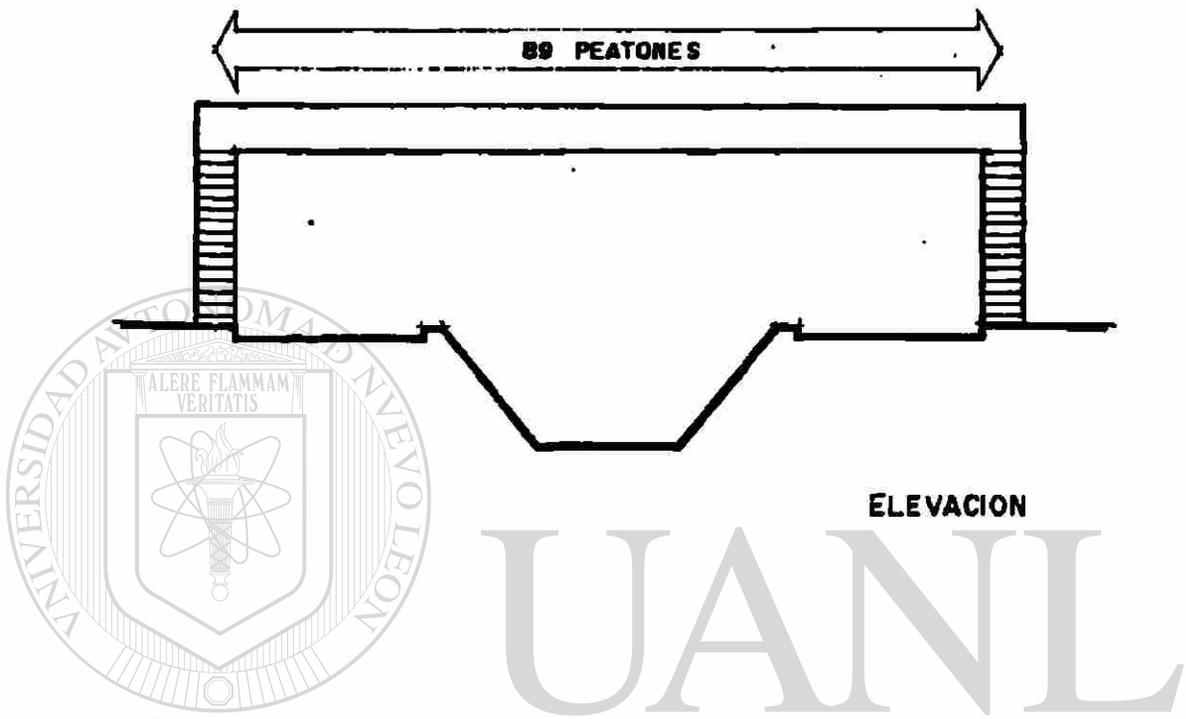


**ELEVACION**

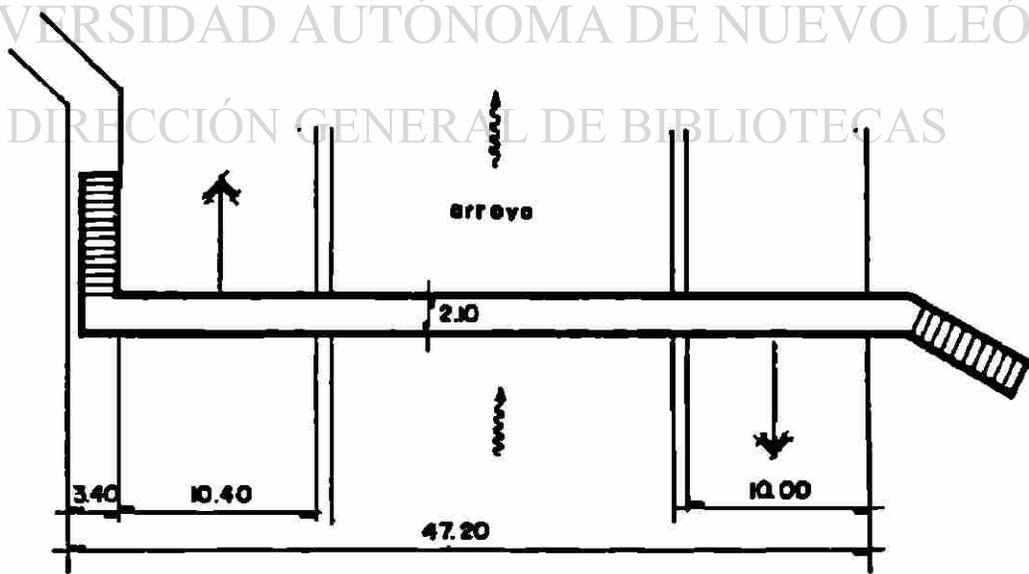


**PLANTA**

**Ave. Fidel Velázquez y Ave. Fray Luis de León  
frente a FACPYA**

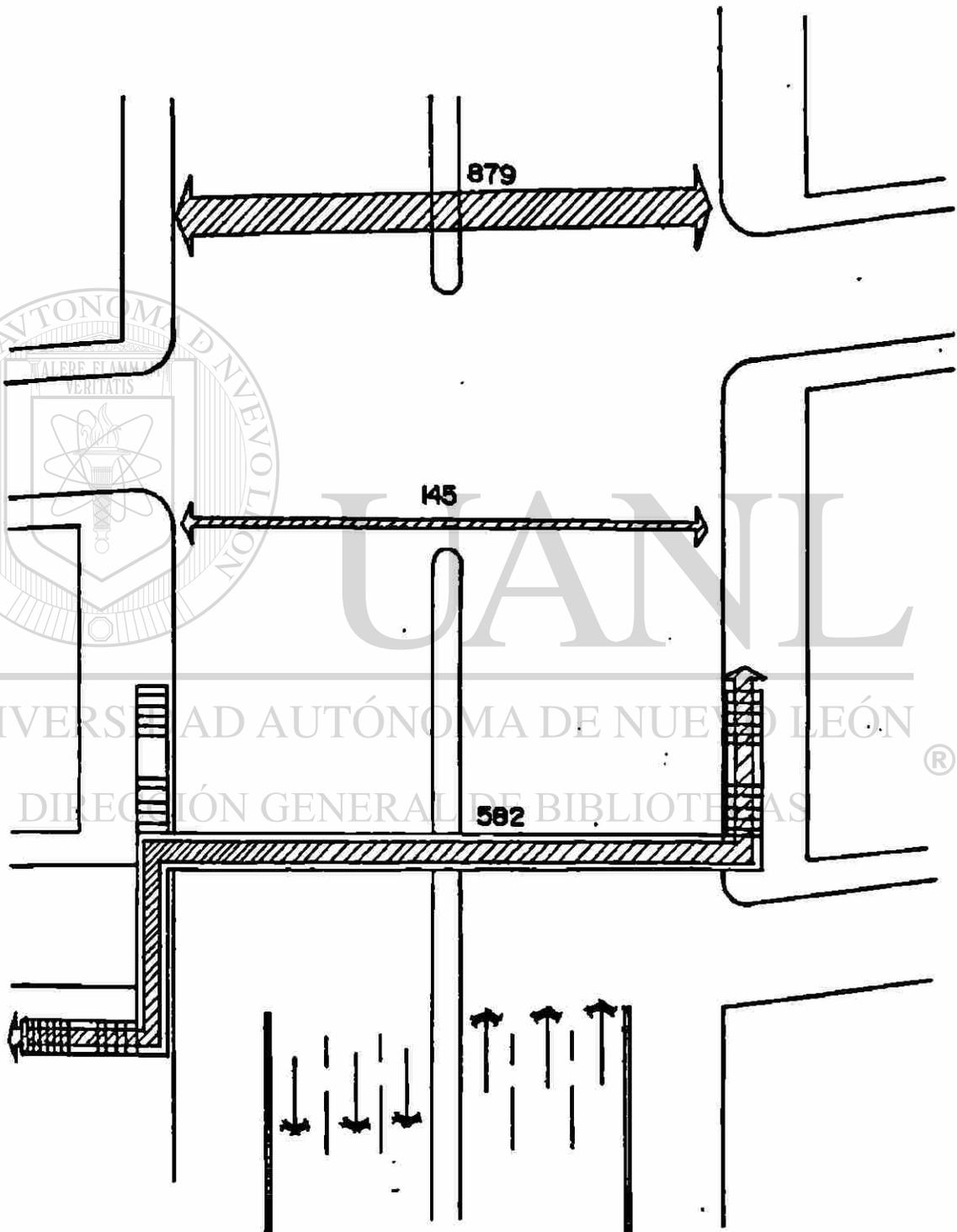


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

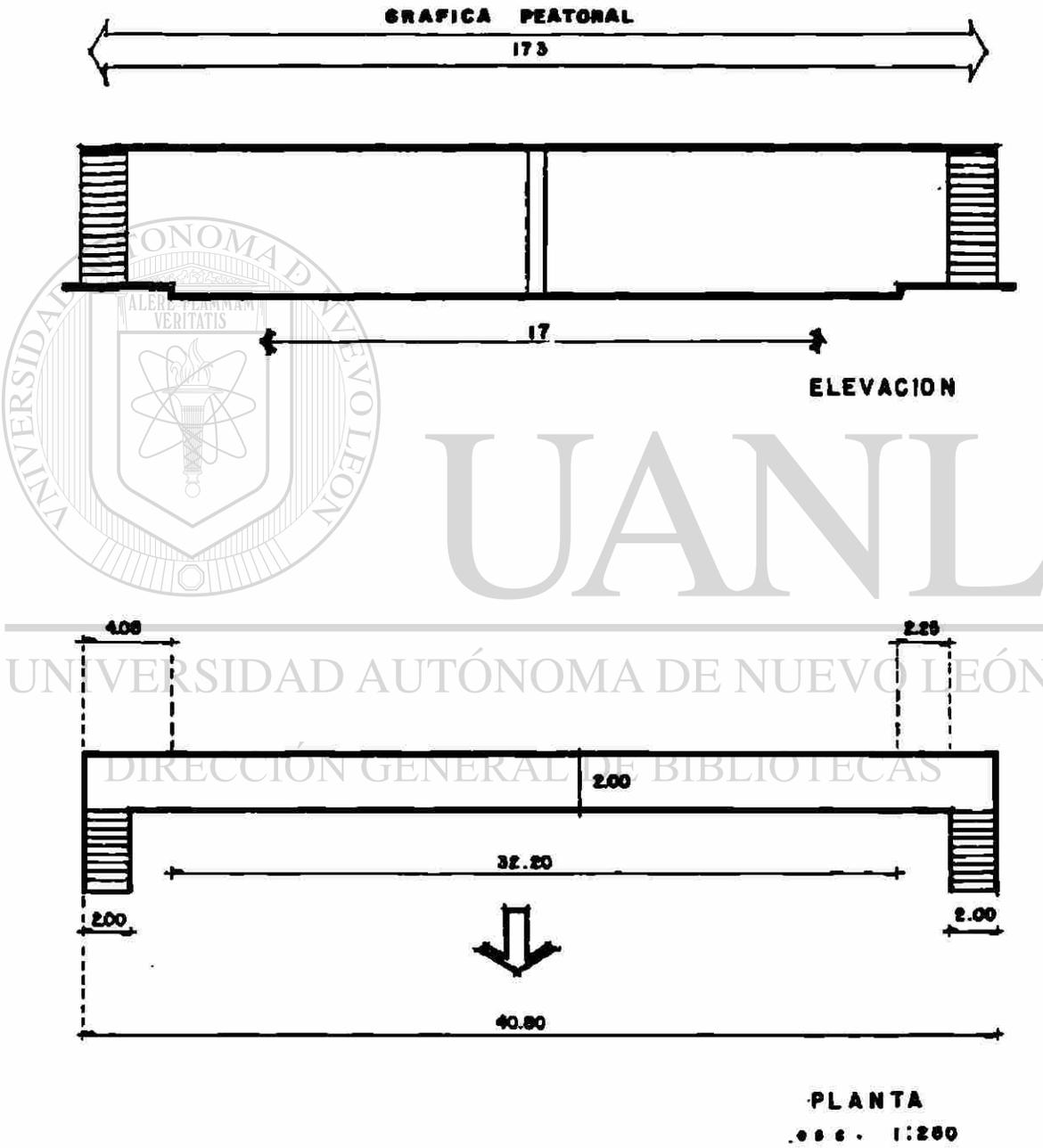


PLANTA ESC. 1:400

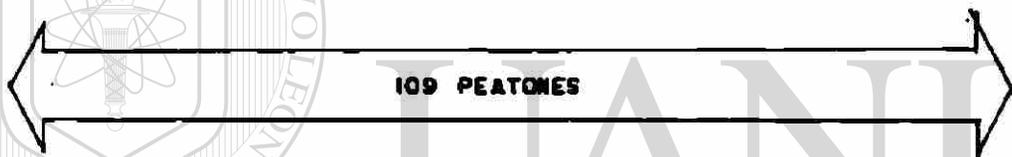
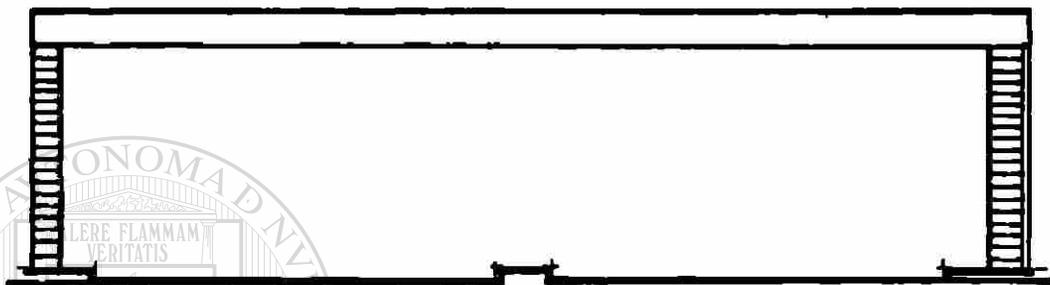
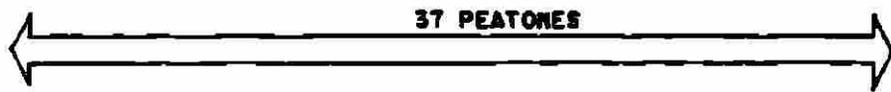
**Ave. Arroyo Topo Chico y Calle Montes de Bohemia**



**Ave. Universidad y Ave. Benito Juárez  
frente a la clínica 6 IMSS**

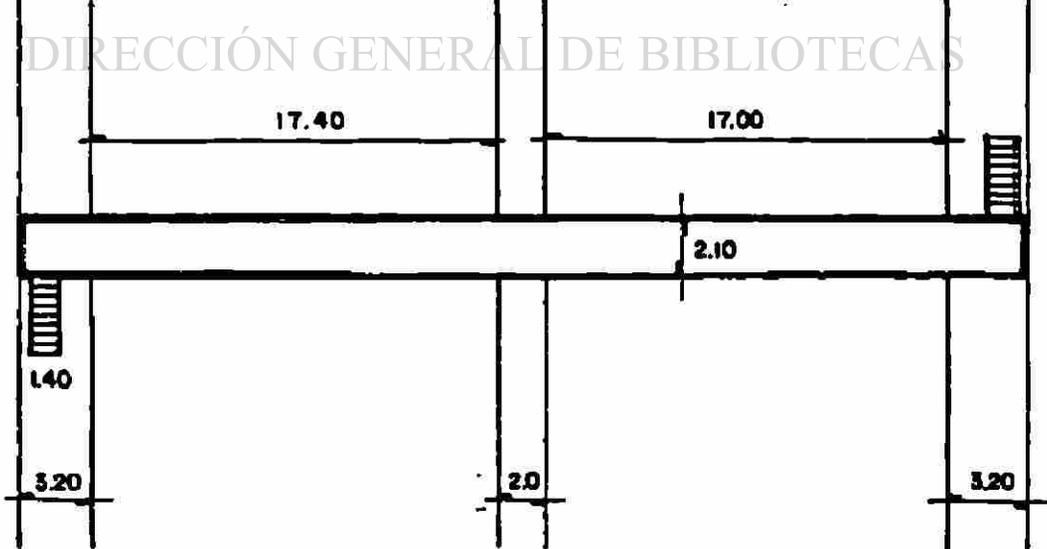


**Ave. Manuel L. Barragán y Pedro de Alba  
frente a la U. A. N. L.**



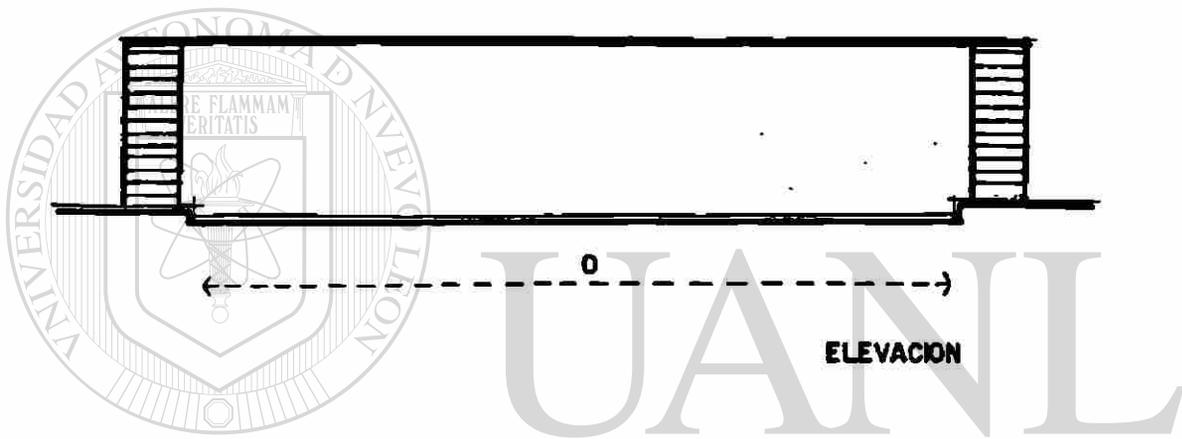
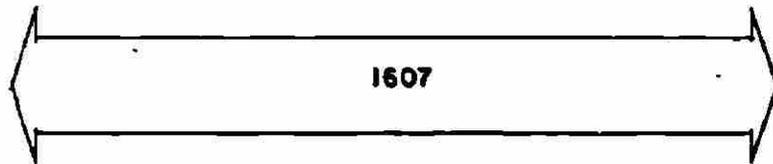
ELEVACION

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

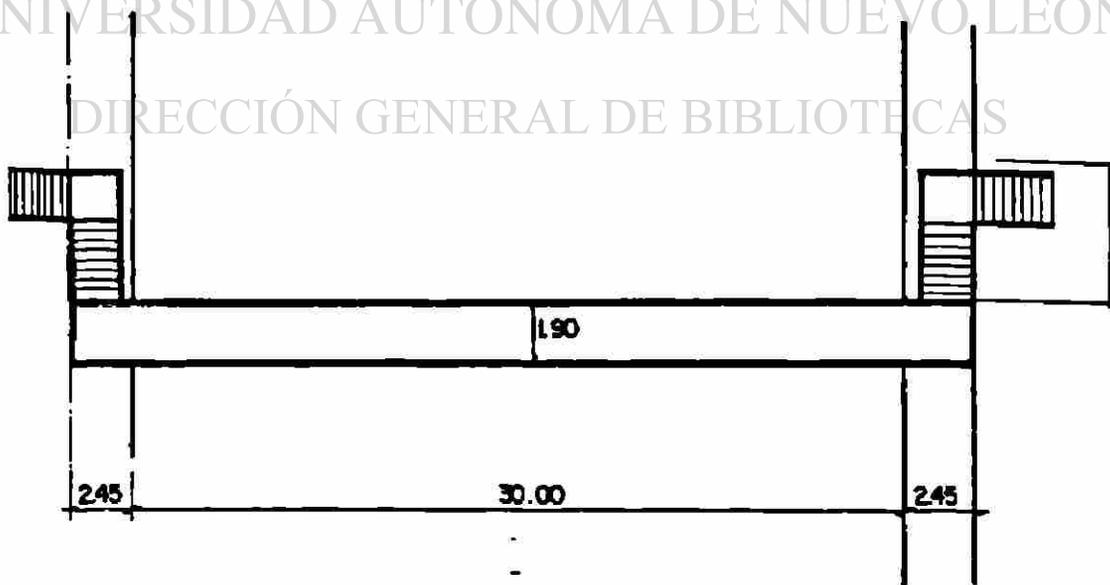


PLANTA

**Ave. Universidad y Ave. Fray Bartolomé de las Casas  
frente a Soriana**

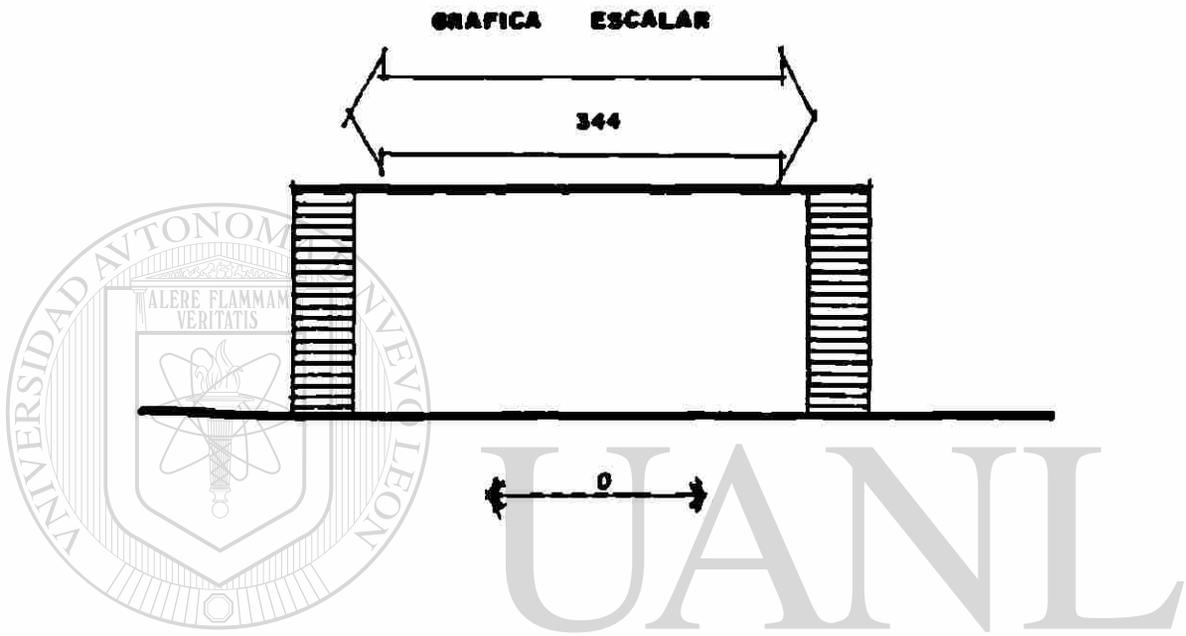


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

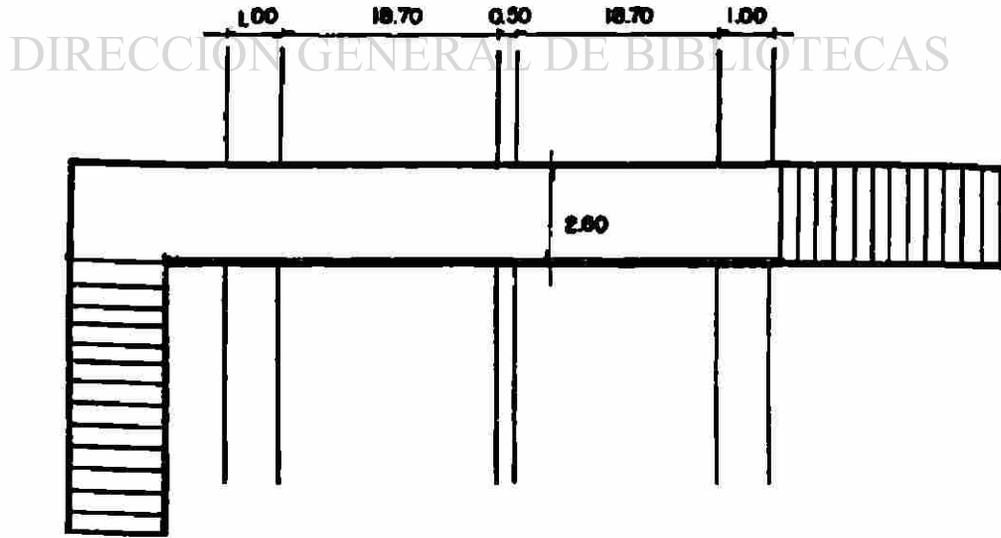


PLANTA ESC. 1: 250

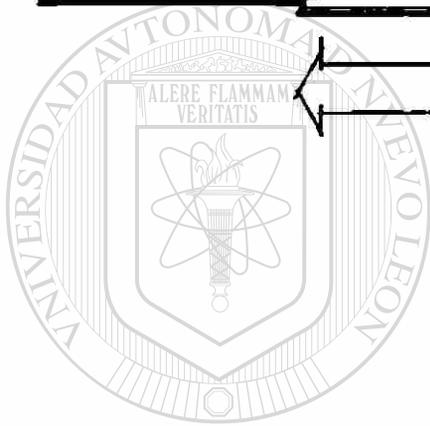
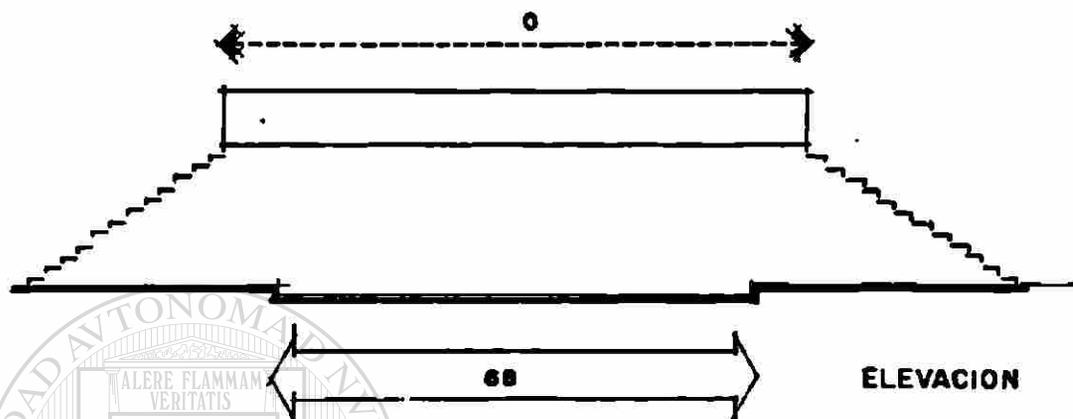
**Ave. Universidad y Ave. Munich  
frente a la U.A.N.L.**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



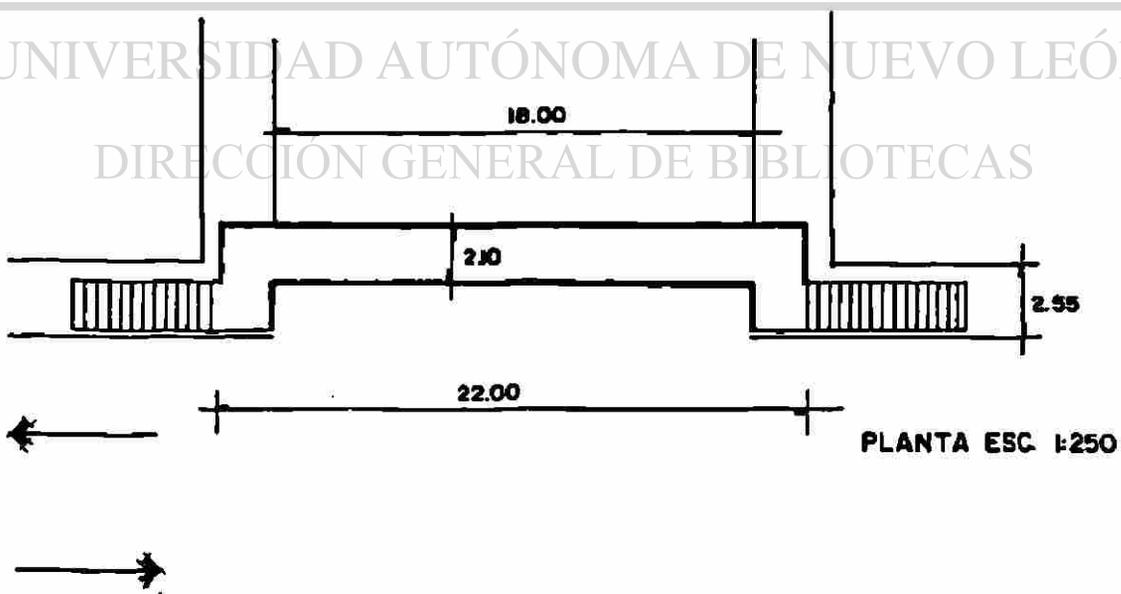
**Ave. Fidel Velázquez  
frente al deportivo Anáhuac**



UANL

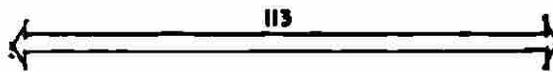
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**Ave. Santo Domingo y Ave. Montes Berneses**

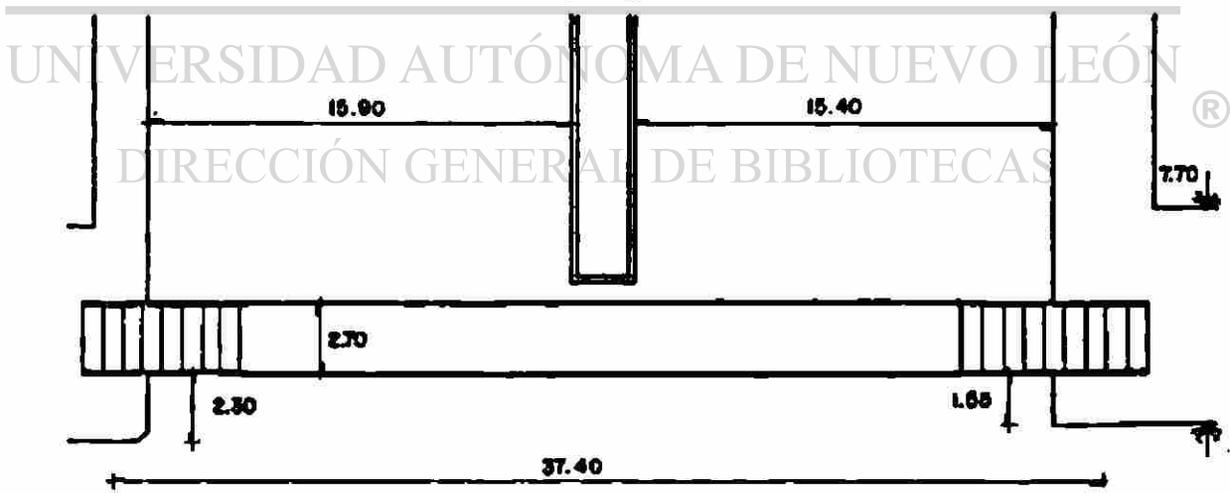
**GRAFICA ESCALAR**



**ELEVACION**

804

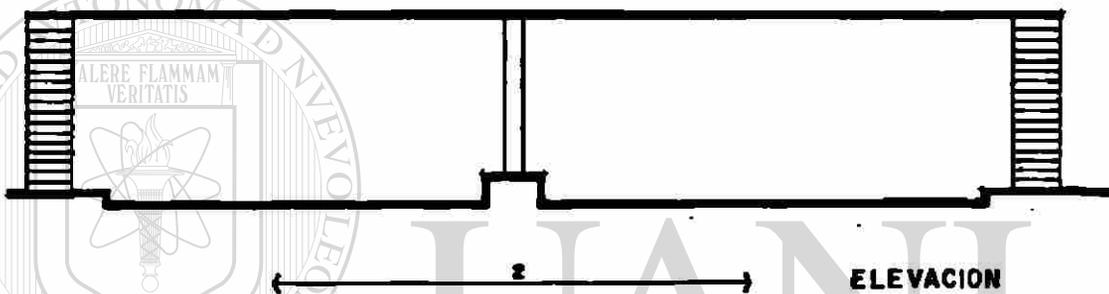
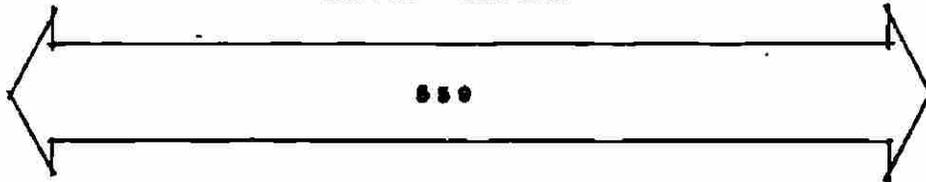
2.80



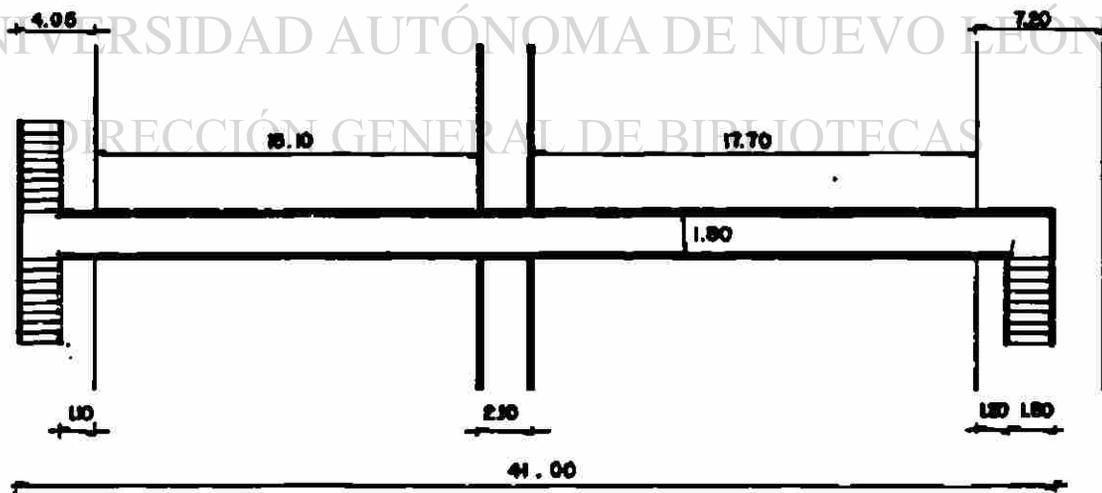
**PLANTA**

**Ave. Cristóbal Colón y Ave. Bernardo Reyes**

GRAFICA ESCALAR

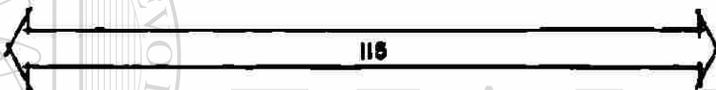
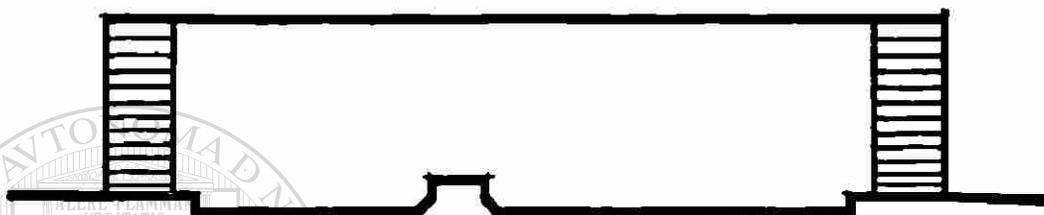


ELEVACION



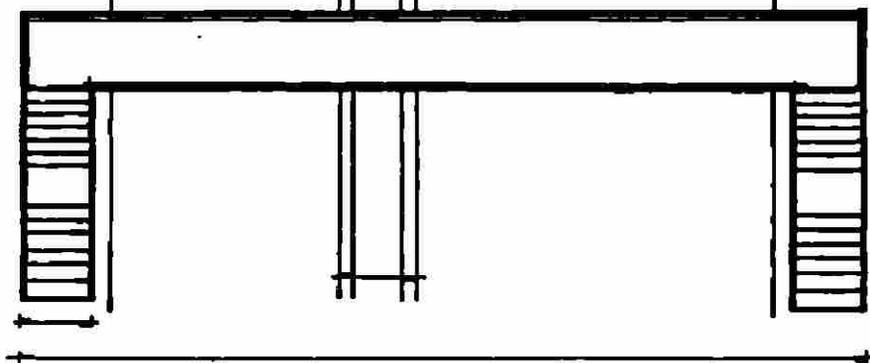
PLANTA

Ave. Alfonso Reyes y H. Colegio Militar  
frente a la Plaza de Toros



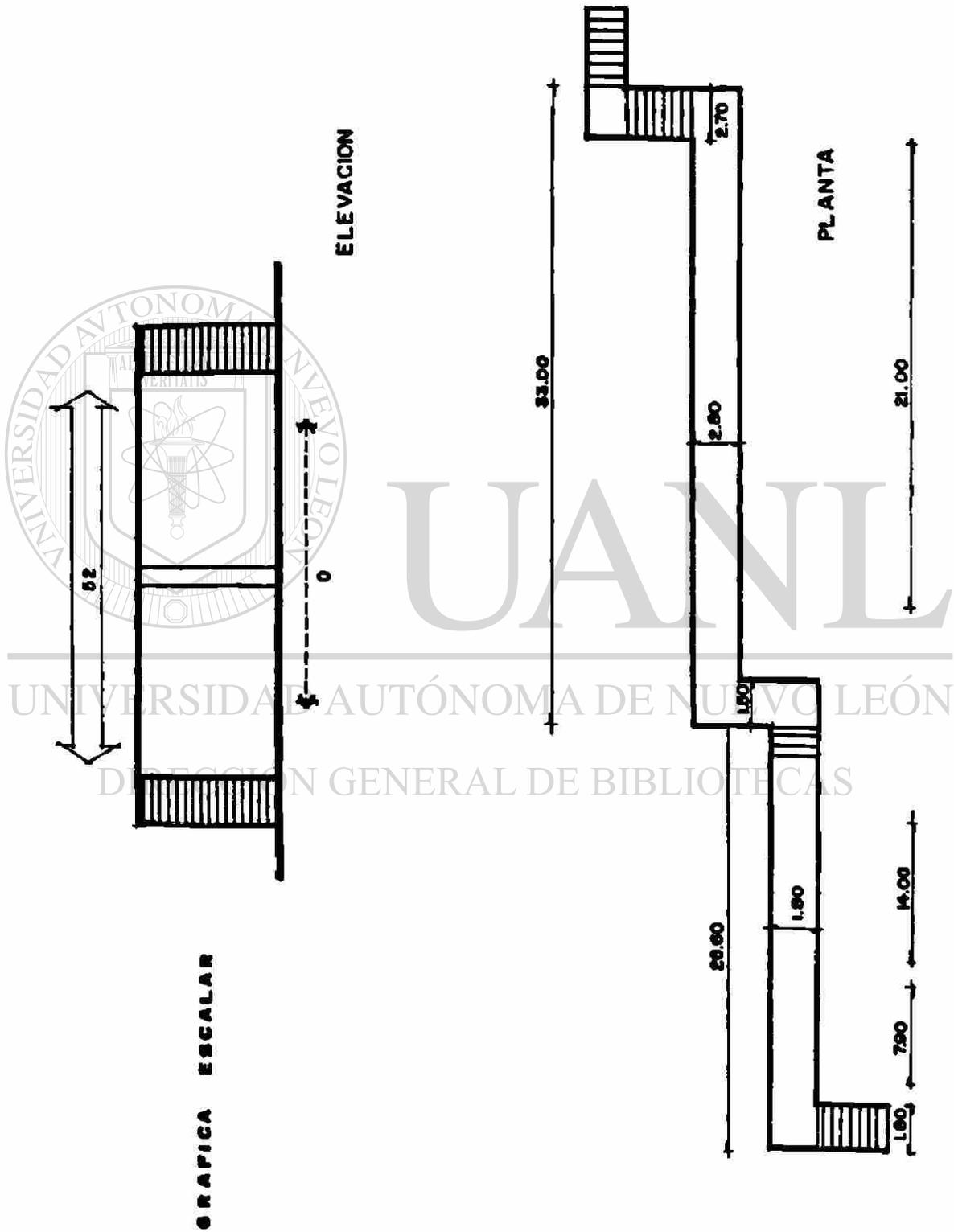
**ELEVACION**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

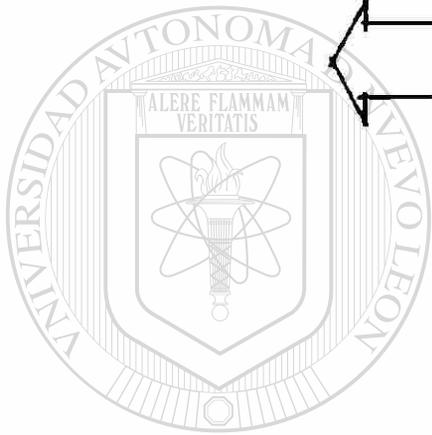
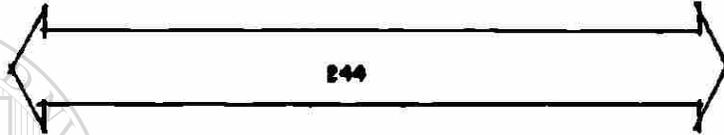
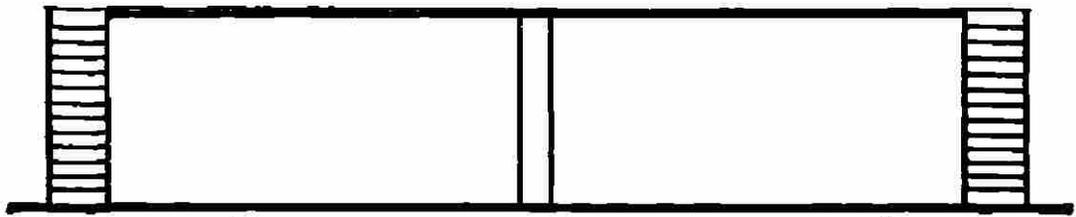
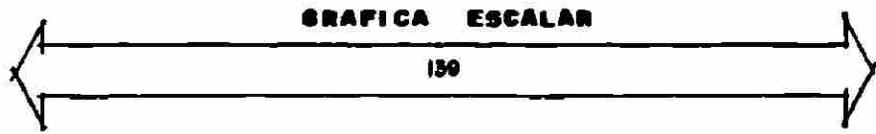


**PLANTA**

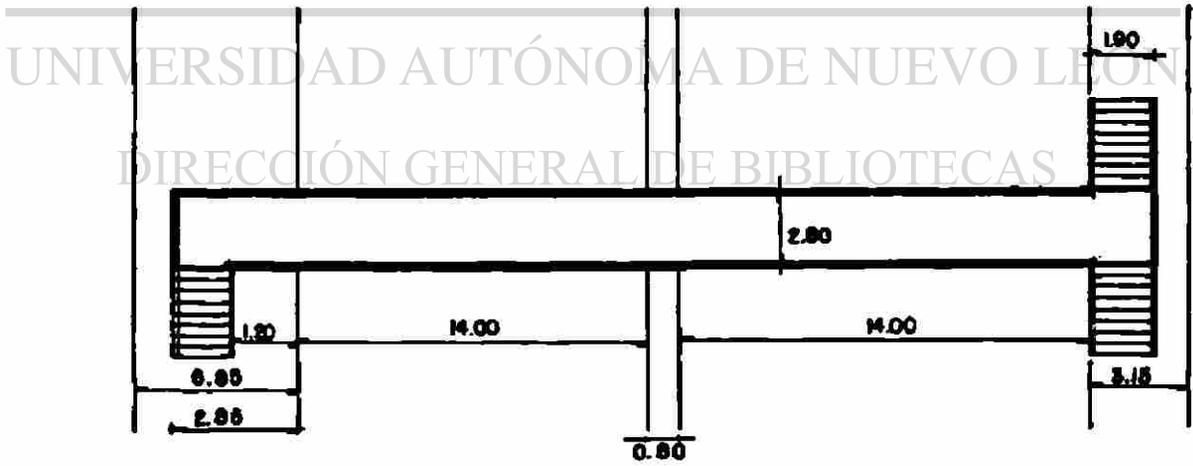
**Ave. Eugenio Garza Sada y Hamburgo**



**Ave. Constitución  
frente a los Condominios Constitución**



**ELEVACION**  
UANL

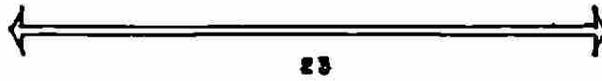


**PLANTA**

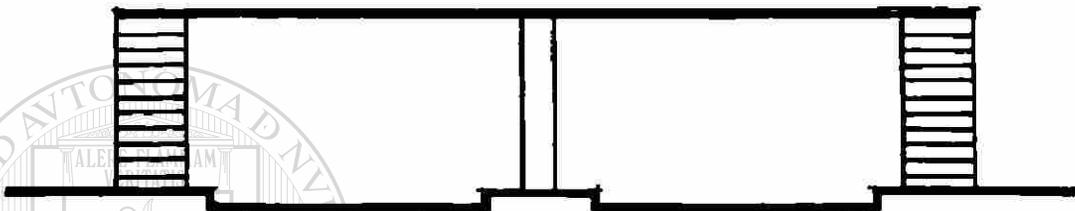


**Ave. Ruiz Cortines con Calle 18 de Marzo**

**GRAFICA ESCALAR**



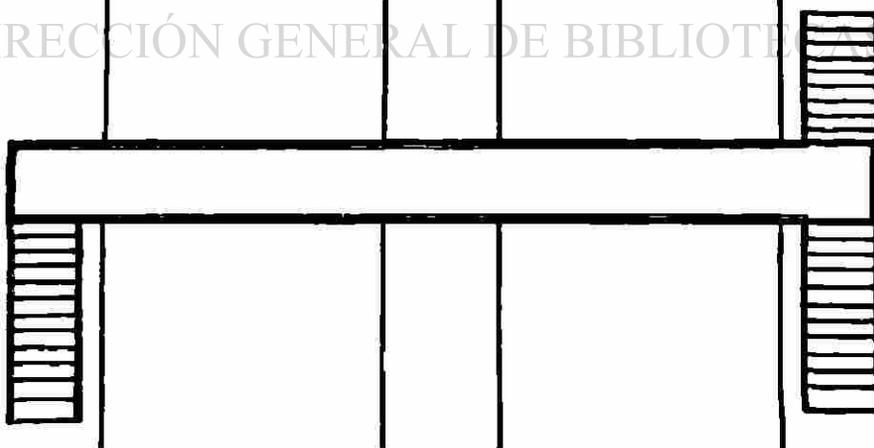
23



19

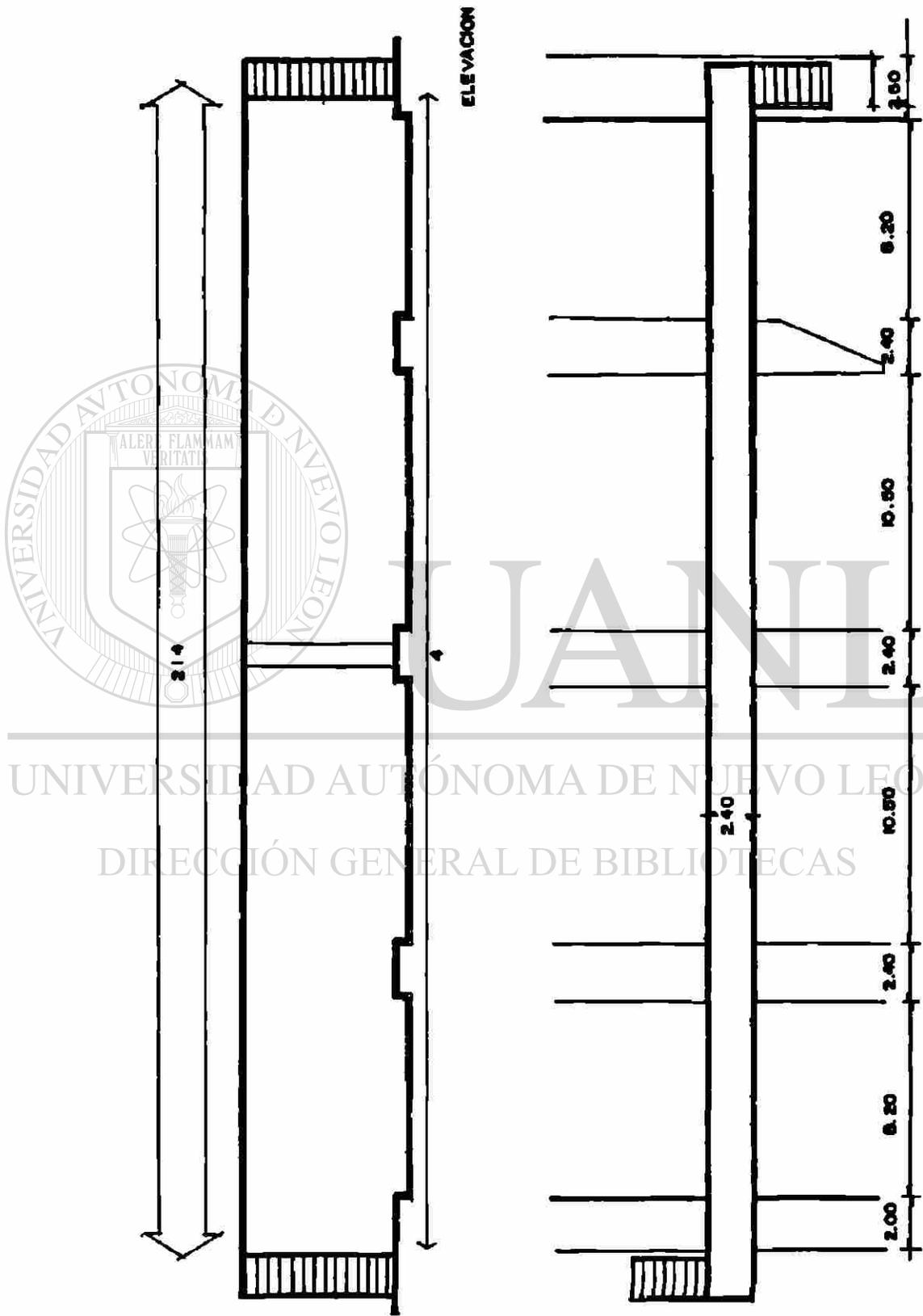
**ELEVACION**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

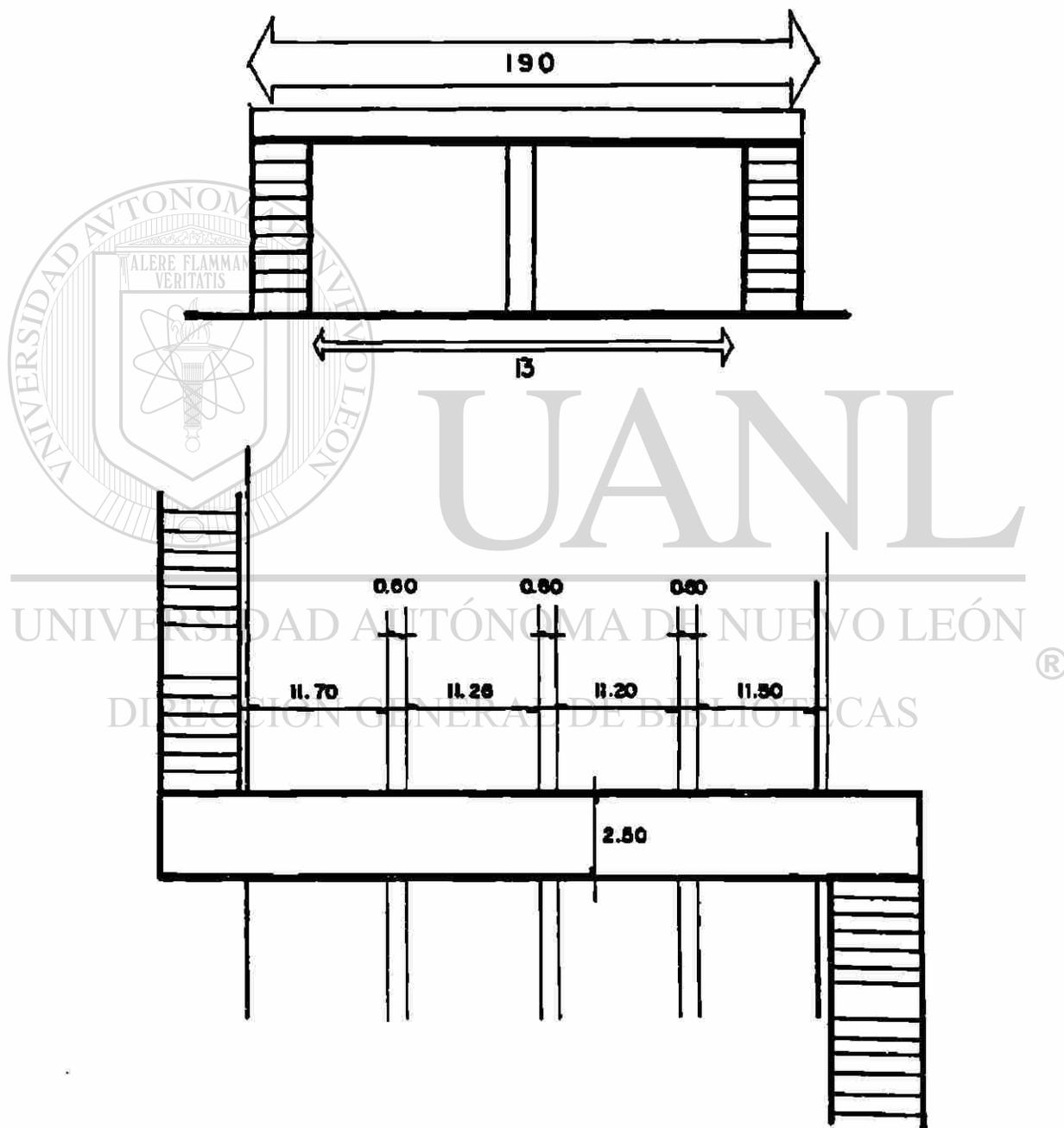


**PLANTA**

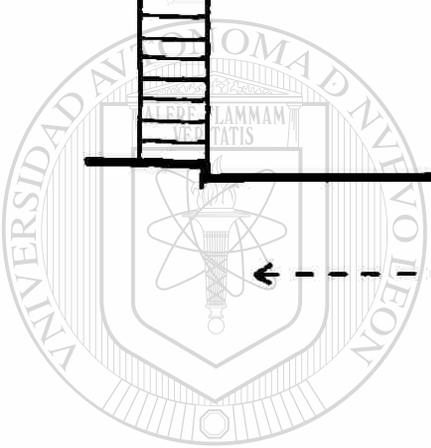
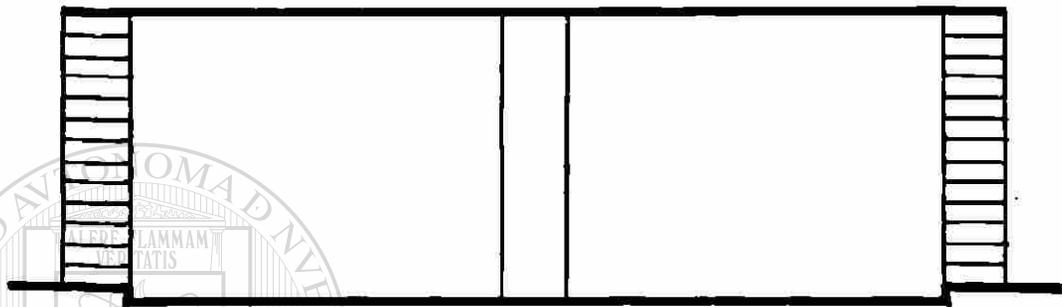
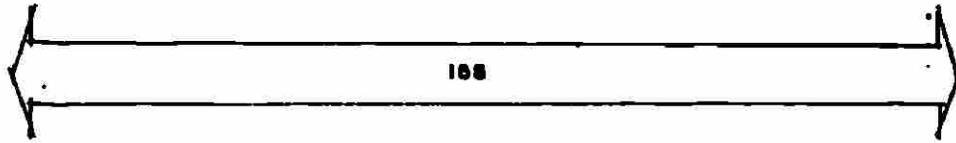
**Ave. L. Morones Prieto y Calle Vallarta  
frente al IMSS**



**Ave Fidel Velázquez y Col. Hogares Ferrocarrileros**



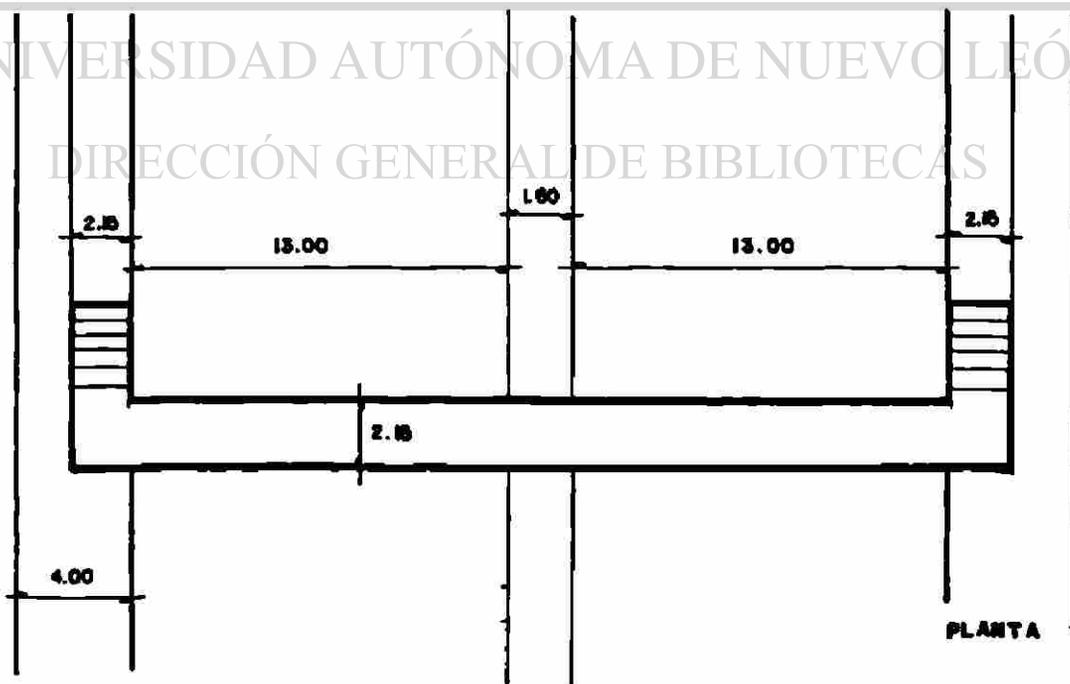
**Ave. Fidel Velázquez  
frente a Gigante Central**



UANL

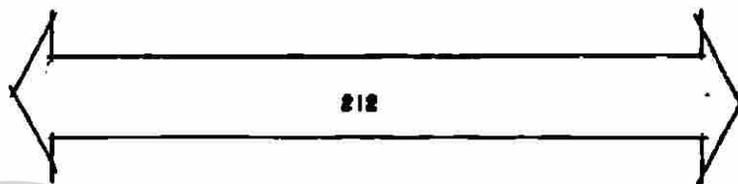
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

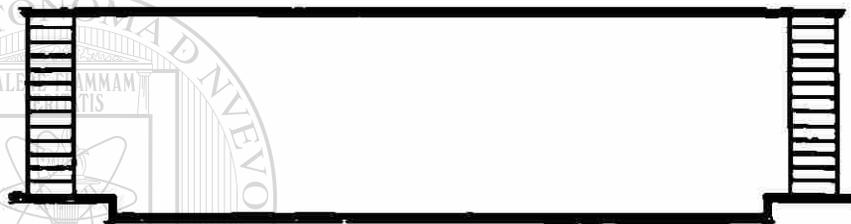


**Ave. José Eleuterio González  
frente al C.U.M.**

**GRAFICA ESCALAR**



212

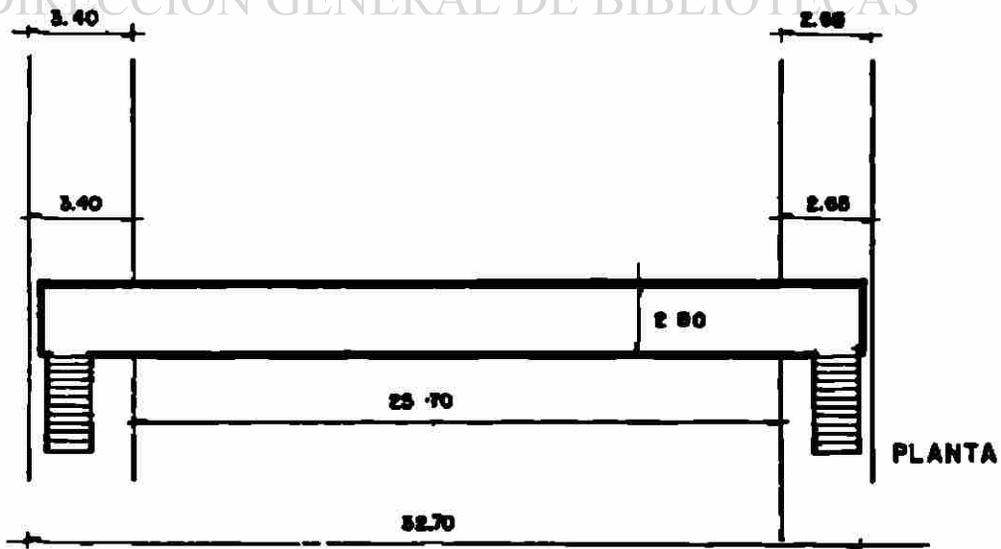


30

**ELEVACION**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

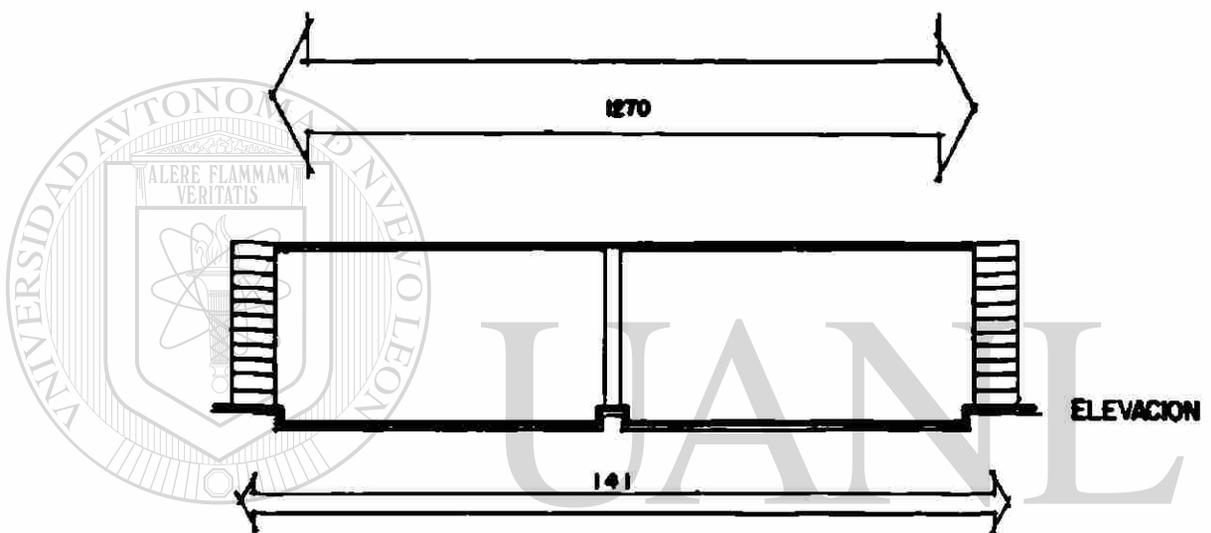
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**PLANTA**

**Ave. Alfonso Reyes y Calle Mariano Salas  
frente a la fábrica de Coca Cola**

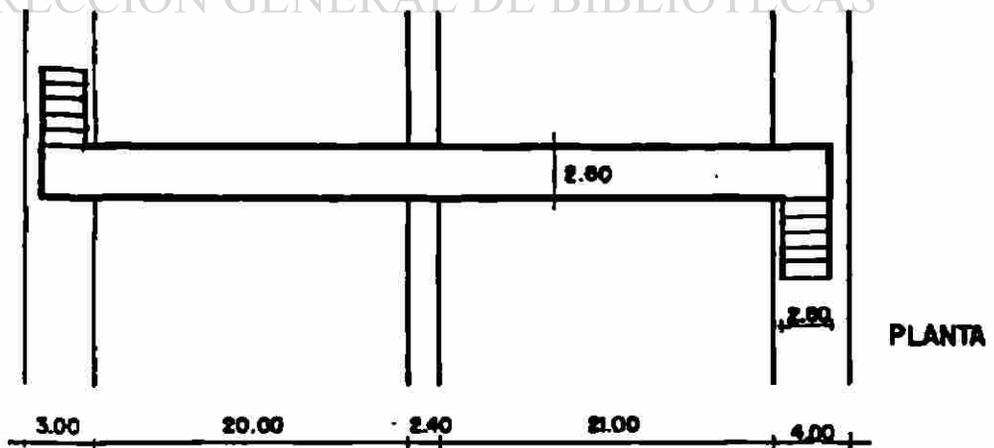
**GRAFICA ESCALAR**



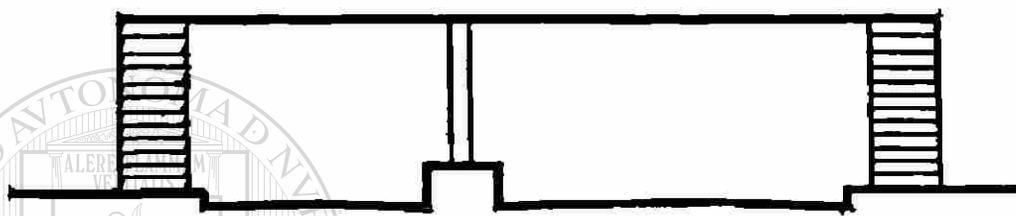
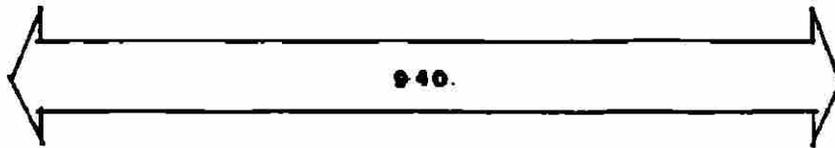
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

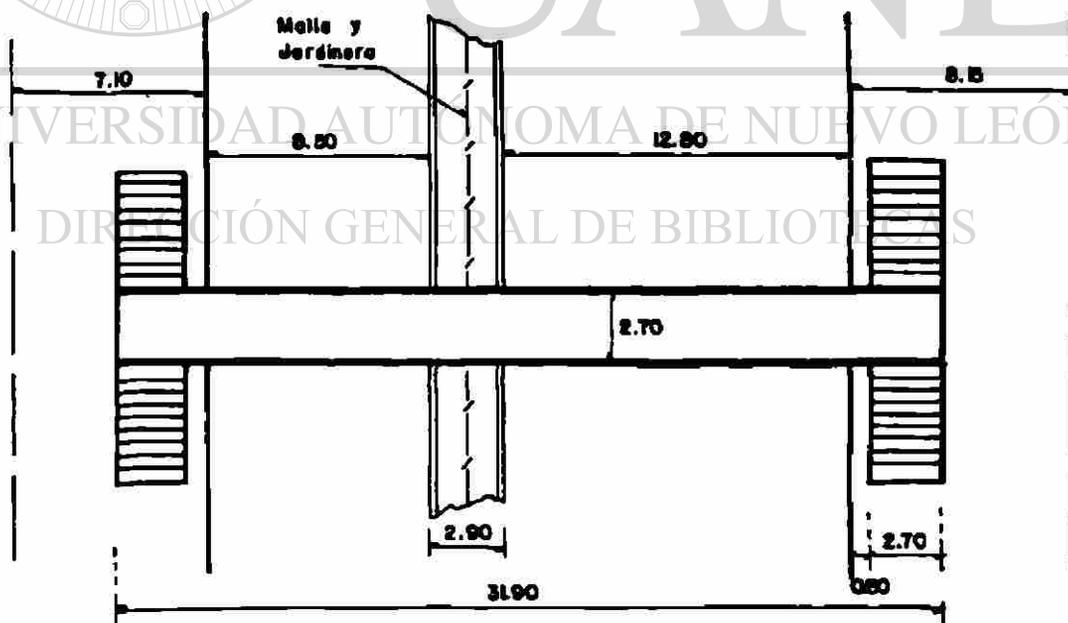


**Ave. Fidel Velázquez  
frente a la Pulga Mitras**



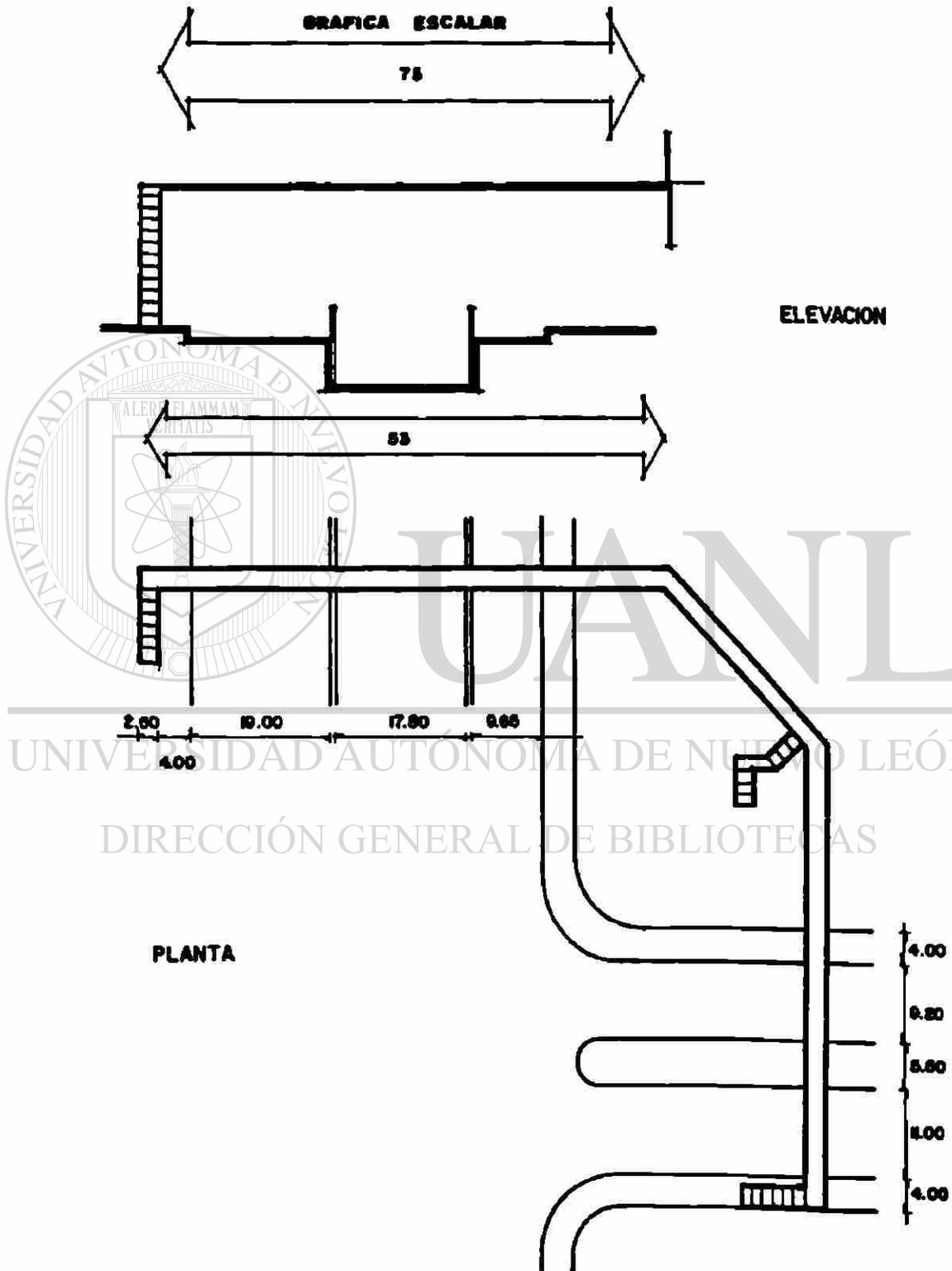
0

ELEVACION

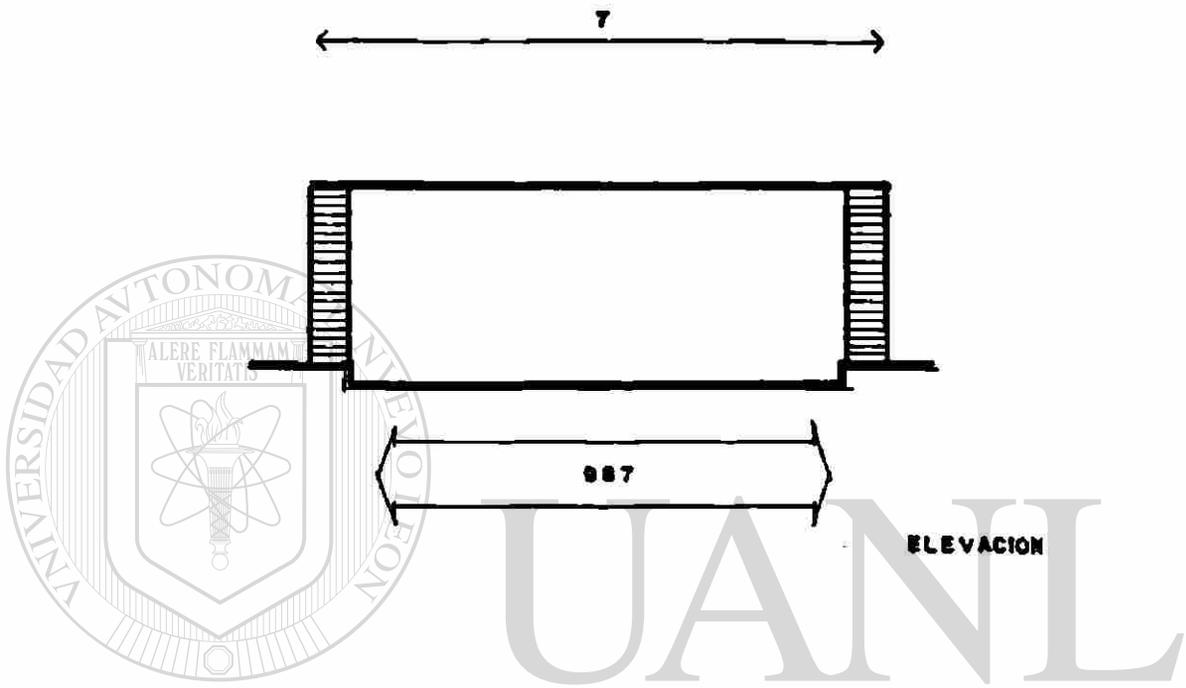


PLANTA ESC. 1:250

**Ave. Cristóbal Colón  
frente a la Central de Autobuses**

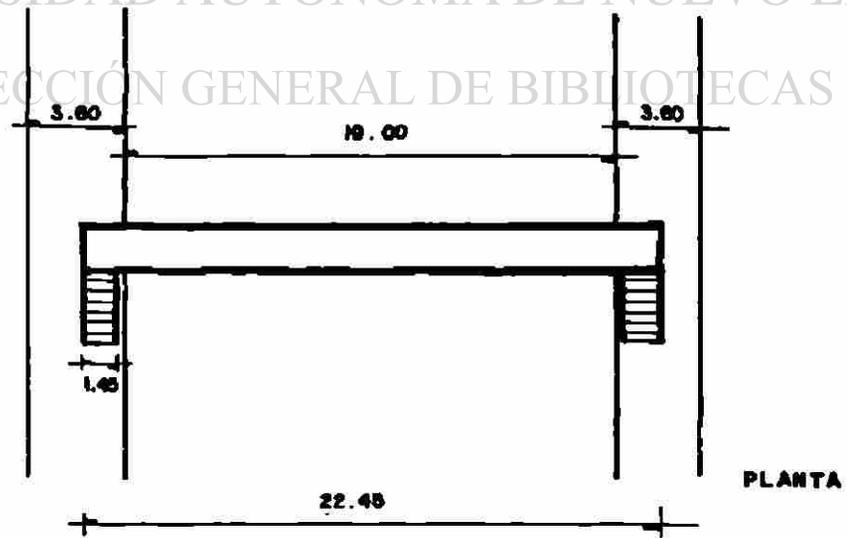


**Ave. José Eleuterio González y Ave. Insurgentes  
frente a Liverpool**

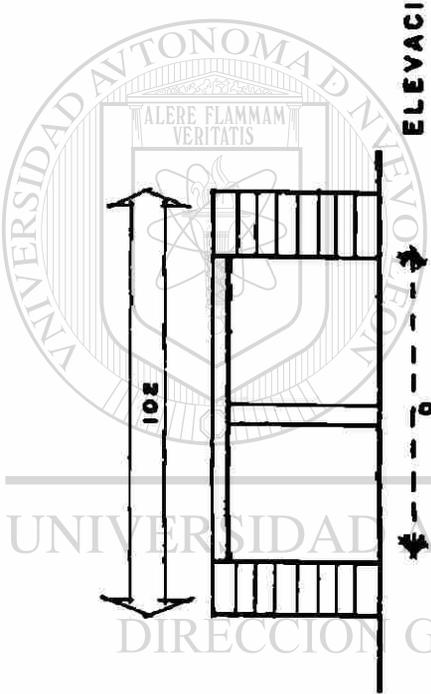


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

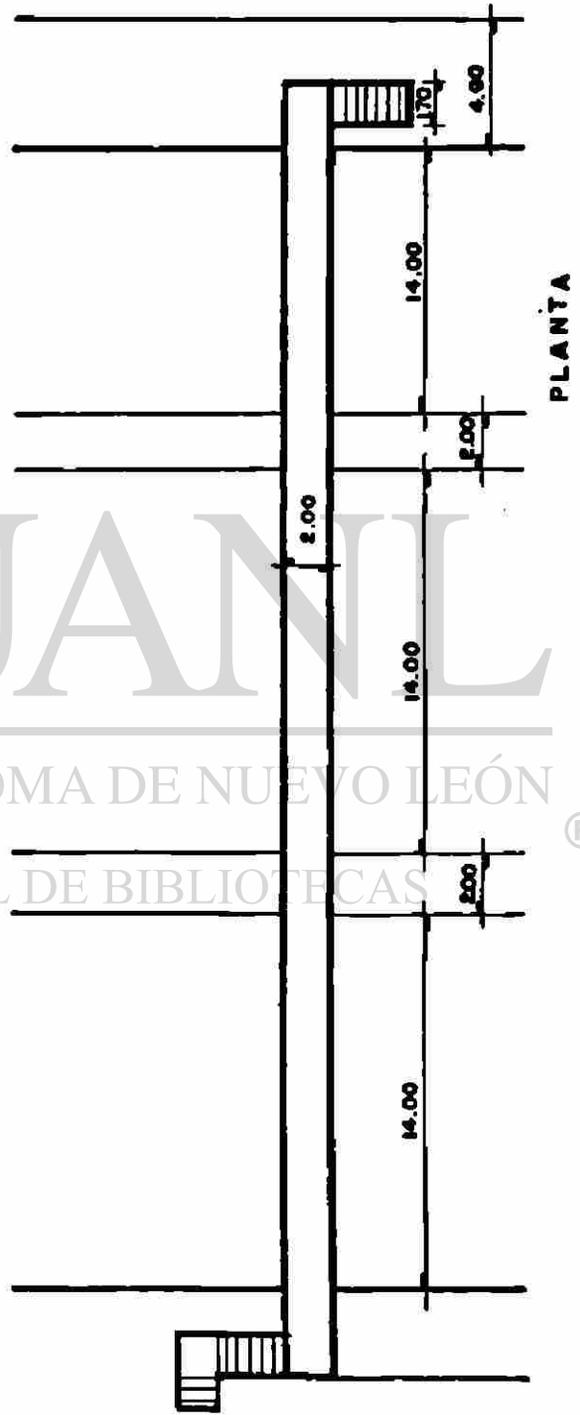


**Ave. Benito Juárez y Calle M. M. del Llano**



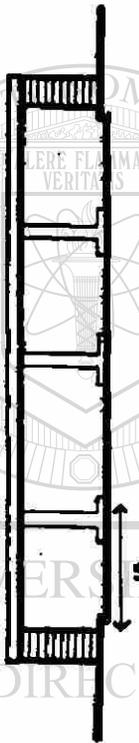
**GRAFICA ESCALAR**

**AV. CONSTITUCION FRENTE AL I.M.S.S.**

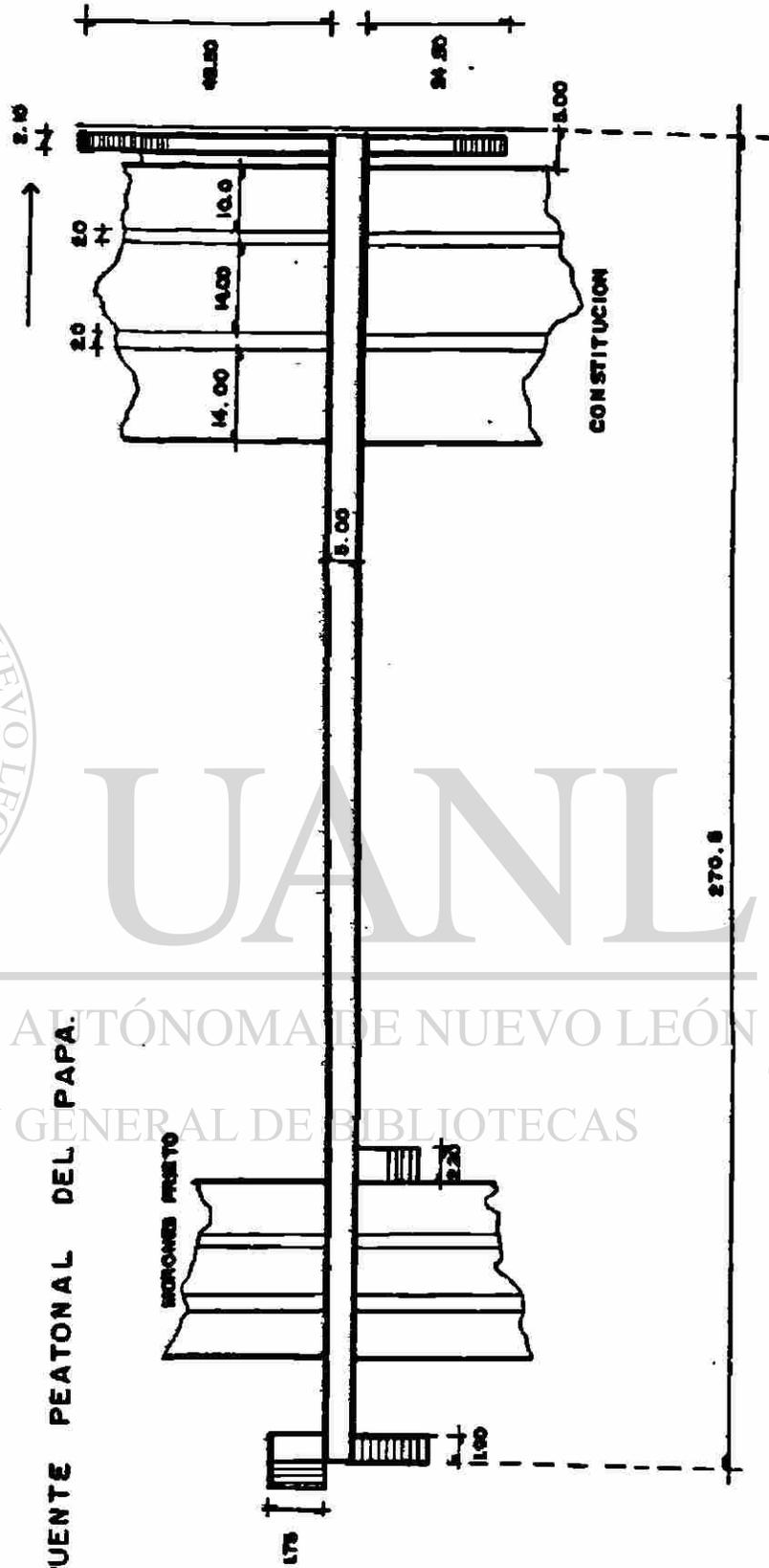


**PLANTA**

GRAFICA ESCALAR



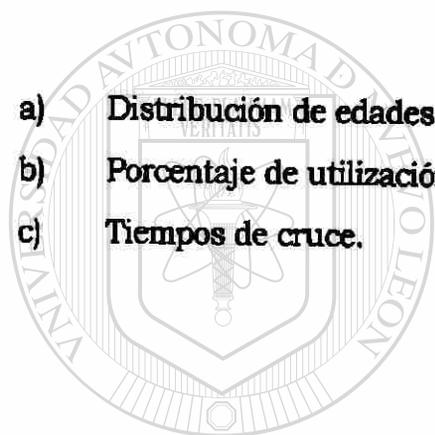
PUENTE PEATONAL DEL PAPA.



A continuación se muestran las gráficas obtenidas de la información recabada de cada uno de los Pasos a Desnivel analizados.

### **VII.3 Gráficas:**

- a) **Distribución de edades.**
- b) **Porcentaje de utilización.**
- c) **Tiempos de cruce.**



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

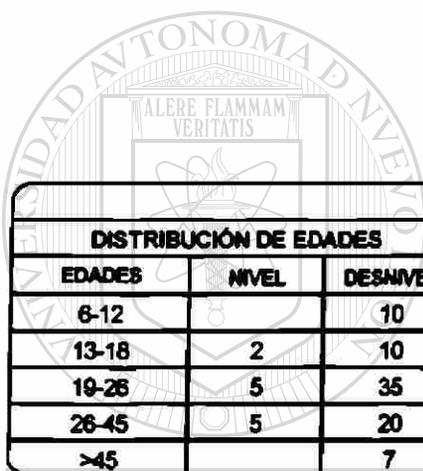
San Nicolás de los Garza, N.L.  
Ave. Manuel L. Barragán - Calle J. De Ibarbourou

**COMENTARIOS**

En este puente peatonal el volumen peatonal es muy bajo, ya que en las horas de aforo solamente utilizaron el puente peatonal 70 personas entre los 26 - 45 años.

En este puente peatonal, el cruce de la calzada resulta muy peligroso, debido a los altos volúmenes vehiculares y a las grandes velocidades en esta zona.

Por lo anterior, es recomendable que se tomen las medidas necesarias para inducir a los peatones a hacer uso del paso peatonal

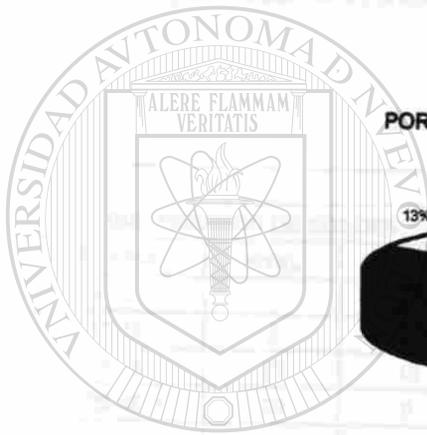
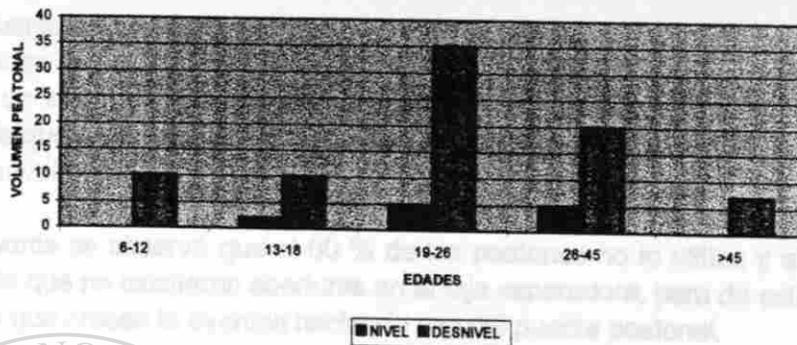


<b>DATOS</b>						
<b>DISTRIBUCIÓN DE EDADES</b>			<b>PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN</b>		<b>TIEMPOS DE CRUCE</b>	
<b>EDADES</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESNIVEL</b>	<b>NIVEL (%)</b>	<b>DESNIVEL (%)</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESNIVEL</b>
6-12		10	13	87	18	70
13-18	2	10				
19-26	5	35				
26-45	5	20				
>45		7				

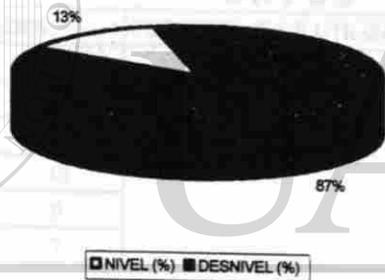
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**



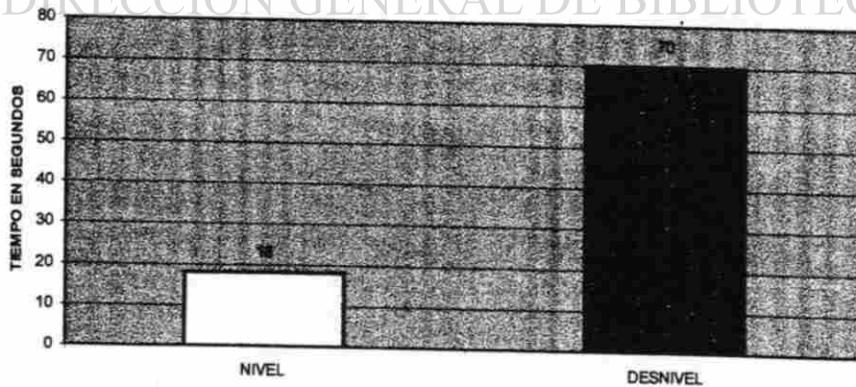
**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**TIEMPOS DE CRUCE**

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

**San Nicolás de los Garza, N.L.**

**Ave. Universidad - Ave. Lope de Vega (frente a Benavides)**

**COMENTARIOS**

En este puente se puede observar que existe un alto porcentaje de personas que no lo utilizan debido que en la faja separadora existen aberturas por las cuales los peatones pueden cruzar. La velocidad de los vehículos no es alta, debido a que cerca del puente existe un semáforo que influye para que éstos disminuyan la velocidad, por lo que los peatones aprovechan para cruzar la avenida a nivel.

En este puente se observó que el 60 % de los peatones no lo utiliza y el restante 40% sí. Sería conveniente que no existieran aberturas en la faja separadora, para de esta manera, inducir a los peatones a que crucen la avenida haciendo uso del puente peatonal.

DATOS						
DISTRIBUCIÓN DE EDADES			PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN		TIEMPOS DE CRUCE	
EDADES	NIVEL	DESNIVEL	NIVEL (%)	DESNIVEL (%)	NIVEL	DESNIVEL
6-12			61	39	69	68
13-18	3	6				
19-26	33	15				
26-45	20	8				
>45		7				

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

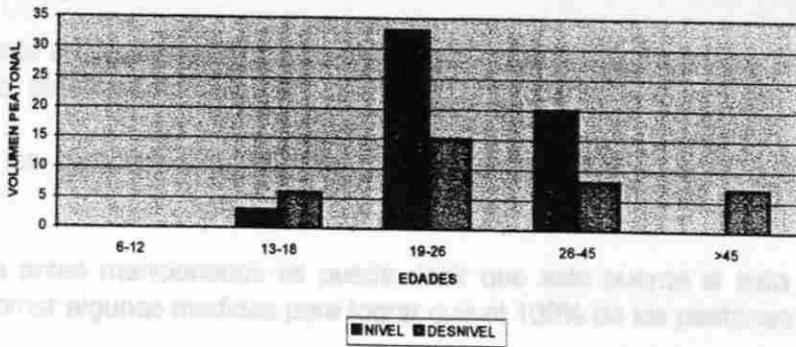


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

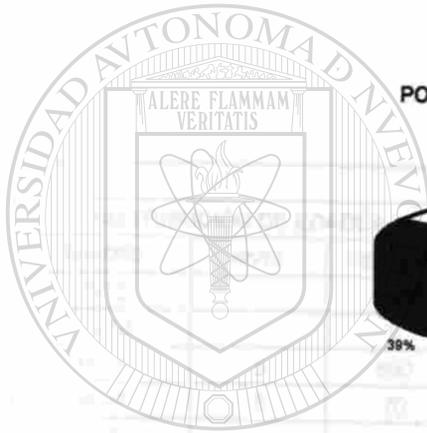
**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**

**COMENTARIOS**

En esta parte  
gran mayoría  
Del 1% de  
instalaciones



De los datos antes mencionados se puede observar que una gran mayoría de los usuarios utilizan para  
cruzar que tomar algunas medidas para mejorar el 100% de los puntos de cruce.



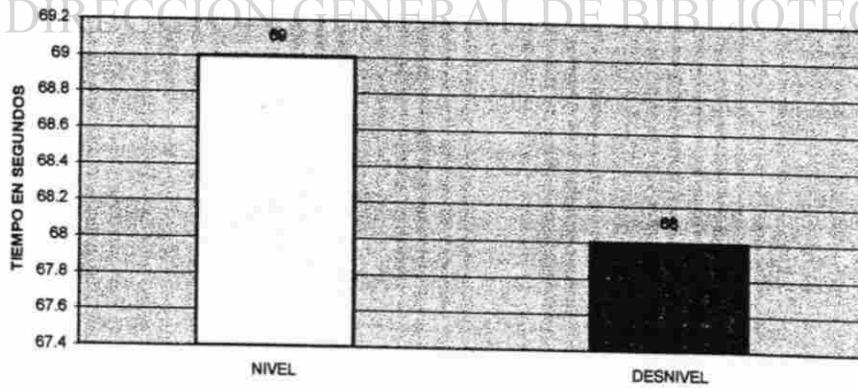
**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**TIEMPOS DE CRUCE**

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**



**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

San Nicolás de los Garza, N.L.  
Ave. Fidel Velázquez -Ave. Fray Luis de León frente a FACPYA

**COMENTARIOS**

En este puente se pudo observar que el 99% del total de los peatones utiliza el puente y, en su gran mayoría, estudiantes.

Del 1% de los peatones que no hace uso del puente, se observó que, en su mayoría, son trabajadores .

De los datos antes mencionados se puede decir que este puente sí esta siendo utilizado; pero habría que tomar algunas medidas para lograr que el 100% de los peatones lo utilice.

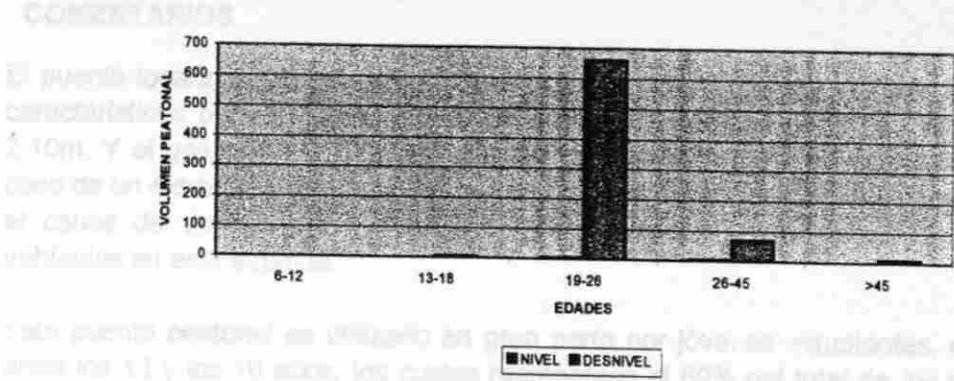
<b>DATOS</b>						
<b>DISTRIBUCIÓN DE EDADES</b>			<b>PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN</b>		<b>TIEMPOS DE CRUCE</b>	
<b>EDADES</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESNIVEL</b>	<b>NIVEL (%)</b>	<b>DESNIVEL (%)</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESNIVEL</b>
6-12			1	99	18	132
13-18		5				
19-26	5	660				
26-45	5	70				
>45		10				

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

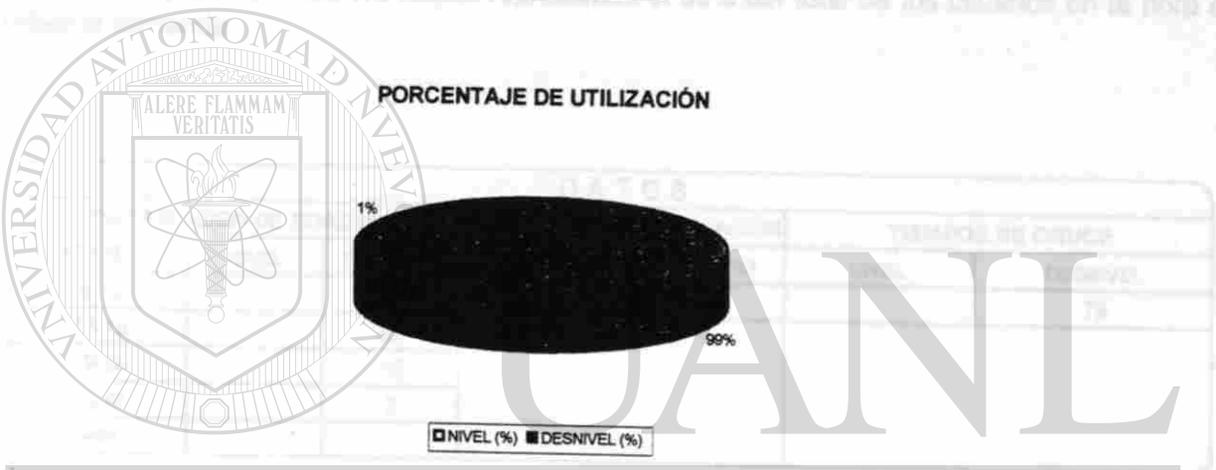
**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

San Nicolás de los Garza, N.L.  
Ave. Fidel Velázquez -Ave. Fray Luis de León frente a FACPYA

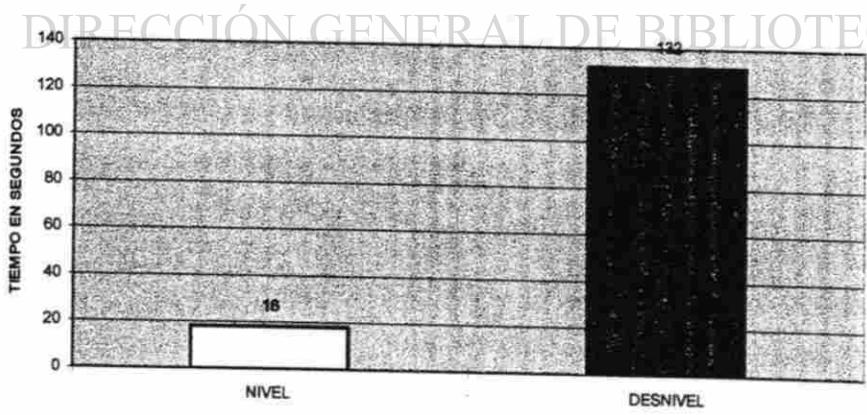
**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**



**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



**TIEMPOS DE CRUCE**



**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

San Nicolás de los Garza, N.L.  
Ave. Arroyo Topo Chico - C.M. Bohemia

**COMENTARIOS**

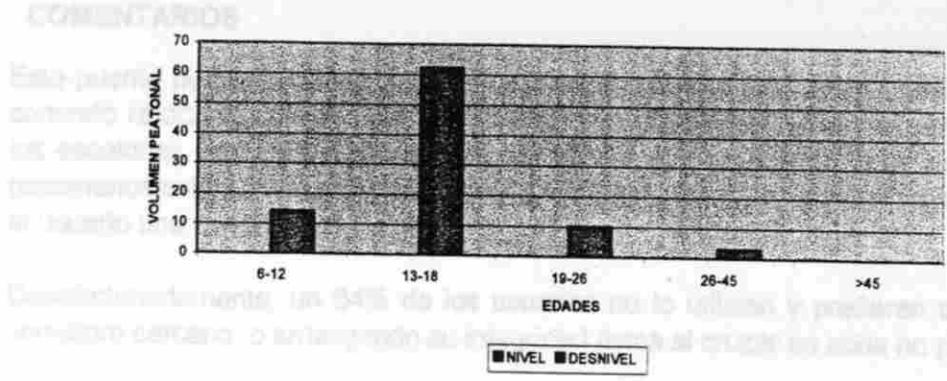
El puente localizado sobre la Ave. Cristina Larralde de Treviño y la Calle Montes Bohemia es de características poco estéticas y muy poco utilizado. Tiene un claro de 43.80m., el ancho es de 2.10m. Y el gálgio es de 5.60 m., aunque es muy poco utilizado, representa la única opción de paso de un extremo a otro de dicha avenida, la cual se encuentra dividida, en su parte central, por el cause del Arroyo del Topo Chico; además de las altas velocidades que desarrollan los vehículos en esta avenida.

Este puente peatonal es utilizado en gran parte por jóvenes estudiantes, cuyas edades fluctúan entre los 13 y los 16 años, los cuales representan el 69% del total de los usuarios en la hora de máxima demanda.

DATOS						
DISTRIBUCIÓN DE EDADES			PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN		TIEMPOS DE CRUCE	
EDADES	NIVEL	DESNIVEL	NIVEL (%)	DESNIVEL (%)	NIVEL	DESNIVEL
6-12		14	0	100		79
13-18		62				
19-26		10				
26-45		3				
>45						

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

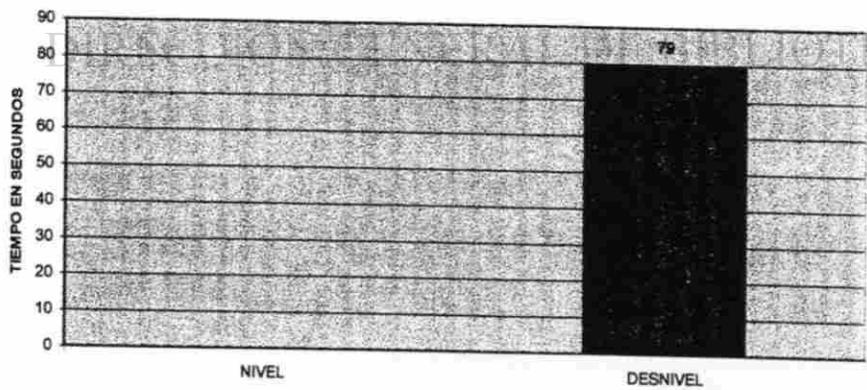
**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**



**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



**TIEMPOS DE CRUCE**



**MUNICIPIO  
INTERSECCIÓN**

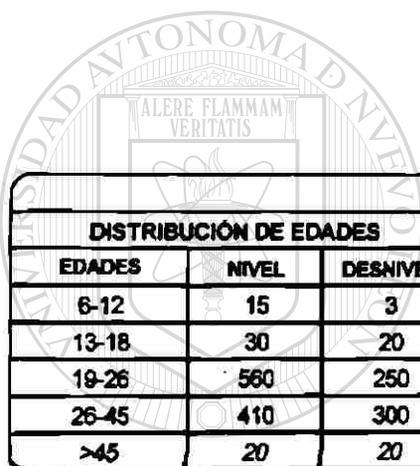
San Nicolás de los Garza, N.L.

Ave. Universidad y Ave. Benito Juárez- frente a la Clínica 6 IMSS

**COMENTARIOS**

Este puente peatonal ofrece características adecuadas a los usuarios, esta construido a base de concreto reforzado con un ancho suficiente para el volumen peatonal, el tamaño de la huella de los escalones es adecuado, así como el peralte de los mismos. Los barandales del puente y pasamanos están contruidos también de concreto y tiene la altura adecuada, lo que proporciona al usuario una sensación de seguridad.

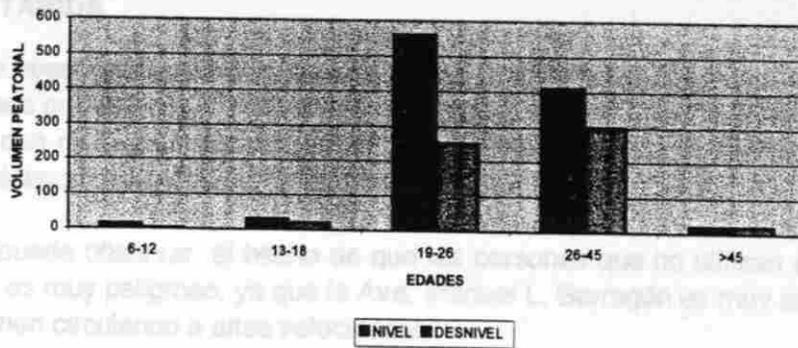
Desafortunadamante, un 64% de los usuarios no lo utilizan y prefieren cruzar aprovechando el semáforo cercano. o arriesgando su integridad física al cruzar en zona no permitida.



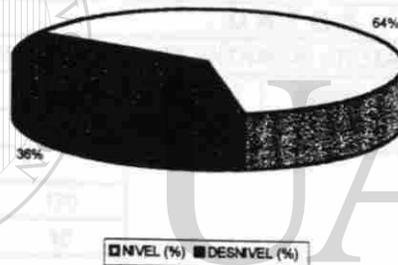
DATOS						
DISTRIBUCIÓN DE EDADES			PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN		TIEMPOS DE CRUCE	
EDADES	NIVEL	DESNIVEL	NIVEL (%)	DESNIVEL (%)	NIVEL	DESNIVEL
6-12	15	3	64	36	1200	595
13-18	30	20				
19-26	560	250				
26-45	410	300				
>45	20	20				

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

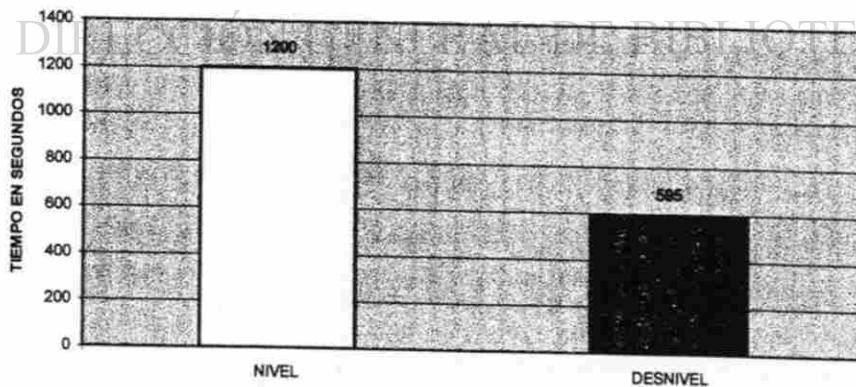
**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**



**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



**TIEMPOS DE CRUCE**



**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

San Nicolás de los Garza, N.L.  
Ave. Manuel L. Barragán - Calle Pedro de Alba

**COMENTARIOS**

En éste se observó que el 91% de los peatones lo utilizan y el 9% restante no. La gran mayoría de las personas que utilizan el puente son estudiantes universitarios, mientras que la mayoría de las personas que no hacen uso del puente son trabajadores que cruzan la calzada corriendo, para tratar de alcanzar el autobús urbano.

Como se puede observar, el hecho de que las personas que no utilizan el puente crucen la calle corriendo, es muy peligroso, ya que la Ave. Manuel L. Barragán es muy ancha y, además tiene un gran volumen circulando a altas velocidades.

En este puente se podría colocar una malla ciclónica para inducir a los usuarios a cruzar la avenida, haciendo uso del puente peatonal.

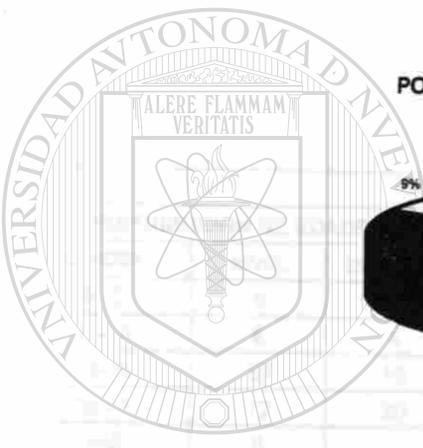
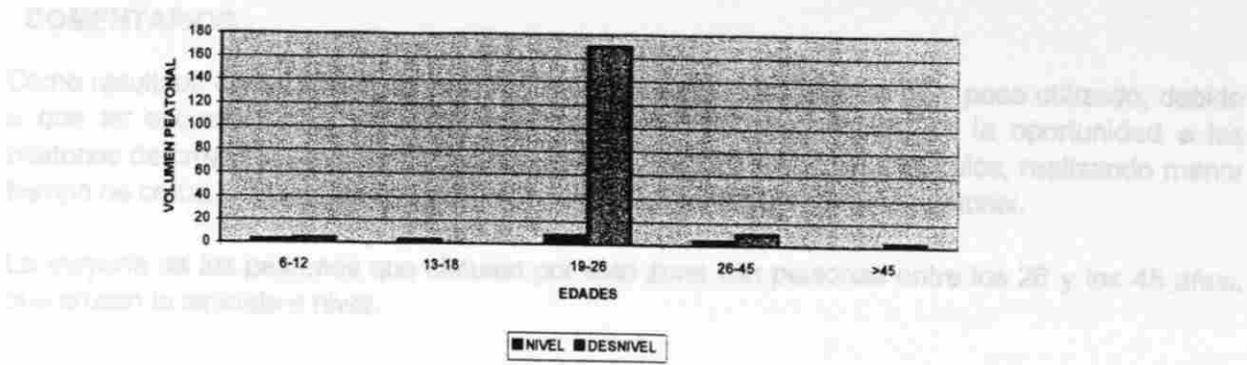
<b>DATOS</b>						
<b>DISTRIBUCIÓN DE EDADES</b>			<b>PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN</b>		<b>TIEMPOS DE CRUCE</b>	
<b>EDADES</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESNIVEL</b>	<b>NIVEL (%)</b>	<b>DESNIVEL (%)</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESNIVEL</b>
6-12	3	4	9	91	35	70
13-18	3					
19-26	8	170				
26-45	4	10				
>45		3				

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

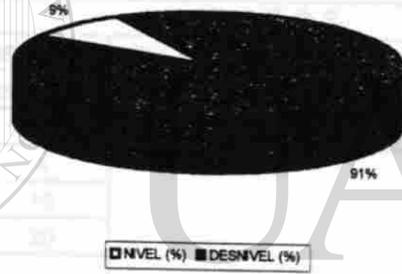
**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

San Nicolás de los Garza, N.L.  
Ave. Manuel L. Barragán - Calle Pedro de Alba

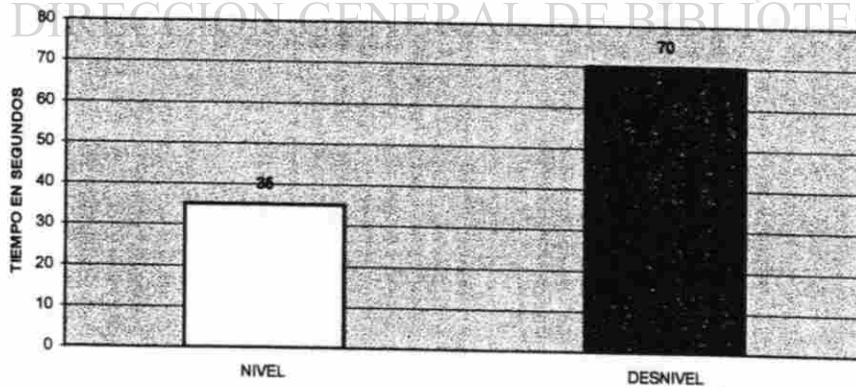
**DISTRIBUCION DE EDADES**



**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**TIEMPOS DE CRUCE**



**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

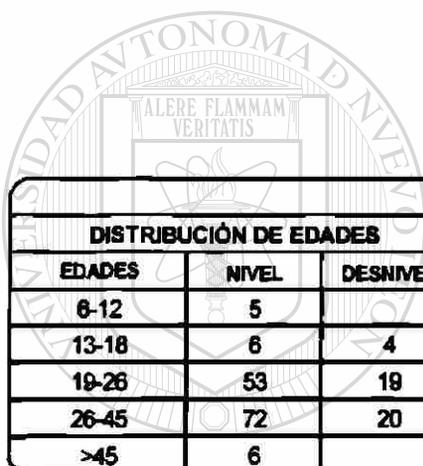
San Nicolás de los Garza, N.L.

Ave. Universidad y Ave. Fray Bartolomé De Las Casas- frente a Soriana

**COMENTARIOS**

Como resultado de los aforos se observó que éste puente peatonal es muy poco utilizado, debido a que se encuentra muy cercano a un cruce semaforizado, lo cual da la oportunidad a los peatones de cruzar la avenida mientras se encuentran detenidos los vehículos, realizando menor tiempo de cruce, comparado con el tiempo de cruce al utilizar el puente peatonal.

La mayoría de los peatones que circulan por esta zona son personas entre los 26 y los 45 años, que cruzan la avenida a nivel.



<b>DATOS</b>						
<b>DISTRIBUCIÓN DE EDADES</b>			<b>PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN</b>		<b>TIEMPOS DE CRUCE</b>	
<b>EDADES</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESNIVEL</b>	<b>NIVEL (%)</b>	<b>DESNIVEL (%)</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESNIVEL</b>
6-12	5		77	23	22	75
13-18	6	4				
19-26	53	19				
26-45	72	20				
>45	6					

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

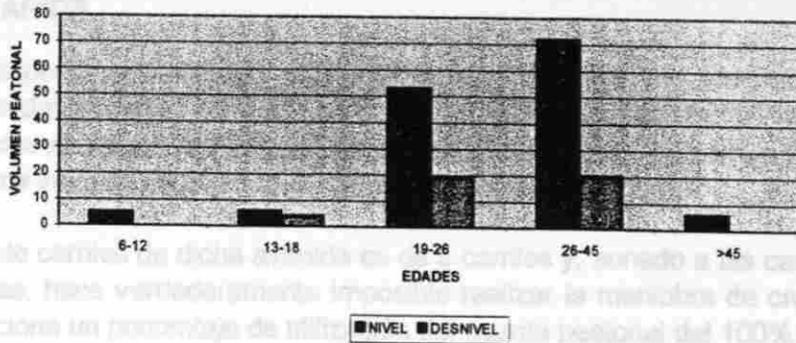


**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

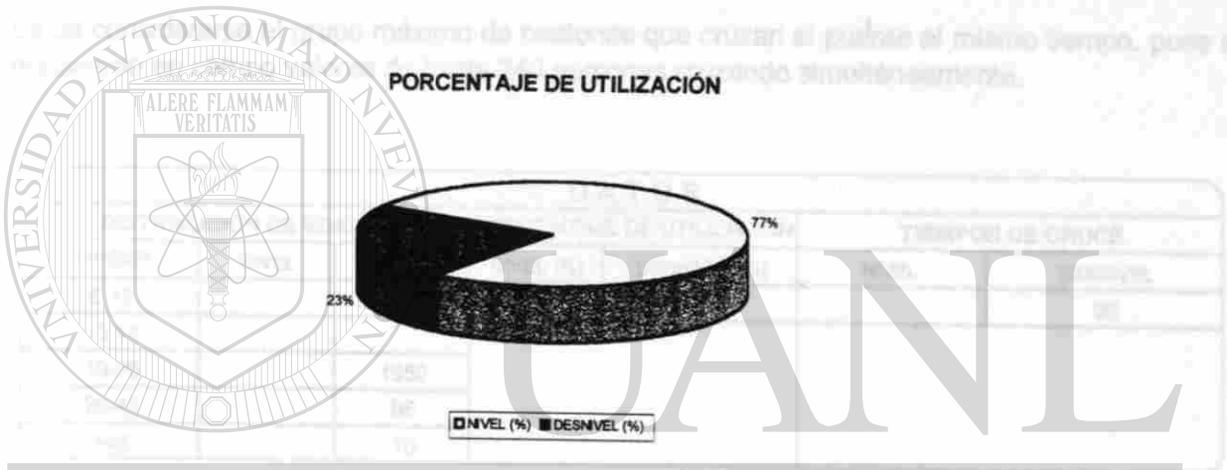
San Nicolás de los Garza, N.L.

Ave. Universidad y Ave. Fray Bartolomé De Las Casas- frente a Soriana

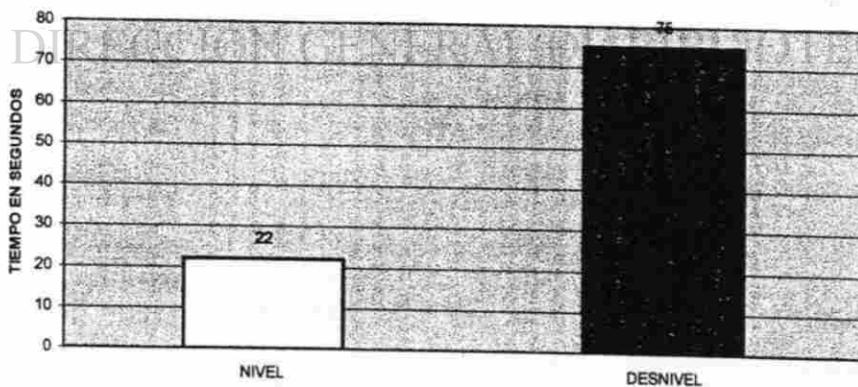
**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**



**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



**TIEMPOS DE CRUCE**



**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

San Nicolás de los Garza, N.L.  
Ave. Universidad y Ave. Munich - frente a la U.A.N.L.

**COMENTARIOS**

Este puente peatonal presenta características especiales; la Ave. Universidad es una vía rápida que permite desplazarse del centro de la ciudad hacia San Nicolás de los Garza y hacia Laredo. Debido a esta situación, las velocidades de los vehículos fluctúan entre 80 y 90 km/hr., además de tener altos volúmenes de tránsito.

El número de carriles de dicha avenida es de 8 carriles y, aunado a las características del tránsito mencionadas, hace verdaderamente imposible realizar la maniobra de cruce peatonal a nivel, lo que proporciona un porcentaje de utilización del puente peatonal del 100%.

Es de considerarse el grupo máximo de peatones que cruzan el puente al mismo tiempo, pues se obtuvieron en campo valores de hasta 240 personas cruzando simultáneamente.

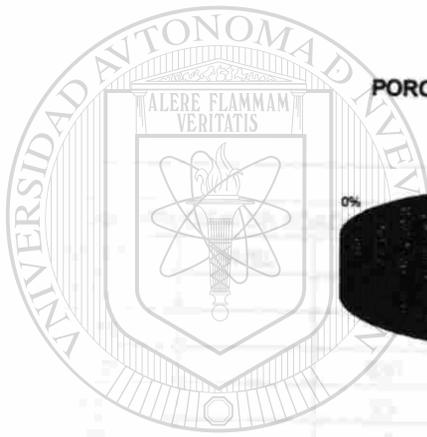
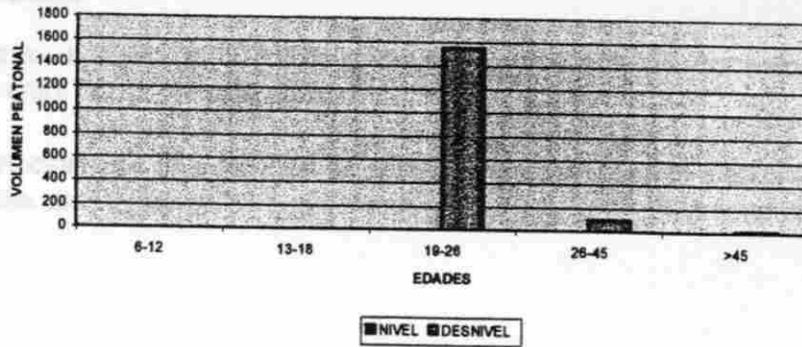
DATOS						
DISTRIBUCIÓN DE EDADES			PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN		TIEMPOS DE CRUCE	
EDADES	NIVEL	DESNIVEL	NIVEL (%)	DESNIVEL (%)	NIVEL	DESNIVEL
6-12			0	100		65
13-18						
19-26		1550				
26-45		85				
>45		10				

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

San Nicolás de los Garza, N.L.  
Ave. Universidad y Ave. Munich - frente a la U.A.N.L.

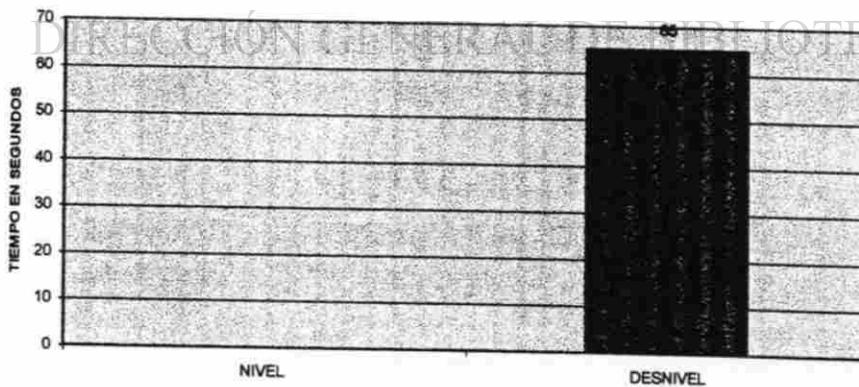
**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**



**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**TIEMPOS DE CRUCE**



**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

San Nicolás de los Garza, N.L.

Ave. Fidel Velázquez - frente al deportivo Anáhuac

**COMENTARIOS**

Este puente es utilizado en un 100% y es usado en su mayoría por estudiantes de la U.A.N.L., con edades entre los 19 y los 25 años.

La razón principal por la cual toda la gente utiliza este puente peatonal es el gran volumen vehicular y las altas velocidades que desarrollan los vehículos en la zona inferior al puente.

DATOS						
DISTRIBUCIÓN DE EDADES			PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN		TIEMPOS DE CRUCE	
EDADES	NIVEL	DESNIVEL	NIVEL (%)	DESNIVEL (%)	NIVEL	DESNIVEL
6-12			0	100		75
13-18						
19-26		330				
26-45		25				
>45		10				

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

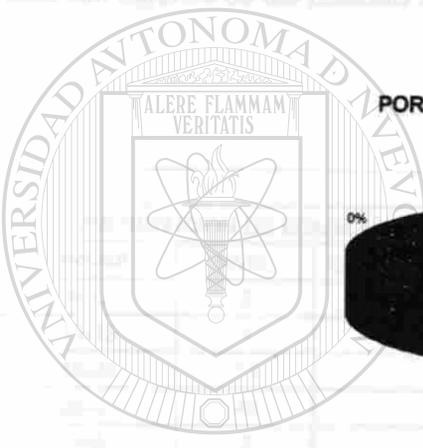
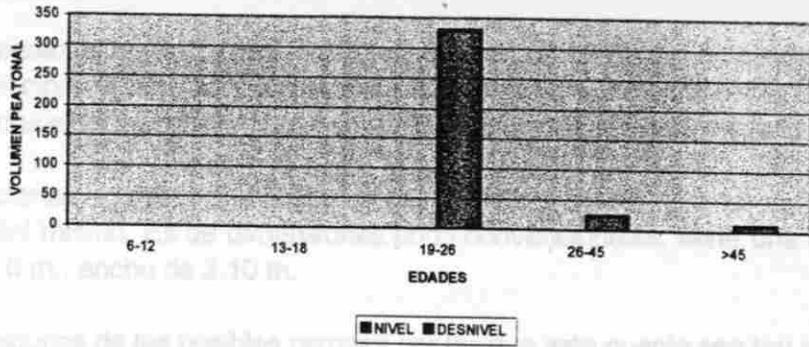


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

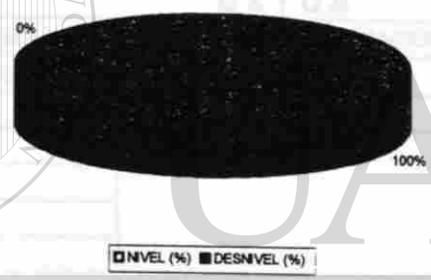
**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

San Nicolás de los Garza, N.L.  
Ave. Fidel Velázquez - frente al deportivo Anáhuac

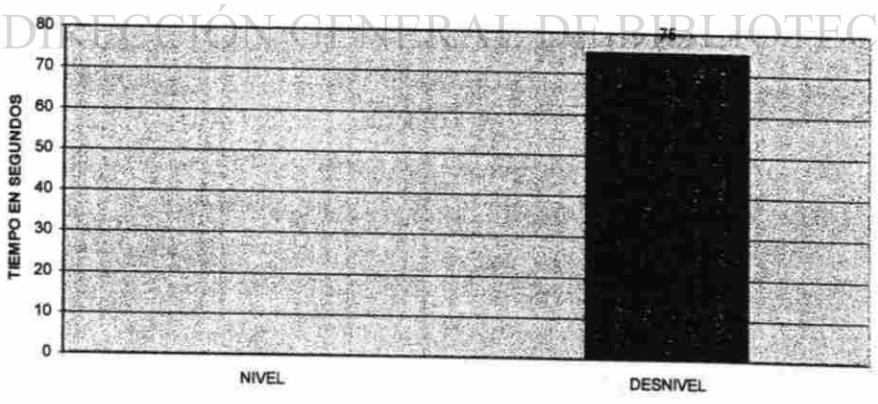
**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**



**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**TIEMPOS DE CRUCE**



**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

San Nicolás de los Garza, N.L.  
Ave. Santo Domingo - Ave. Montes Berneses

**COMENTARIOS**

Este paso peatonal se encuentra inutilizado casi en un 100% de los casos, esto debido a que en esta intersección existen semáforos; los que, aunque no contienen una fase para los peatones, propicia el cruce de los mismos debido a la corta longitud de la calle que es objeto de estudio.

Cabe mencionar algunas características del puente peatonal, que tal vez propicien la casi nula utilización del mismo. Es de dimensiones poco convencionales, tiene una altura libre de 5.00 m., claro de 18.0 m., ancho de 2.10 m.

Éstas son algunas de las posibles razones por las que este puente sea tan poco utilizado.

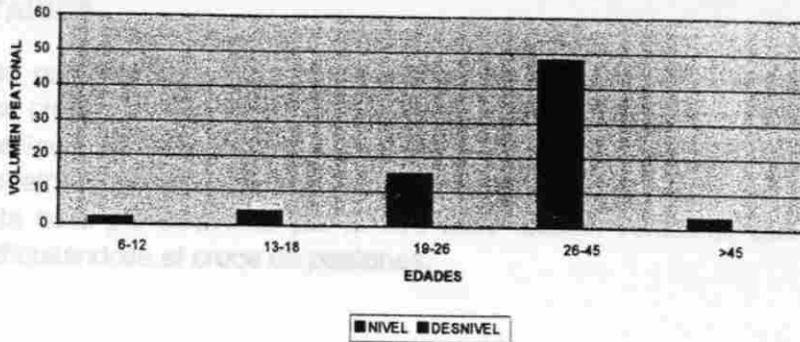
DATOS						
DISTRIBUCIÓN DE EDADES			PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN		TIEMPOS DE CRUCE	
EDADES	NIVEL	DESNIVEL	NIVEL (%)	DESNIVEL (%)	NIVEL	DESNIVEL
6-12	2		100	0	20	
13-18	4					
19-26	15					
26-45	48					
>45	3					

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

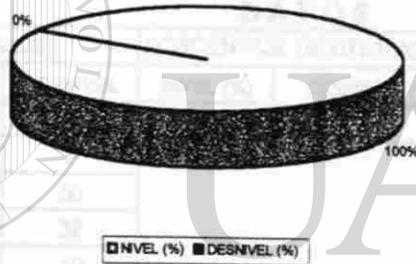
**MUNICIPIO  
INTERSECCIÓN**

San Nicolás de los Garza, N.L.  
Ave. Santo Domingo - Ave. Montes Berneses

**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**

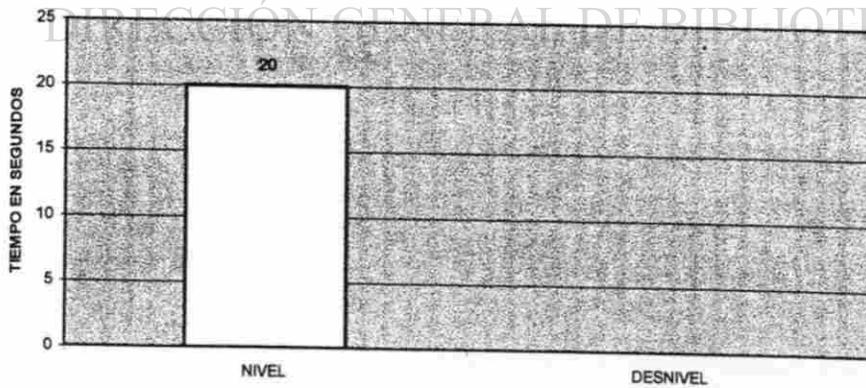


**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**TIEMPOS DE CRUCE**



**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.  
Ave. Cristóbal Colón - Ave. Bernardo Reyes

**COMENTARIOS**

Este puente peatonal se encuentra en buenas condiciones; se observó que la mayoría de los peatones se cruzan a nivel, observándose que a medida que aumenta la luz del día aumenta el volumen vehicular, y si se abrían los comercios, aumentaba el volumen de peatones que utilizan el puente peatonal; como es de dos fases, cuando se podría cruzar, por estar el semáforo en luz roja, para la calle por atravesar por la otra calle existen vehículos que dan vuelta izquierda o derecha, dificultándose el cruce de peatones.

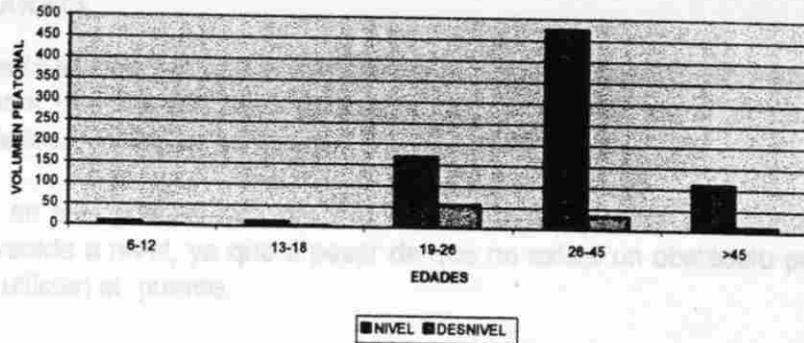
<b>D A T O S</b>						
<b>DISTRIBUCIÓN DE EDADES</b>			<b>PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN</b>		<b>TIEMPOS DE CRUCE</b>	
<b>EDADES</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESNIVEL</b>	<b>NIVEL (%)</b>	<b>DESNIVEL (%)</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESNIVEL</b>
6-12	9	2	88	12	94	85
13-18	12	2				
19-26	160	55				
26-45	475	32				
>45	110	10				

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.  
Ave. Cristóbal Colón - Ave. Bernardo Reyes

**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**

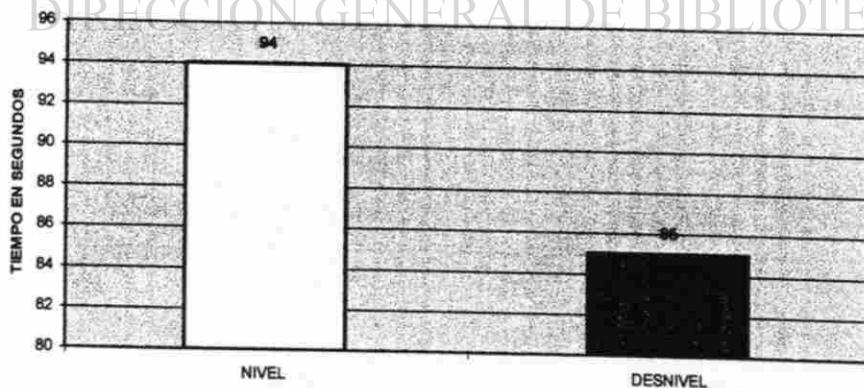


**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**TIEMPOS DE CRUCE**



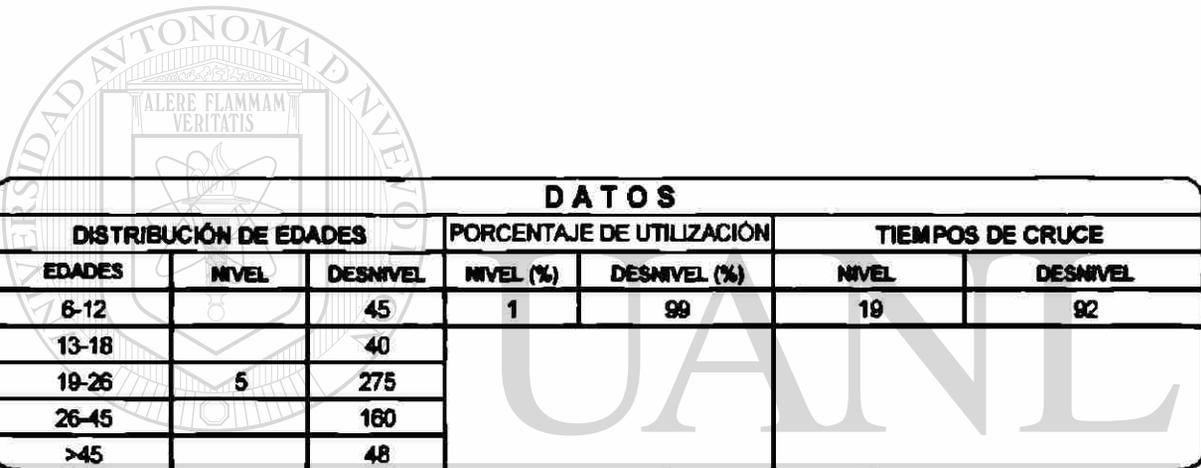
**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.  
Ave. Alfonso Reyes y H.Colegio Militar - frente a la Plaza de Toros.

**COMENTARIOS**

En este puente se observó que el 99% de los peatones lo usan y solamente el 1% cruzan a nivel. La razón para que los peatones opten por usar el puente, es el alto volumen vehicular y la velocidad de los mismos en esta zona.

Es notable, en este puente, que los peatones toman conciencia del peligro al que se exponen al cruzar la avenida a nivel, ya que a pesar de que no existe un obstáculo para impedir que crucen la avenida, utilizan el puente.



DATOS						
DISTRIBUCIÓN DE EDADES			PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN		TIEMPOS DE CRUCE	
EDADES	NIVEL	DESNIVEL	NIVEL (%)	DESNIVEL (%)	NIVEL	DESNIVEL
6-12		45	1	99	19	92
13-18		40				
19-26	5	275				
26-45		160				
>45		48				

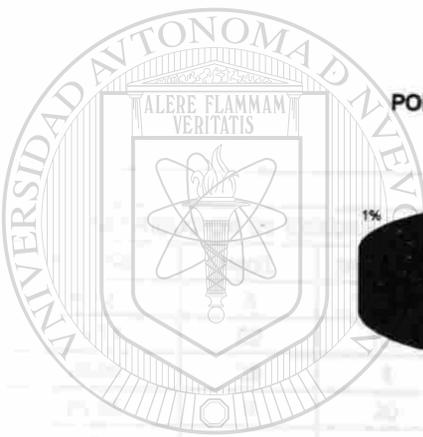
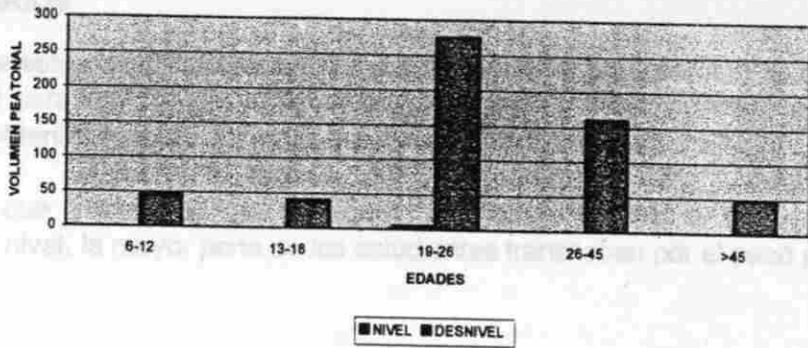
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

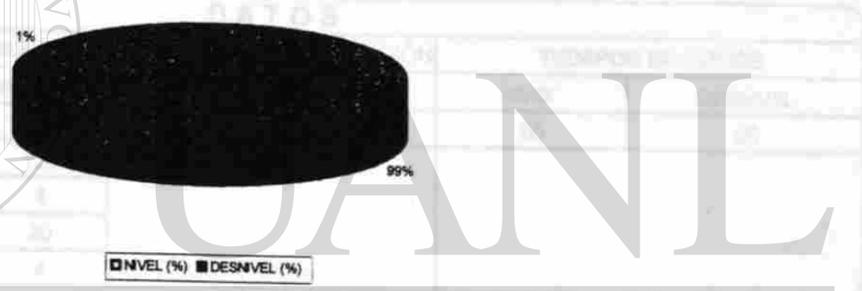
Monterrey, N.L.

Ave. Alfonso Reyes y H. Colegio Militar - frente a la Plaza de Toros.

**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**



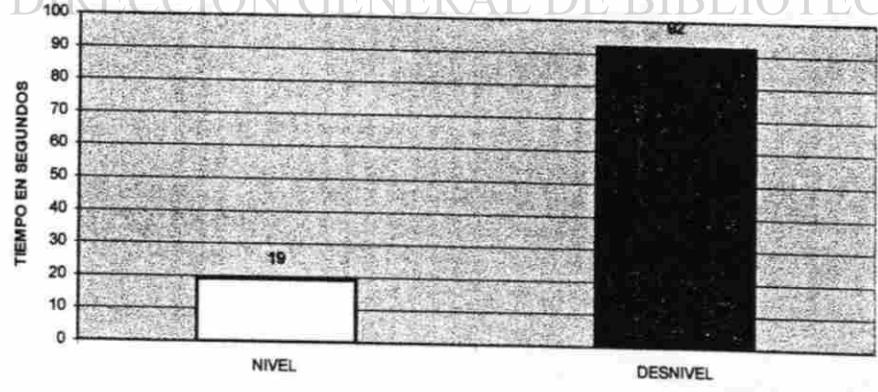
**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**TIEMPOS DE CRUCE**

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

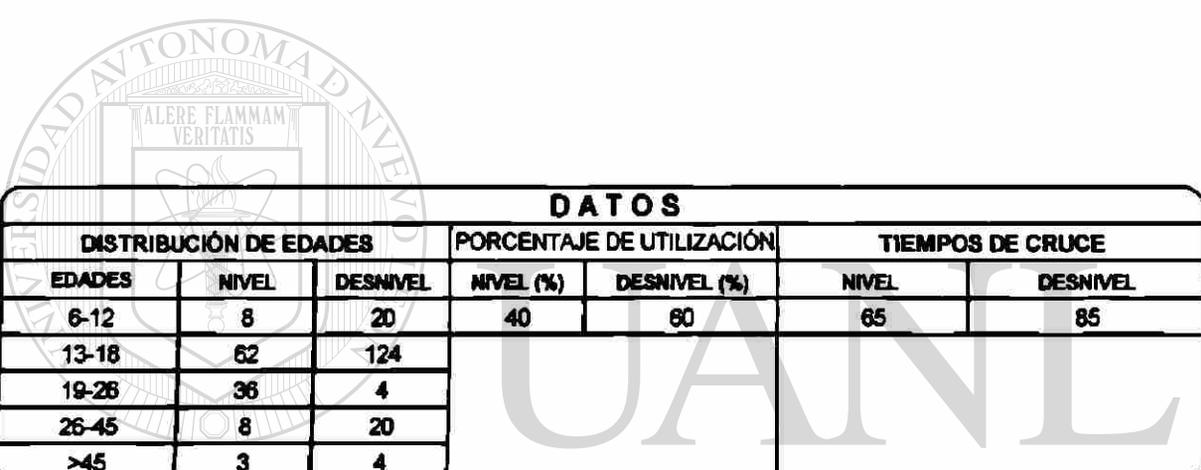
Monterrey, N.L.

Ave. Eugenio Garza Sada- Calle Hamburgo

**COMENTARIOS**

Debido a que este puente se encuentra localizado en una zona escolar, se decidió hacer el aforo al medio día para abarcar así, la salida de los alumnos del turno matutino y la entrada al turno vespertino, obteniéndose así el mayor flujo peatonal posible.

Se observó que a pesar de que un agente de tránsito detenía el flujo para que los alumnos transitaran a nivel, la mayor parte de los estudiantes transitaban por el paso peatonal.



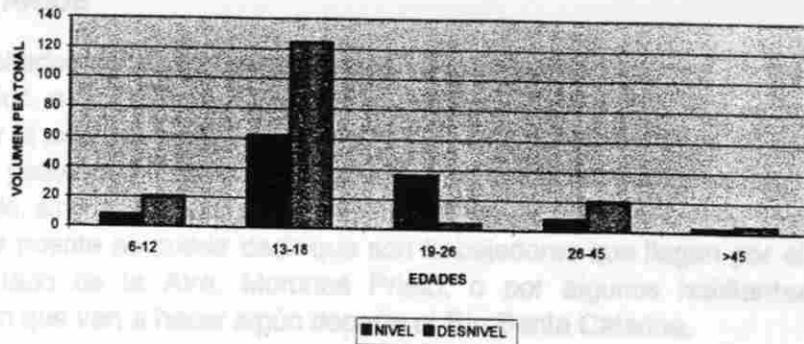
<b>DATOS</b>						
<b>DISTRIBUCIÓN DE EDADES</b>			<b>PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN</b>		<b>TIEMPOS DE CRUCE</b>	
<b>EDADES</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESNIVEL</b>	<b>NIVEL (%)</b>	<b>DESNIVEL (%)</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESNIVEL</b>
6-12	8	20	40	60	65	85
13-18	62	124				
19-26	36	4				
26-45	8	20				
>45	3	4				

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

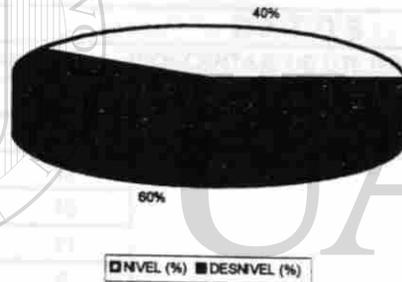
**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.  
Ave. Eugenio Garza Sada- Calle Hamburgo

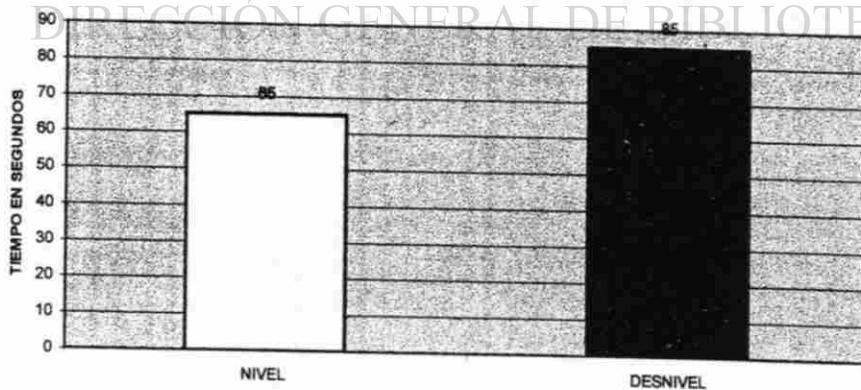
**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**



**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**TIEMPOS DE CRUCE**



**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.

Ave. Constitución, frente a los Condominios Constitución

**COMENTARIOS**

En los resultados del aforo de este puente se puede observar que no existe flujo de peatones a nivel. Debido a la dificultad que tienen las personas por el alto volumen vehicular, su alta velocidad y la anchura de la Ave. Constitución, lo que justifica la existencia de dicho puente. Los volúmenes peatonales fueron relativamente muy bajos, ya que en el costado sur de la misma no está poblado, sino hasta el otro lado del Río Santa Catarina. La conformación de los peatones que cruzan este puente se puede decir que son trabajadores que llegan por el lado de Constitución y viven del lado de la Ave. Morones Prieto, o por algunos habitantes de los Condominios Constitución que van a hacer algún deporte al Río Santa Catarina.

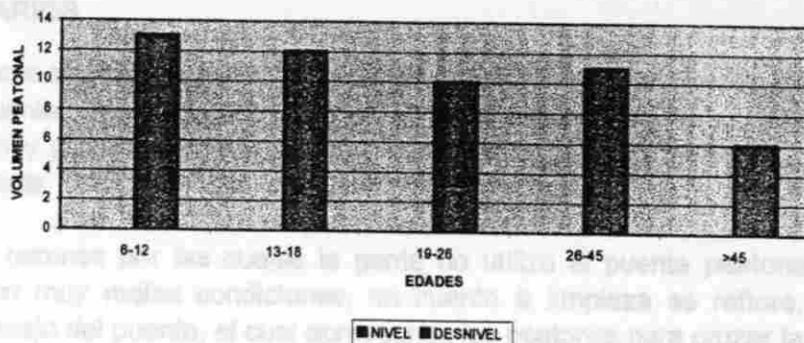
<b>DATOS</b>						
<b>DISTRIBUCIÓN DE EDADES</b>			<b>PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN</b>		<b>TIEMPOS DE CRUCE</b>	
<b>EDADES</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESNIVEL</b>	<b>NIVEL (%)</b>	<b>DESNIVEL (%)</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESNIVEL</b>
6-12		13	0	100		120
13-18		12				
19-26		10				
26-45		11				
>45		8				

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

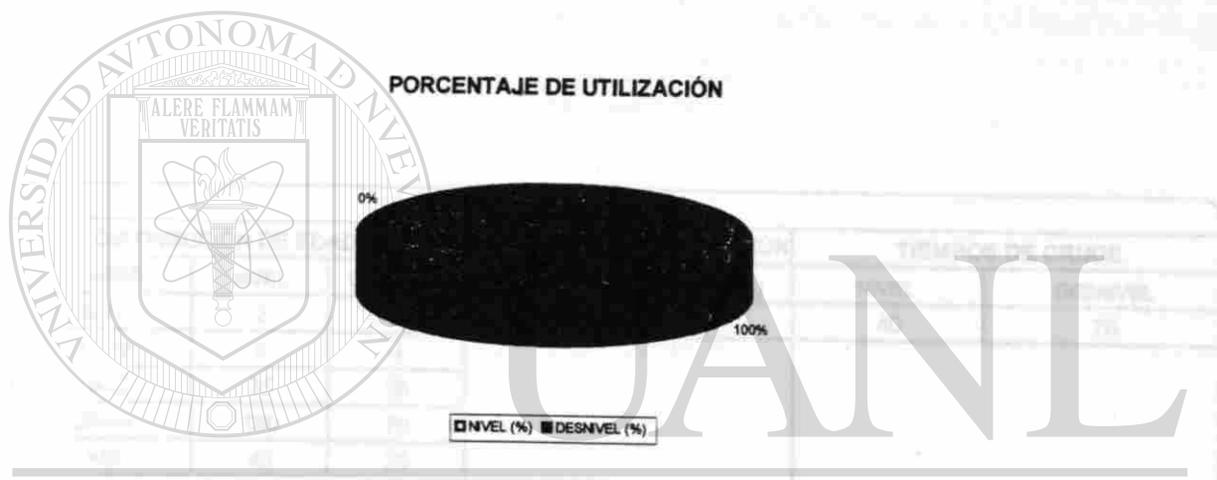


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

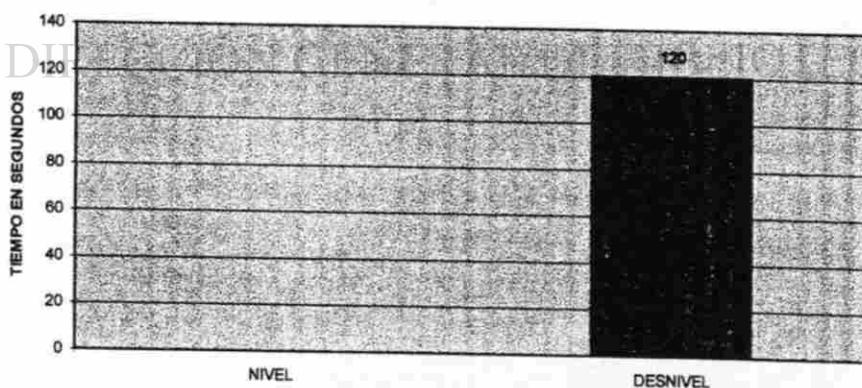
**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**



**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



**TIEMPOS DE CRUCE**



**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.  
Ave. Ruiz Cortines - Calle 18 de Marzo

**COMENTARIOS**

En este puente se observó que el 64% de los peatones cruza la avenida a nivel y el 34% restante utiliza el puente. Como se puede observar, el porcentaje de personas que no hacen uso del puente es muy grande, por lo que es necesario tomar algunas medidas para hacer que la gente utilice el puente.

Una de las razones por las cuales la gente no utiliza el puente peatonal es debido a que se encuentra en muy malas condiciones, en cuanto a limpieza se refiere, y además existe un semáforo debajo del puente, el cual aprovechan los peatones para cruzar la avenida a nivel.

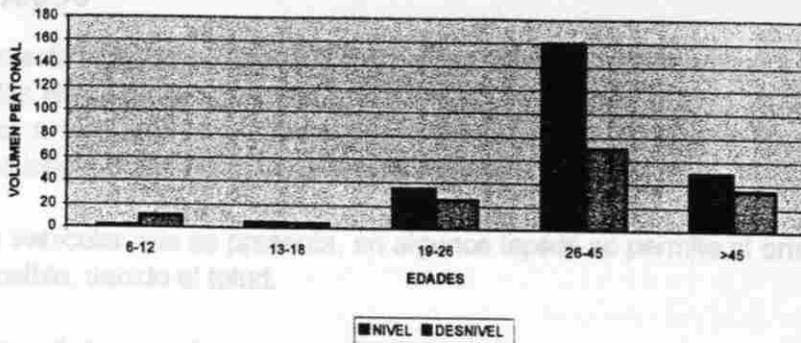
<b>DATOS</b>						
<b>DISTRIBUCIÓN DE EDADES</b>			<b>PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN</b>		<b>TIEMPOS DE CRUCE</b>	
<b>EDADES</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESNIVEL</b>	<b>NIVEL (%)</b>	<b>DESNIVEL (%)</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESNIVEL</b>
6-12	2	10	64	36	40	70
13-18	5	4				
19-26	35	25				
26-45	160	70				
>45	49	35				

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.  
Ave. Ruíz Cortines - Calle 18 de Marzo

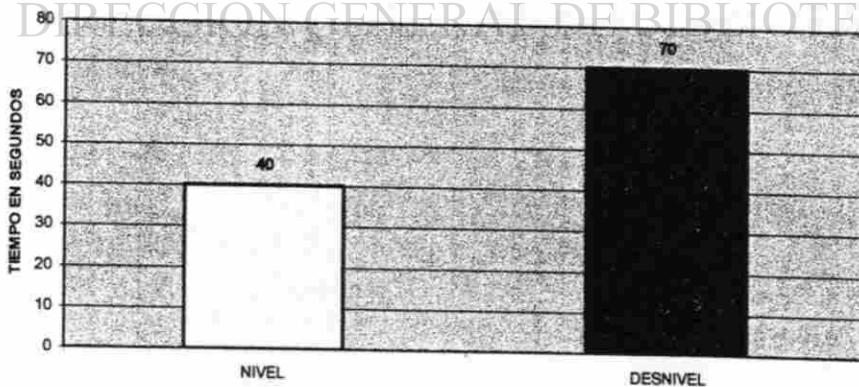
**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**



**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



**TIEMPOS DE CRUCE**



**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.

Ave. I. Morones Prieto y Calle Vallarta -frente al IMSS

**COMENTARIOS**

Este puente está ubicado en la avenida Morones Prieto y la Calle Vallarta. En la acera ubicada en el lado de las Nuevas Colonias, tiene un desnivel tipo berna o talud, que no permite el cruce de los peatones a nivel por dicha avenida; si alguna persona realiza el cruce, tendrá que rodear o caminar una longitud de 200m. aproximadamente para librar el talud.

El volumen vehicular que se presenta, en algunos lapsos se permite el cruce de la avenida a nivel; siendo imposible, debido al talud.

Además, los autobuses urbanos que circulan de ote.-pte. hacen ascenso y descenso de pasaje, haciendo obligado el uso del puente.

DATOS						
DISTRIBUCIÓN DE EDADES			PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN		TIEMPOS DE CRUCE	
EDADES	NIVEL	DESNIVEL	NIVEL (%)	DESNIVEL (%)	NIVEL	DESNIVEL
6-12		2	0	100		70
13-18		3				
19-28		41				
28-45		22				
>45		19				

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



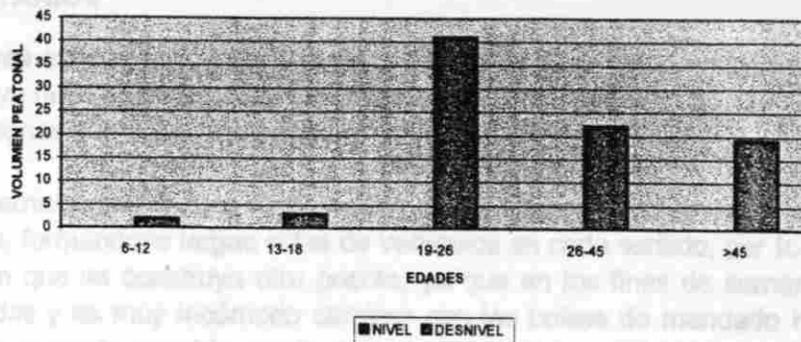
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

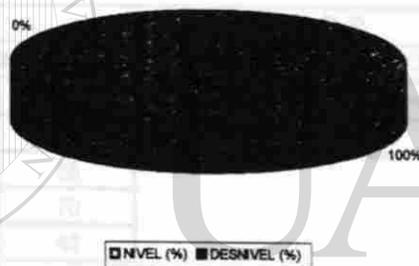
Monterrey, N.L.

Ave. I. Morones Prieto y Calle Vallarta -frente al IMSS

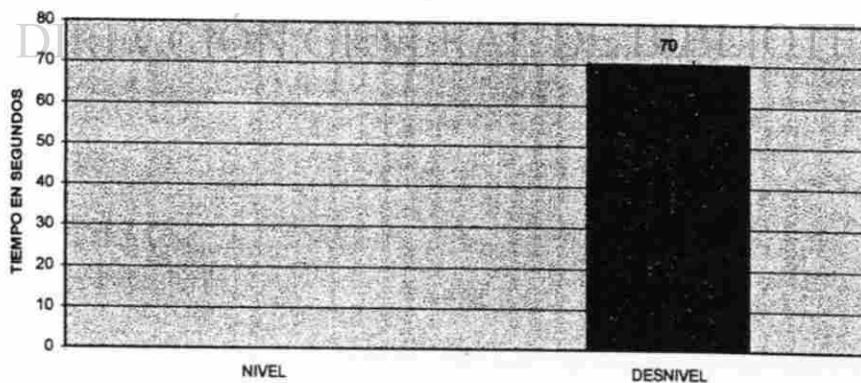
**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**



**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



**TIEMPOS DE CRUCE**



**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.

Ave. Fidel Velázquez y Col. Hogares Ferrocarrileros

**COMENTARIOS**

En esta área existen varios problemas, uno de ellos es la falta de vigilancia en el área del puente peatonal, ya que según algunos habitantes de la zona, han ocurrido asaltos a tempranas horas del día, a personas que usan este puente.

Otro problema es que la Ave. Fidel Velázquez se encuentra en su máxima capacidad casi durante todo el día, formándose largas colas de vehículos en cada sentido, por lo que los habitantes de la zona piden que se construya otro puente, ya que en los fines de semana se ubica un mercado sobre ruedas y es muy incómodo caminar con las bolsas de mandado hasta el puente peatonal para poder cruzar la avenida, por lo que algunos peatones optan por no utilizar el puente.

DATOS						
DISTRIBUCIÓN DE EDADES			PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN		TIEMPOS DE CRUCE	
EDADES	NIVEL	DESNIVEL	NIVEL (%)	DESNIVEL (%)	NIVEL	DESNIVEL
6-12		36	2	98	37	96
13-18		35				
19-26	3	70				
26-45	1	43				
>45		30				

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



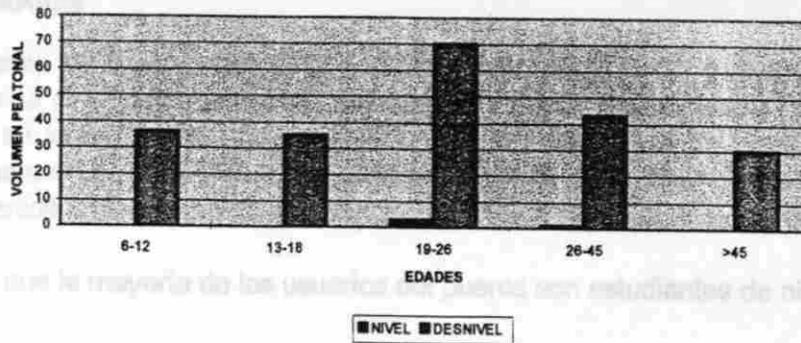
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.

Ave. Fidel Velázquez y Col. Hogares Ferrocarrileros

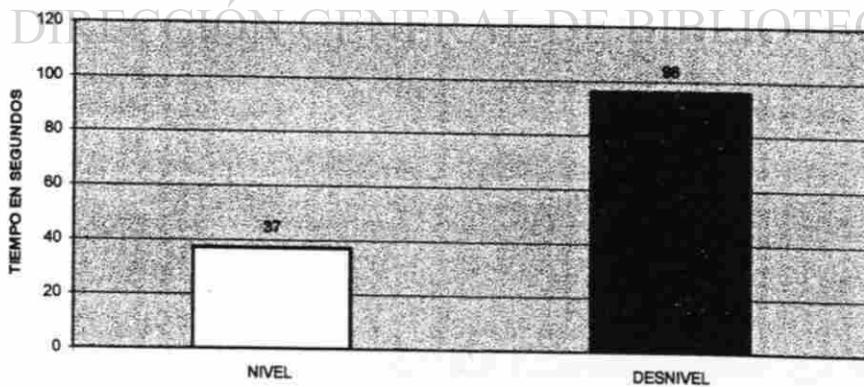
**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**



**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



**TIEMPOS DE CRUCE**



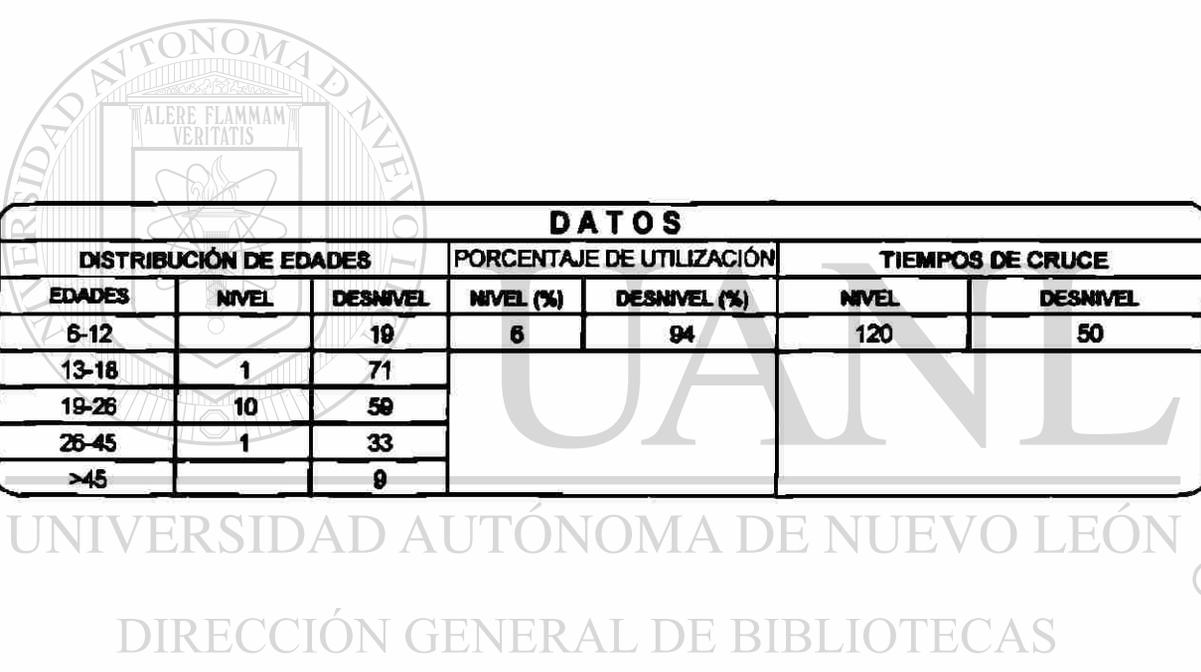
**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.  
Ave. Fidel Velázquez frente a Gigante Central

**COMENTARIOS**

En este puente se observó que el 94% de los peatones lo utiliza y el 6% restante no. La razón principal por la que optan por cruzar la avenida utilizando el puente es el gran volumen vehicular que existe en la Ave. Fidel Velázquez y la barrera que divide los sentidos de circulación. De cualquier manera, es necesario tomar algunas medidas para evitar que la gente que actualmente cruza la avenida a nivel, deje de hacerlo, ya que podría provocar algún accidente.

Se observó que la mayoría de los usuarios del puente son estudiantes de nivel secundaria.



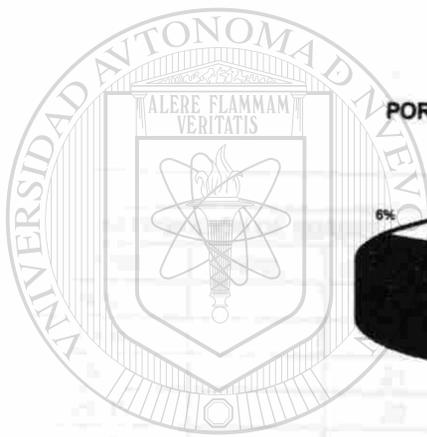
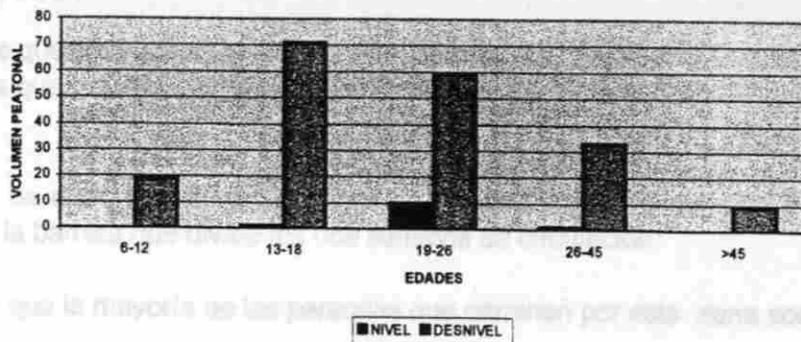
<b>DATOS</b>						
<b>DISTRIBUCIÓN DE EDADES</b>			<b>PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN</b>		<b>TIEMPOS DE CRUCE</b>	
<b>EDADES</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESIVEL</b>	<b>NIVEL (%)</b>	<b>DESIVEL (%)</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESIVEL</b>
6-12		19	6	94	120	50
13-18	1	71				
19-26	10	59				
26-45	1	33				
>45		9				

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.  
Ave. Fidel Velázquez frente a Gigante Central

**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**

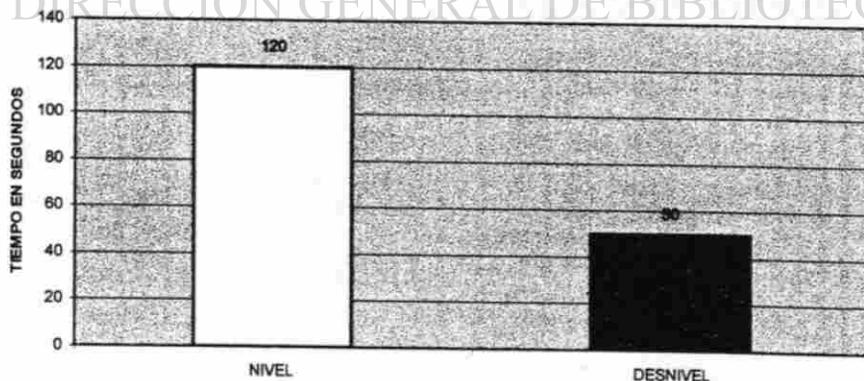


**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**TIEMPOS DE CRUCE**



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

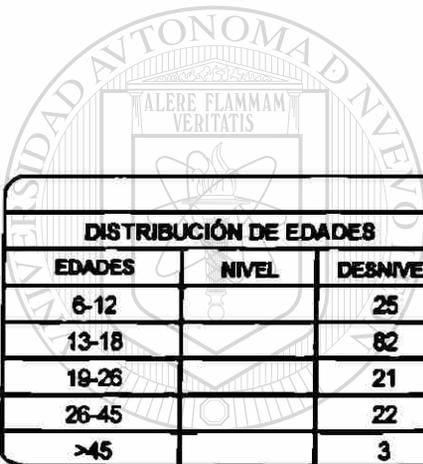
Monterrey, N.L.  
Ave. José Eleuterio González frente al C.U.M.

**COMENTARIOS**

Este puente que está ubicado sobre la Ave. Gonzalitos, frente al C.U.M se encuentra funcionando al 100%, ya que todos los peatones que desean cruzar la Ave. Gonzalitos en esta zona hacen uso del puente.

Lo anterior se debe a que los peatones no pueden cruzar la avenida a nivel, por el alto flujo vehicular y la barrera que divide los dos sentidos de circulación.

Se observó que la mayoría de las personas que caminan por esta zona son alumnos del C.U.M.



<b>DATOS</b>						
<b>DISTRIBUCIÓN DE EDADES</b>			<b>PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN</b>		<b>TIEMPOS DE CRUCE</b>	
<b>EDADES</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESIVEL</b>	<b>NIVEL (%)</b>	<b>DESIVEL (%)</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESIVEL</b>
6-12		25	0	100		70
13-18		82				
19-26		21				
26-45		22				
>45		3				

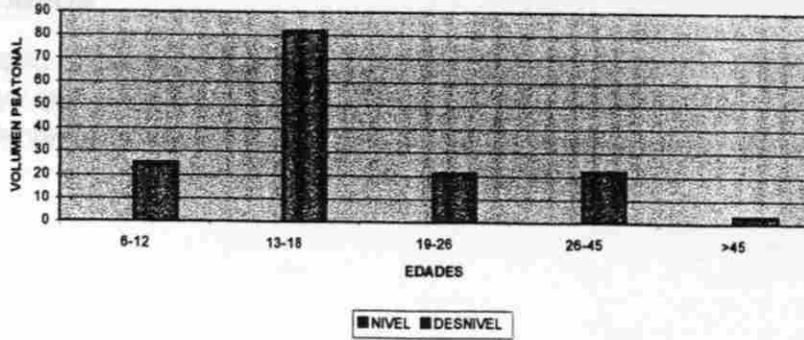
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.  
Ave. José Eleuterio González frente al C.U.M.

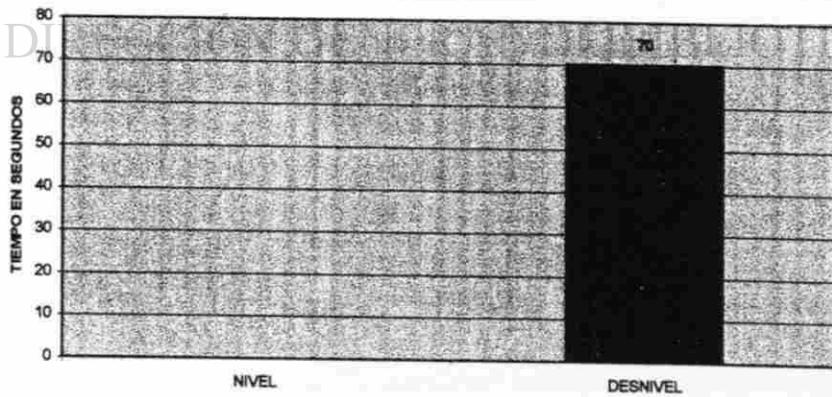
**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**



**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



**TIEMPOS DE CRUCE**



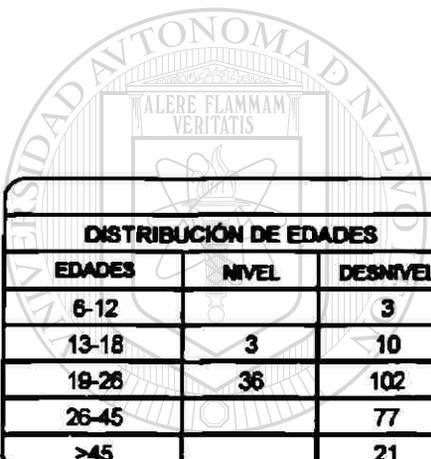
**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.

Ave. Alfonso Reyes y C. Mariano Salas frente a la fábrica de Coca Cola

**COMENTARIOS**

Este puente lo utiliza el 85% de los peatones y el restante 15% no lo utiliza, lo cual resulta muy peligroso, ya que el ancho de la Ave. Alfonso Reyes es considerable y el volumen vehicular que ahí se presenta es demasiado, como para que la gente cruce esta avenida a nivel.



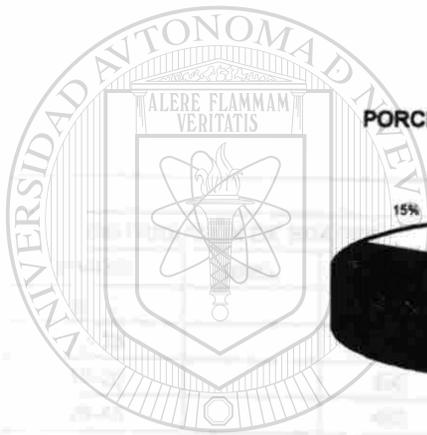
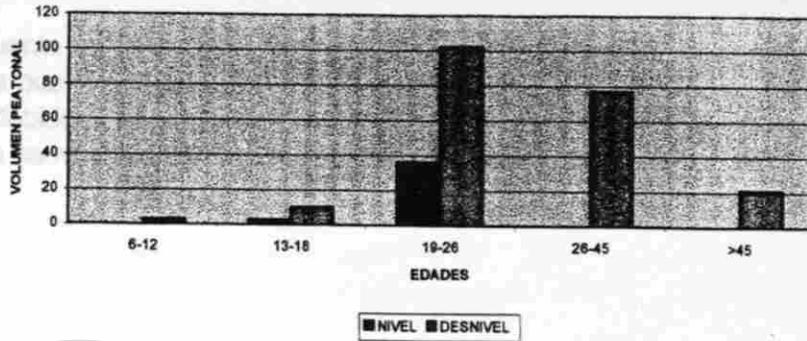
DATOS						
DISTRIBUCIÓN DE EDADES			PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN		TIEMPOS DE CRUCE	
EDADES	NIVEL	DESNIVEL	NIVEL (%)	DESNIVEL (%)	NIVEL	DESNIVEL
6-12		3	15	85	20	60
13-18	3	10				
19-26	36	102				
26-45		77				
>45		21				

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

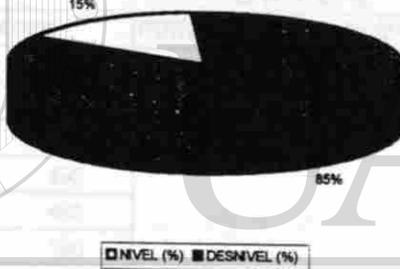


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**

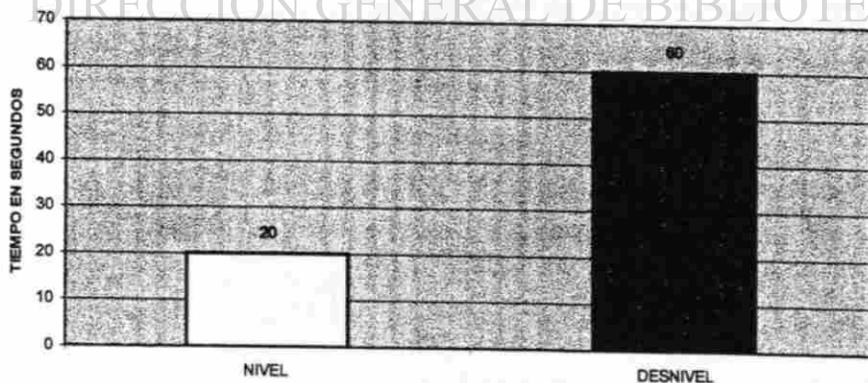


**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**TIEMPOS DE CRUCE**

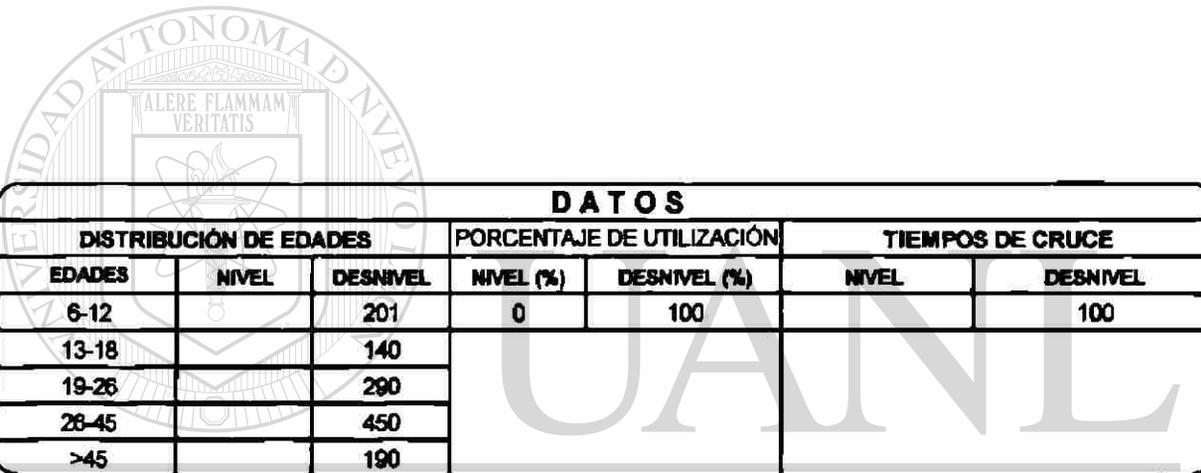


**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.  
Ave. Fidel Velázquez frente a la pulga Mitras

**COMENTARIOS**

En este puente se pudo observar que tiene un volumen de peatones muy grande en fin de semana, ya que la gente lo utiliza para ir a la pulga Mitras, el cual es utilizado por el total de los peatones, debido al alto volumen vehicular y a las altas velocidades que presenta dicha avenida, así como la barrera que divide los sentidos de circulación.



<b>DATOS</b>						
<b>DISTRIBUCIÓN DE EDADES</b>			<b>PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN</b>		<b>TIEMPOS DE CRUCE</b>	
<b>EDADES</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESNIVEL</b>	<b>NIVEL (%)</b>	<b>DESNIVEL (%)</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESNIVEL</b>
6-12		201	0	100		100
13-18		140				
19-26		290				
26-45		450				
>45		190				

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

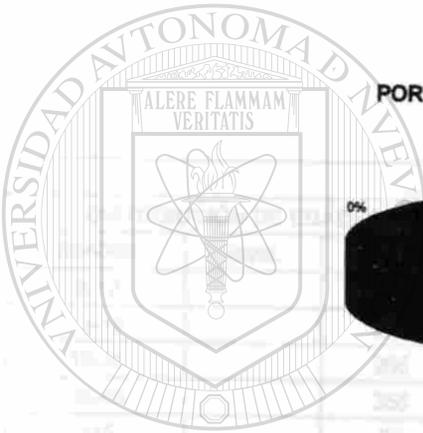
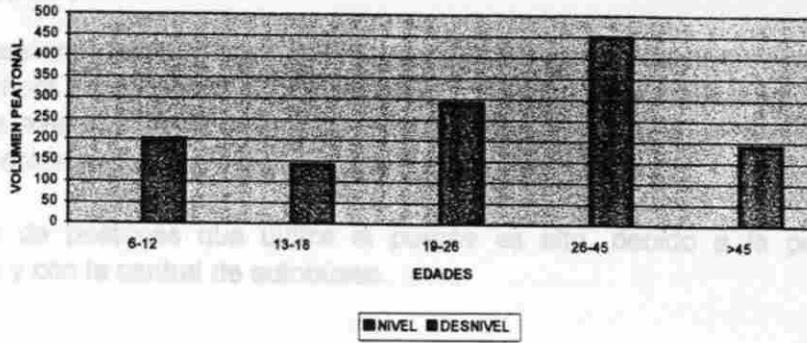


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.  
Ave. Fidel Velázquez frente a la pulga Mitras

**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**

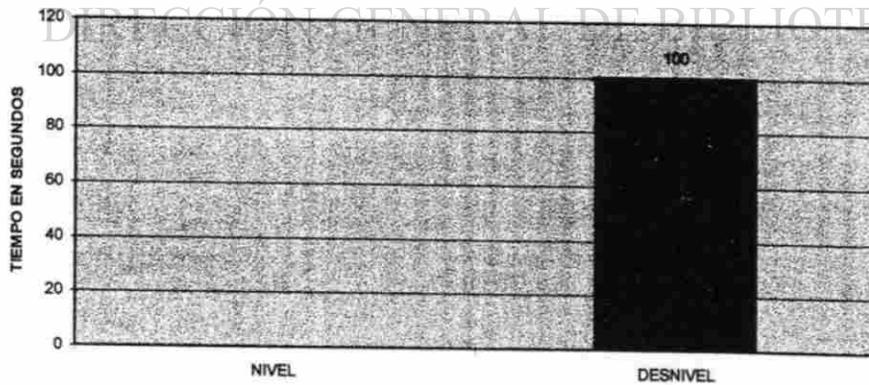


**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**TIEMPOS DE CRUCE**



**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.

Ave. Cristóbal Colón frente a Central de Autobuses

**COMENTARIOS**

El puente peatonal tiene un mal aspecto, ya que carece de mantenimiento y de limpieza (por lo general siempre se encuentra sucio). El 100% de los peatones utiliza el puente debido a que el centro de la avenida Colón cuenta con una malla ciclonica que evita que los peatones puedan cruzar la avenida a nivel.

El volumen de peatones que utiliza el puente es alto, debido a la proximidad con centros comerciales y con la central de autobuses.

DATOS						
DISTRIBUCIÓN DE EDADES			PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN		TIEMPOS DE CRUCE	
EDADES	NIVEL	DESNIVEL	NIVEL (%)	DESNIVEL (%)	NIVEL	DESNIVEL
6-12		98	0	100		75
13-18		255				
19-26		265				
26-45		255				
>45		97				

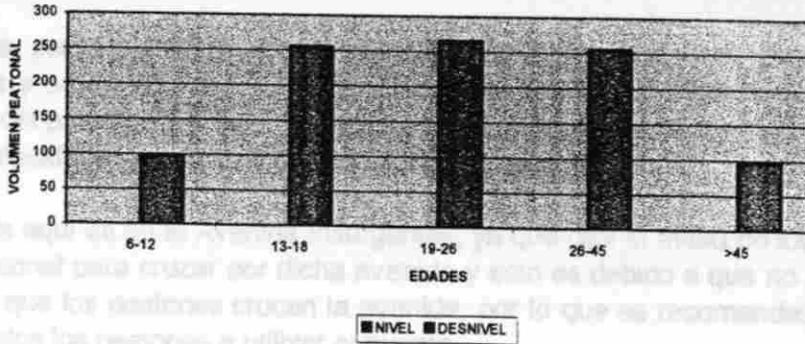
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.

Ave. Cristóbal Colón frente a Central de Autobuses

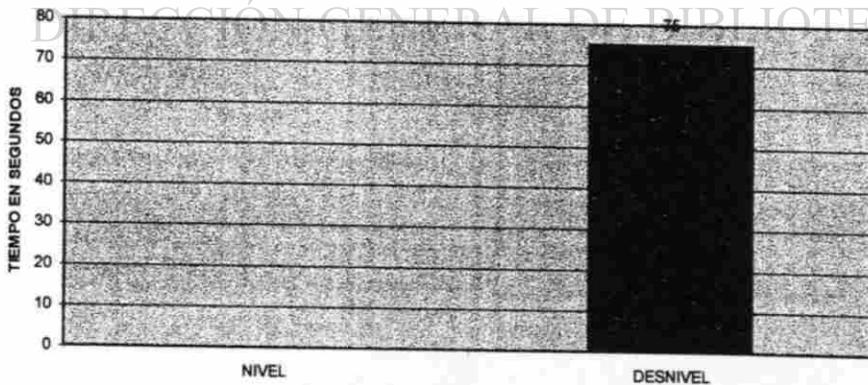
**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**



**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



**TIEMPOS DE CRUCE**



**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

**Monterrey, N.L.**

**Ave. José Eleuterio González - Ave. Insurgentes frente a Liverpool**

**COMENTARIOS**

Este puente peatonal cruza por dos avenidas, que son: Ave. José Eleuterio González y Ave. Insurgentes y se puede observar que del lado de la Ave. Gonzalitos, el 100% de los peatones hacen uso del puente. Esto es debido a el alto volumen vehicular que existe en dicha avenida y a las altas velocidades que desarrollan los vehículos en esta zona.

El problema aquí es en la Avenida Insurgentes, ya que casi la mitad de los peatones no utilizan el puente peatonal para cruzar por dicha avenida y esto es debido a que no existe ningún obstáculo para evitar que los peatones crucen la avenida, por lo que es recomendable tomar medidas para inducir a todos los peatones a utilizar el puente.

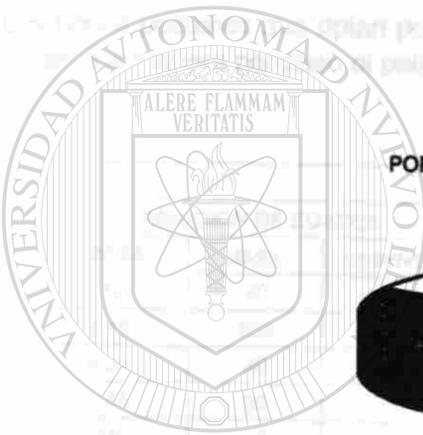
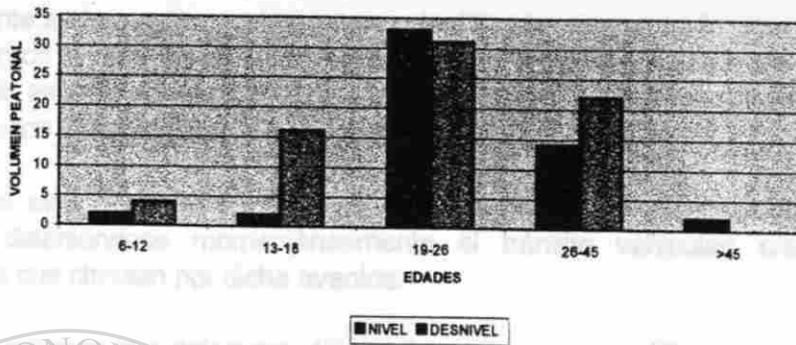
DATOS						
DISTRIBUCION DE EDADES			PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN		TIEMPOS DE CRUCE	
EDADES	NIVEL	DESNIVEL	NIVEL (%)	DESNIVEL (%)	NIVEL	DESNIVEL
6-12	2	4	42	58	60	70
13-18	2	16				
19-26	33	31				
26-45	14	22				
>45	2					

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

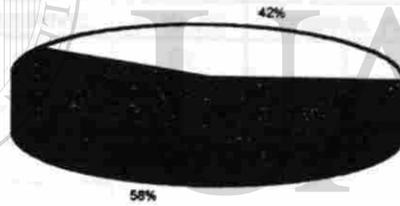


COMENTARIOS

**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**

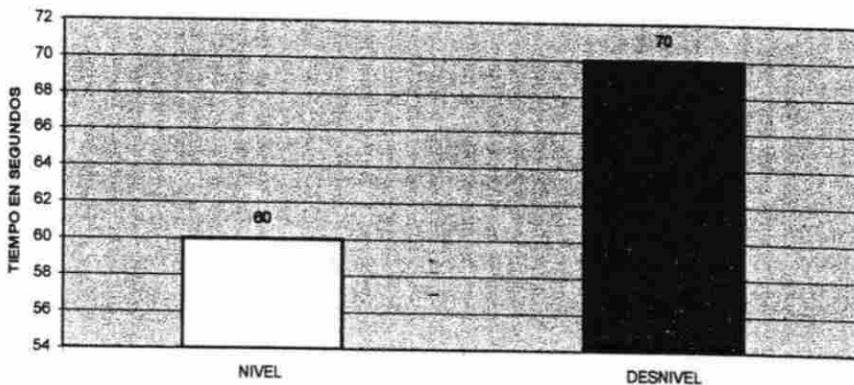


**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**TIEMPOS DE CRUCE**



**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

**Monterrey, N.L.**  
**Ave. Benito Juárez - Calle M.M. del Llano**

**COMENTARIOS**

A este puente se le puede considerar como inutilizado, ya que en la gran mayoría los peatones, hacen el cruce a nivel en la Ave. Benito Juárez; presentándose en un 99% de los casos. Se aprecia que es una zona conflictiva, debido a que los volúmenes tanto de peatones, como vehiculares son considerables.

El cruce de esta avenida, se hace en grandes grupos de peatones; en la hora de máxima demanda, deteniéndose momentáneamente el tránsito vehicular; creando demoras a los conductores que circulan por dicha avenida.

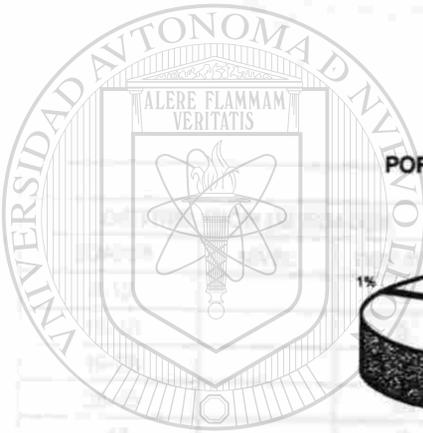
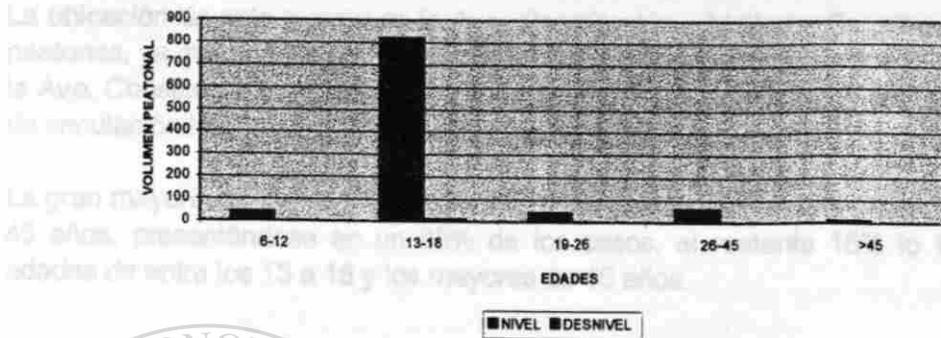
Los pocos peatones que optan por utilizar el puente que es el 1% de los casos que se presentan, de alguna manera perciben el peligro que causa el hacer el cruce a nivel.

<b>DATOS</b>						
<b>DISTRIBUCION DE EDADES</b>			<b>PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN</b>		<b>TIEMPOS DE CRUCE</b>	
<b>EDADES</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESNIVEL</b>	<b>NIVEL (%)</b>	<b>DESNIVEL (%)</b>	<b>NIVEL</b>	<b>DESNIVEL</b>
6-12	40		99	1	60	65
13-18	820	10				
19-28	40					
26-45	60					
>45	10					

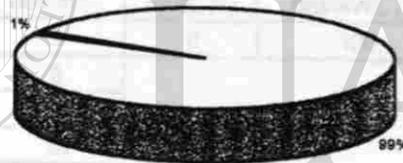
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN<sup>®</sup>  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

COMENTARIOS

DISTRIBUCIÓN DE EDADES



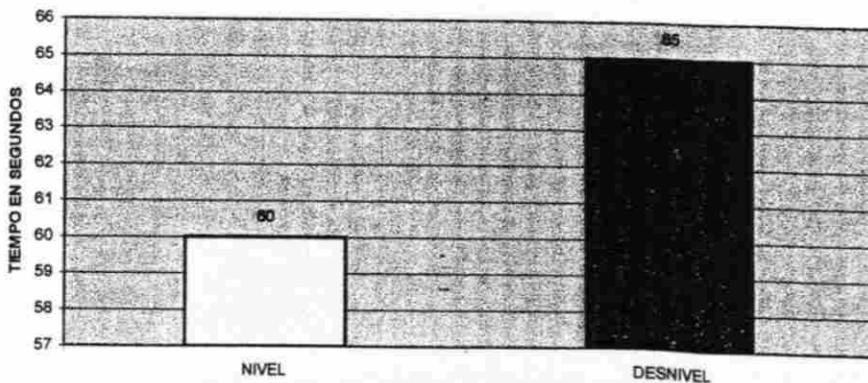
PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN



■ NIVEL (%) ■ DESNIVEL (%)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

TIEMPOS DE CRUCE



**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.

Ave. Constitución - Calle Vallarta frente al IMSS

**COMENTARIOS**

La ubicación de este puente es la Ave. Constitución y Vallarta. Es utilizado en un 100% por los peatones, ya que a pesar de que no tiene malla separadora, no se puede hacer el cruce a nivel en la Ave. Constitución, debido al alto volumen vehicular existente en esta zona, en ambos sentidos de circulación haciendo imposible dicho cruce.

La gran mayoría de los peatones que utilizan el puente, tienen una edad aproximada de entre 19 y 45 años, presentándose en un 85% de los casos, el restante 15% lo forman los peatones de edades de entre los 13 a 16 y los mayores de 45 años.

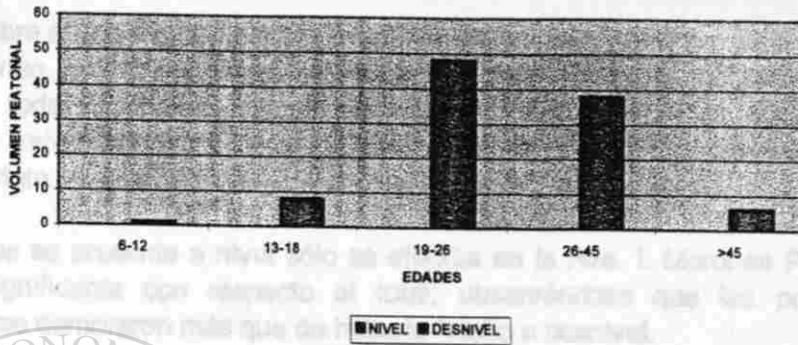
DATOS						
DISTRIBUCIÓN DE EDADES			PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN		TIEMPOS DE CRUCE	
EDADES	NIVEL	DESNIVEL	NIVEL (%)	DESNIVEL (%)	NIVEL	DESNIVEL
6-12		1	0	100		78
13-18		8				
19-26		48				
26-45		38				
>45		6				

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



COMENTARIOS

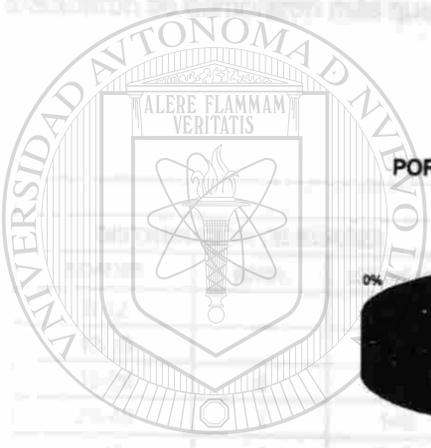
**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**



Ubicado en la Av. B...  
resolución...  
utilización...  
Microsistema P...

Independiente y...  
en un 90% en lo que...  
debe a los años...  
como en la Av. C...

El grupo que se muestra a mayor nivel en la...  
sobre el grupo de...  
debe a los años...  
debe a los años...  
debe a los años...

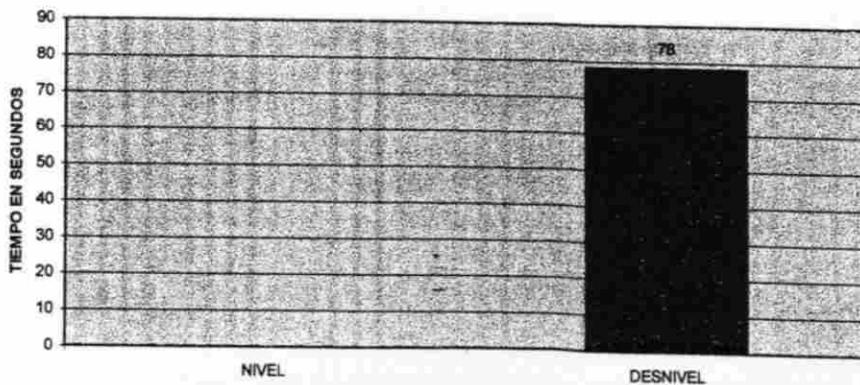


**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**TIEMPOS DE CRUCE**



**MUNICIPIO**  
**INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.

Ave. Constitución - Ave. Benito Juárez (Puente del Papa)

**COMENTARIOS**

Ubicado sobre el Río Santa Catarina, comunica a la Calle Querétaro de la Col. Independencia y a la Ave. Benito Juárez del centro de Monterrey, este puente es utilizado en un 96% en lo que respecta a toda su longitud, ya que es imposible realizar el cruce a nivel, debido a los altos volúmenes vehiculares que se presentan tanto en la Ave. Constitución como en la Ave. I. Morones Prieto. Además de que el cruce del río es otro impedimento.

El cruce que se presenta a nivel sólo se efectúa en la Ave. I. Morones Prieto que es de un 4% siendo insignificante con respecto al total; observándose que las pocas personas que lo efectuaron se demoraron más que de haberlo hecho a desnivel.

DATOS						
DISTRIBUCIÓN DE EDADES			PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN		TIEMPOS DE CRUCE	
EDADES	NIVEL	DESNIVEL	NIVEL (%)	DESNIVEL (%)	NIVEL	DESNIVEL
6-12		18	4	96	170	60
13-18		16				
19-26	8	118				
26-45	7	148				
>45	1	118				

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

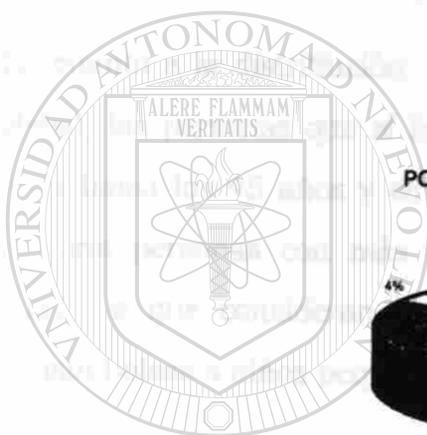
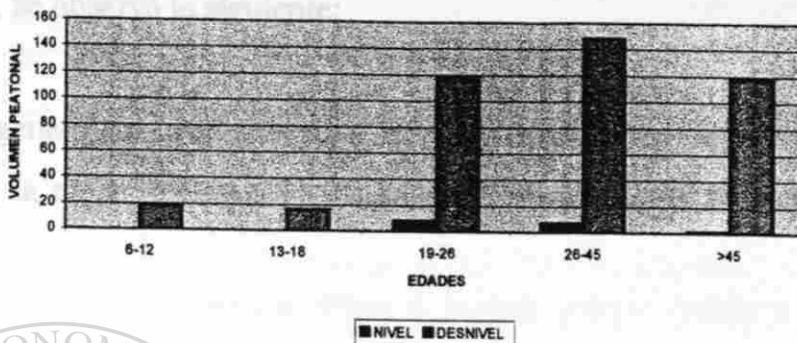
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**MUNICIPIO  
INTERSECCIÓN**

Monterrey, N.L.

Ave. Constitución - Ave. Benito Juárez (Puente del Papa)

**DISTRIBUCIÓN DE EDADES**

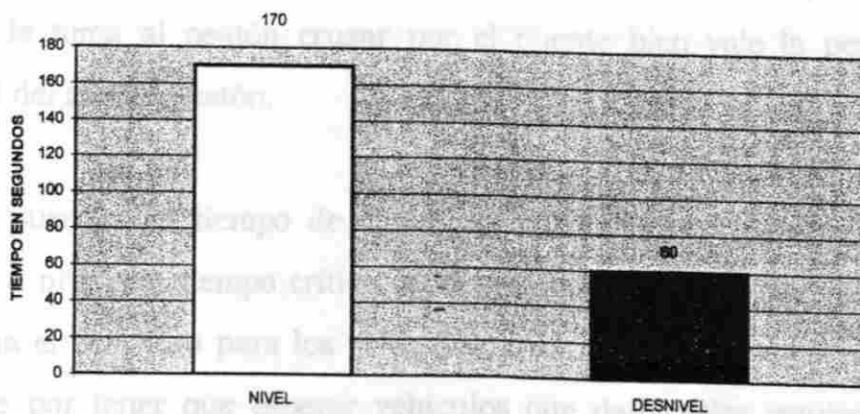


**PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**TIEMPOS DE CRUCE**



## **VII.4 Conclusiones**

Después de analizar las gráficas elaboradas para cada uno de los puentes peatonales, se observó lo siguiente:

En forma general, se concluye que en casi la totalidad de los puentes peatonales analizados, la mayoría de los peatones sí utiliza el puente peatonal para llegar a su destino.

En cuanto a la distribución de los peatones por edades, se concluye que, en forma global, las personas que sí lo utilizan son personas de edades que van desde los 6 años hasta los 45 años y se observó que las personas que no lo utilizan son en su mayoría personas con más de 45 años, debiéndose precisamente a su avanzada edad, ya que consideran cansado el subir y bajar escalones; sobre todo cuando cargan bolsas o niños pequeños.

En lo que respecta al tiempo de cruce, se observó algo interesante: el tiempo de cruce a nivel y a desnivel, en la mayoría de los puentes, no mostraba gran diferencia, siendo en algunos sólo un poco mayor el tiempo de cruce por el puente; pero tomando en cuenta los peligros a los que se enfrenta el peatón cruzando a nivel, en cuanto a tener accidentes potenciales con vehículos, esos segundos de más que le toma al peatón cruzar por el puente bien vale la pena gastarlos por seguridad del mismo peatón.

En otros puentes, el tiempo de cruce es mucho menor utilizando el puente que cruzando a nivel, un tiempo crítico, al tiempo que incluye a esperar a que se ponga en luz roja el semáforo para los vehículos, más el tiempo que en muchas ocasiones se incluye por tener que esperar vehículos que dan vuelta izquierda o derecha, o intentar cruzar cuando pasan vehículos corriendo y exponiéndose a un accidente.

Por lo tanto, en todos los casos analizados es más conveniente para el peatón utilizar el puente peatonal, por su propia seguridad.

Analizando los resultados obtenidos, se desmiente la creencia falsa que tiene el peatón de que cruzar a nivel le ahorrará tiempo, no siendo así; y donde es posible cruzar a nivel siempre existirá el peligro potencial de un accidente.

En muchos puentes, el peatón utiliza el puente porque cruzar a nivel no es posible ya que el volumen vehicular es alto, además de que existen avenidas muy anchas o porque existe una barrera que le impide el paso.

En general, se concluye que utilizar el puente peatonal trae consigo muchas más ventajas que desventajas, son algunas ventajas:

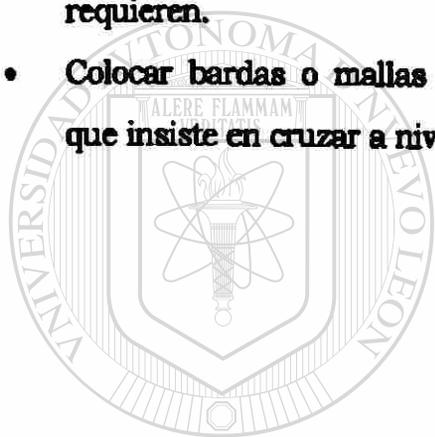
**Ventajas:**

- Seguridad
- Ahorro en tiempo
- Protección
- Comodidad.

Quizá la única desventaja sea el tener que subir y bajar escaleras.

### **Recomendaciones:**

- Primeramente, concientizar a la gente del beneficio de utilizar el puente peatonal; incentivando a niños y adultos a usarlos, mediante programas educativos.
- Mejorar la apariencia estética del puente, para atraer al peatón a utilizarlo.
- Dar mantenimiento de pintura y limpieza a muchos puentes que así lo requieren.
- Colocar bardas o mallas ciclónicas, donde sea posible, para obligar al peatón que insiste en cruzar a nivel, a que lo haga utilizando el puente peatonal.



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## **VIII. Justificación de un paso peatonal a desnivel utilizando la distribución probabilística de Poisson.**

### **VIII.1 Estudios necesarios de ingeniería de tránsito.**

Antes de poder hacer cualquier intento racional para evitar el conflicto entre el peatón y los vehículos, es necesario conocer primero los hechos que permiten establecer con precisión la ubicación y la magnitud del problema. Estos hechos se obtienen mediante un adecuado programa, ejecución y análisis de un estudio apropiado del tránsito. Los estudios necesarios son:

#### **a) Levantamiento físico - geométrico.**

Es la descripción de todos los elementos que existen en la zona de estudio, que constituyen generalmente el primer paso en la recopilación de información en los estudios de ingeniería de tránsito. Se deben localizar todos aquellos puntos o elementos físicos como: postes, banquetas, guarniciones, construcciones, árboles, cercas, límites de propiedad, estacionamiento, semáforos, señales de tránsito, etc.

#### **b) Estudio de volúmenes de tránsito.**

Los estudios de volúmenes de tránsito se realizan con el propósito de obtener datos reales relacionados con el movimiento de vehículos sobre puntos o secciones específicas, dentro de un sistema de carreteras o calles. Dichos datos

se expresan en relación al tiempo y su conocimiento hace posible el desarrollo de una estimación razonable de la calidad del servicio prestado a los usuarios.

Los estudios de volúmenes de tránsito varían desde los muy amplios, en una red o sistema vial, hasta aforos en lugares específicos, tales como: intersecciones, puentes, casetas de cobro, túneles, etc.

La clase de información recopilada y tabulada también varía. En algunos casos es necesario únicamente aforar vehículos durante un período corto, para otros casos, el período puede ser un día, una semana, un mes e inclusive un año.

Algunos estudios requieren detalles como la composición del tránsito en una corriente vehicular, mientras que otros requieren datos específicos sobre los movimientos de frente y de vueltas.

#### **Métodos de aforo.**

- **Método manual.**- Se utiliza para obtener datos de volúmenes de tránsito a través del ojo del personal de campo; hombres conocidos como "aforadores". Se utiliza cuando se requiere la clasificación vehicular, el factor direccional, la utilización de carriles, en la figura VIII.1. se encuentra el formato utilizado.
- **Método automático.**- Para hacerlo existen diferentes tipos de contadores. Éstos pueden ser neumáticos, (el detector es una manguera); magnéticos, (el detector es una espiral de alambre). Éstos detectores se colocan sobre el pavimento. Éstos aparatos permiten captar el volumen de tránsito durante un período largo de tiempo.

### **c) Estudios de volúmenes peatonales.**

Los aforos se toman para registrar el número de peatones que pasan por un punto, cruzan una vía o usan una acera.

Existen dos métodos básicos de aforo: el mecánico (registro automático) y el manual.

- **Aforo mecánico.**- Consiste en un tapete de interruptores energizados por medio de batería, adherido a la acera y conectado a un contador de tránsito.
- **Aforo manual.**- En estos aforos se puede recopilar información como: la dirección de los peatones, las edades y los tiempos de cruce. El formato para estudios de aforo peatonal se muestra en la figura VIII.2.

### **d) Estudios de velocidad.**

Otro indicador de la eficiencia de un sistema vial es la velocidad de los vehículos. Desde este punto de vista, para medir la calidad del movimiento del tránsito se utiliza la velocidad de punto, en sus dos componentes media temporal y media espacial; la velocidad de recorrido y la velocidad de marcha.

Los estudios de velocidad de punto están diseñados para medir las características de la velocidad en un lugar específico, en las condiciones prevalcientes del tránsito y del estado del tiempo, en el momento de llevar a cabo el estudio. Las características de la velocidad de punto tienen las siguientes aplicaciones:

- **Tendencias de velocidades:** se determinan mediante la recolección de datos a través de muestreos periódicos, en lugares seleccionados. Pueden ser especificadas por el tipo de vehículo.

- Lugares con problemas de velocidad: mediante un estudio de velocidades es posible determinar si éstas son muy altas y si las quejas recibidas son justas.
- Planeación de la operación del tránsito, regulación y control: la magnitud en la dispersión de las velocidades afecta tanto la capacidad como la seguridad, ya que todos los vehículos no viajan a la misma velocidad, la capacidad sería máxima y los accidentes serán minimizados. Dentro de la operación del tránsito, una distribución de velocidades se usa para:
  - Establecer los límites de velocidad, tanto máxima como mínima.
  - Determinar las velocidades seguras para curvas horizontales y aproximadas a intersecciones.
  - Establecer longitudes de zonas de rebase prohibido.
  - Proveer información relativa sobre cuál debe ser el lugar apropiado para ubicar las señales de tránsito.
  - Localizar y definir tiempos de los semáforos.
  - Analizar zonas de protección en las escuelas.

Los métodos más usados: son el de pistola radar y el enoscopio. En la figura VIII.3 se muestran los formatos utilizados.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

#### **e) Estudio de accidentes.**

Un accidente de tránsito es el acontecimiento imprevisto en el que se ocasionan daños materiales y/o lesiones o muertes de personas en vías o calles abiertas a la circulación de vehículos motorizados y en el cual está involucrado, por lo menos, un vehículo de motor.

Para poder enfrentar el problemas de los accidentes es necesario que se cuente con el mayor número de datos posibles; información que generalmente deberá ser obtenida de una estadística completa y actualizada.







# VELOCIDAD DE PUNTO



AVENIDA \_\_\_\_\_  
 INTERSECCION \_\_\_\_\_  
 DISTANCIA BASE \_\_\_\_\_ PERIODO \_\_\_\_\_  
 FECHA \_\_\_\_\_  
 SENTIDO \_\_\_\_\_



VELOCIDAD EN KM/HR			Tiempo en segundos	AUTOMOVILES	AUTOBUSES	CAMIONES	TOTAL
Para 25 m de distancia base	Para 50 m de distancia base	Para 100 m de distancia base					
60			1				
62			1.1				
75			1.3				
80			1.3				
84	120		1.4				
88	120		1.5				
88	113		1.5				
86	108		1.7				
80	100		1.8				
48	88		1.8				
46	80		2				
48	88		2.1				
41	82		2.2				
38	78		2.3				
38	76		2.4				
36	72		2.5				
36	70	140	2.6				
33	67	134	2.7				
32	64	128	2.8				
31	62	124	2.9				
30	60	120	3				
28	58	116	3.1				
28	56	112	3.2				
27	56	108	3.3				
26	56	104	3.4				
26	56	100	3.5				
24	48	88	3.6				
24	48	84	4				
22	46	80	4.2				
21	41	82	4.4				
20	40	80	4.6				
19	38	76	4.8				
18	36	72	5				
17.5	35	70	5.2				
16.0	30	66	6.4				
16	32	64	6.8				
15.5	31	62	6.8				
15	30	60	7				
14.5	29	58	6.2				
14	28	56	6.4				
13.5	27.2	54.4	6.6				
13.2	26.4	52.8	6.8				
12.8	25.6	51.2	7				
12.5	25	50	7.2				
12.2	24.4	48.8	7.4				
11.8	23.6	47.2	7.6				
11.5	23	46	7.8				
11.2	22.4	44.8	8				
10.8	21.2	42.4	8.2				
10	20	40	9				
9.5	19	38	9.5				
9	18	36	10				

Fig. VIII.3 Formato Utilizado Para el Método del Encoplo

Para poder enfrentar el problema de los accidentes, es necesario que se cuente con el mayor número de datos posibles, información que generalmente deberá ser obtenida de una estadística completa y actualizada.

Para que los datos de un accidente sean útiles, es conveniente que contenga la mayor cantidad posible de detalles. Como mínimo, deberán incluirse los siguientes datos:

1. Datos de ubicación.
2. Datos cronológicos.
3. Características del accidente.
4. Datos de (los) vehículo(s) participante(s).
5. Datos del conductor y/o peatón.
6. Circunstancias que contribuyeron.
7. Datos del lugar del accidente.
8. Qué se hacía con el vehículo.
9. Qué hacía el peatón o el pasajero.
10. Magnitud del accidente.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## VIII.2 Distribución de Poisson.

Muchos hechos no ocurren como resultado de un número definido de pruebas de un experimento, sino en puntos de tiempo, espacio o volumen, al azar. El hecho puede ser el número de ocurrencias de accidentes, errores, descomposturas u otras calamidades que aparecen al azar, e independientemente, por intervalos de tiempo o la demanda de servicio por unidad de tiempo; a una cajera o a una vendedora de una tienda de departamento, a un empleado de fábrica, a una garita de peaje de un puente o un túnel, o a una instalación de manejo de carga de un puerto. Para cada una de las variables aleatorias antes mencionadas, los siguientes postulados suelen ser apropiados:

1. El número de ocurrencias del hecho es independiente de una unidad (intervalo de tiempo, espacio o volumen) especificadora, a otra.
2. El valor esperado de la variable es proporcional al tamaño de la unidad especificada.
3. La probabilidad de más de una ocurrencia del hecho, en una unidad especificada muy pequeña; es despreciable, en comparación con la probabilidad de una sola ocurrencia; por tanto, puede despreciarse.

En estas condiciones surgió el interés por lo que se llama el modelo de Poisson, atribuido al matemático francés S. D. Poisson (1781 – 1840). La distribución de probabilidades de Poisson, da la probabilidad del número de ocurrencias por unidad especificada, y es definida completamente por su promedio de ocurrencia por unidad especificada,  $\lambda$ , como su único parámetro. Dado el promedio de ocurrencias por unidad especificada, de una variable de Poisson,  $X$ , la función masa probabilidad se da como:

$$p_x = (x, \lambda) = e^{-\lambda} (\lambda^x / x!)$$

donde  $p_x$  representada la notación funcional de una distribución de Poisson y  $e$  es una constante aproximadamente igual a 2.71828.

la función de distribución acumulativa es una variable de Poisson que, como en cualquier caso discreto, se obtiene sumando el número de la probabilidad de  $r$  ó menos ocurrencias. La expresión matemática es:

$$P_x = (r, \lambda) = \sum_{x=0}^r p_x(x, \lambda)$$

Las pruebas muestran que es posible usar esta fórmula como una aproximación en la mayoría de la aplicaciones en las que resulta adecuada la distribución binomial, si  $n \geq 100$  y  $p \leq 0.05$ . Por otro lado, debe conservarse en mente que la distribución de Poisson puede ser conveniente para representar estadísticamente ciertos datos, independientemente de sus cualidades, como una aproximación a la distribución binomial.

Donde:

$n$  = número total de eventos.

$p$  = probabilidad de ocurrencia.

$\lambda = np$  = número promedio de ocurrencia de un evento por unidad de tiempo o de espacio.

### **VIII.3 Método para el cálculo de la probabilidad de ocurrencia de accidentes, en un cruce de peatones.**

#### **a) Datos.**

Esta información se recolectó de los estudios de ingeniería de tránsito descritos anteriormente. Los datos necesarios son:

**TPDS** = Tránsito Promedio Diario Semanal (veh/día).

**VHMD** = Volumen Horario de Máxima Demanda.

**VP** = Volumen Peatonal (peatones/hr). Hora de máxima demanda.

**Velocidad del peatón** = 1.00 m/seg. (se considera la velocidad promedio).

**Sección transversal** = Levantamiento físico - geométrico.

#### **b) Procedimiento.**

1. Determinación del tiempo que el peatón necesita para cruzar.

$$V = d/t$$

Donde:

**V** = velocidad del peatón.

**d** = distancia a cruzar en metros más 0.5 metros y después de cruzar.

**t** = tiempo (en segundos).

**tcp** =  $d/v + 0.5$  seg. de tiempo de reacción.

**tcp** = tiempo total de cruce del peatón.

2. Para poder determinar la probabilidad se utilizará la distribución de Poisson, ya que involucra las variables adecuadas para este tipo de eventos.

$$p = (x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$$

$\lambda = \lambda p$  = número promedio de eventos ocurriendo por unidad de tiempo (tasa media de ocurrencia).

$x$  = valor entero de variables aleatorias discretas.

$e$  = bases de los logaritmos naturales.

Encontrando  $\lambda v$

$$\lambda v = \text{VHMD}(\text{tcp})/3600$$

3. Calculando la probabilidad de que pase 1 ó más vehículos es:

$$p(1 \text{ ó más}) = 1 - p(0)$$

$$p(0) = \frac{\lambda^0 e^{-\lambda v}}{0!}$$

$$p(1 \text{ ó más vehículos}) = 1 - e^{-\lambda v}$$

4. Calculando la probabilidad de que pase 1 ó más peatones.

$$p(1 \text{ ó más peatones}) = 1 - p(0)$$

$$\lambda p \text{VP}(\text{tcp})/3600$$

$$p(0) = \frac{\lambda p^x e^{-\lambda p}}{x!}$$

$$p(0) = \frac{\lambda^0 e^{-\lambda p}}{0!}$$

$$p(0) = e^{-\lambda p}$$

$$p(1 \text{ ó más peatones}) = 1 - e^{-\lambda p}$$

5. La probabilidad de ocurrencia de accidentes será:

$$P_{ac} = p(1 \text{ ó más vehículos}) \cdot p(1 \text{ ó más peatones})$$

Donde:

$P_{ac}$  = Probabilidad de ocurrencia de accidentes entre un vehículo y un peatón.

$p(1 \text{ ó más vehículos})$  = Es la probabilidad de que pase uno o más vehículos en el tiempo de estudio.

$p(1 \text{ ó más peatones})$  = Es la probabilidad de que pase uno o más peatones en el tiempo de estudio.

$$P_{ac} = (1 - e^{-\lambda v}) \cdot p(1 - e^{-\lambda v})$$

Cuando el producto de estas dos probabilidades sea mayor que el 50%, se considera que la probabilidad de que ocurra un accidente es alta, justificándose así la necesidad de construir un paso peatonal a desnivel. Aunque esta justificación se debe complementar con estudios de accidentes, de velocidades así como de la existencia de semáforos.

### c) Ejemplos.

A continuación se muestra el cálculo de la probabilidad de ocurrencia de accidentes en el cruce de peatones de la Av. Alfonso Reyes (Av. Universidad) frente al Instituto de Ingeniería Civil, en el sentido sur-norte ya que es el más crítico.

#### 1. Datos:

**TPDS = 22950 veh/hr** (Tránsito promedio diario semanal).

**VHMD = 2259 veh/hr** (Volumen Horario de Máxima Demanda).

**Vp = 153 peatones/hr** (Volumen peatonal).

**Velocidad del peatón = 1.00 m/seg.**

**Sección transversal = anexo.**

#### 2. Determinación del tiempo que el peatón necesita para cruzar:

$$V = d/t$$

Donde:

**V =** velocidad del peatón.

**d =** distancia a cruzar en metros más 0.5 metros y después de cruzar.

**t =** tiempo (en segundos).

**tcp =**  $d/v + 0.5$  seg. de tiempo de reacción.

**tcp =** tiempo total de cruce del peatón.

$$tcp = \frac{19.60}{1 \text{ m/seg}} + 0.5 \text{ seg}$$

**tcp = 24.60 seg.**

3. Utilizando la distribución de Poisson para calcular la probabilidad de que pase 1 ó más vehículos:

$$p(X) = \lambda v^x e^{-\lambda v}$$

$\lambda v =$  VHMD (tcp)/3600 Tránsito promedio de ocurrencia vehicular.

$\lambda v =$  [2259 veh/hr (24.60 seg.)/3600 seg.

$\lambda v =$  15.3 veh / seg.

La probabilidad de que pasen 1 ó más vehículos es igual a uno menos la probabilidad de que pasen cero.

$$p(0) = \frac{\lambda v^x e^{-\lambda v}}{x!}$$

$$p(0) = \frac{15.43^0 e^{-15.43}}{0!}$$

$p(0) = 1.98 \times 10^{-7}$  Probabilidad de que pasen cero vehículos.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Por lo tanto la probabilidad de que pasen 1 ó más vehículos en el tiempo de cruce del peatón es:

$$P(1 \text{ ó más vehículos}) = 1 - p(0)$$

$$P(1 \text{ ó más vehículos}) = 1 - 1.98 \times 10^{-7}$$

$$P(1 \text{ ó más vehículos}) = 0.999$$

4. Utilizando la distribución de Poisson para calcular la probabilidad de que pasen 1 ó más peatones:

$$p(x) = \frac{\lambda^x p^x e^{-\lambda p}}{x!}$$

Donde:

$$\lambda p = Vp (tcp)/3600 \text{ tasa promedio de ocurrencia peatonal.}$$

$$\lambda p = [153 \text{ peatones/hr (24.60 seg.)}]/3600 \text{ seg.}$$

$$\lambda p = 1.05 \text{ peatones / seg.}$$

La probabilidad de que pasen 1 ó más peatones es igual a uno menos la probabilidad de que pasen cero.

$$p(x) = \frac{\lambda^x p^x e^{-\lambda p}}{x!}$$

$$p(0) = \frac{1.05^0 e^{-1.05}}{0!}$$

$$p(0) = 0.35 \text{ Probabilidad de que pasen cero vehículos.}$$

Por lo tanto la probabilidad de que pasen uno o más peatones en el tiempo de cruce del peatón es:

$$P(1 \text{ ó más vehículos}) = 1 - p(0)$$

$$P(1 \text{ ó más vehículos}) = 1 - 0.35$$

$$P(1 \text{ ó más vehículos}) = 0.65$$

- La probabilidad de ocurrencia de accidentes (Pac) entre un vehículo y un peatón será:

$P_{ac} = p(1 \text{ ó más vehículos}) p(1 \text{ ó más peatones}).$

$$P_{ac} = [(0.99)(0.65)]$$

$$P_{ac} = 0.649$$

Es decir existe una probabilidad de 64.9% de que ocurra un accidente en el cruce peatonal.

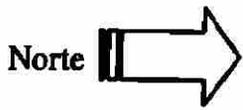
6. Estudios de ingeniería de tránsito realizados.

**Aforo Peatonal**

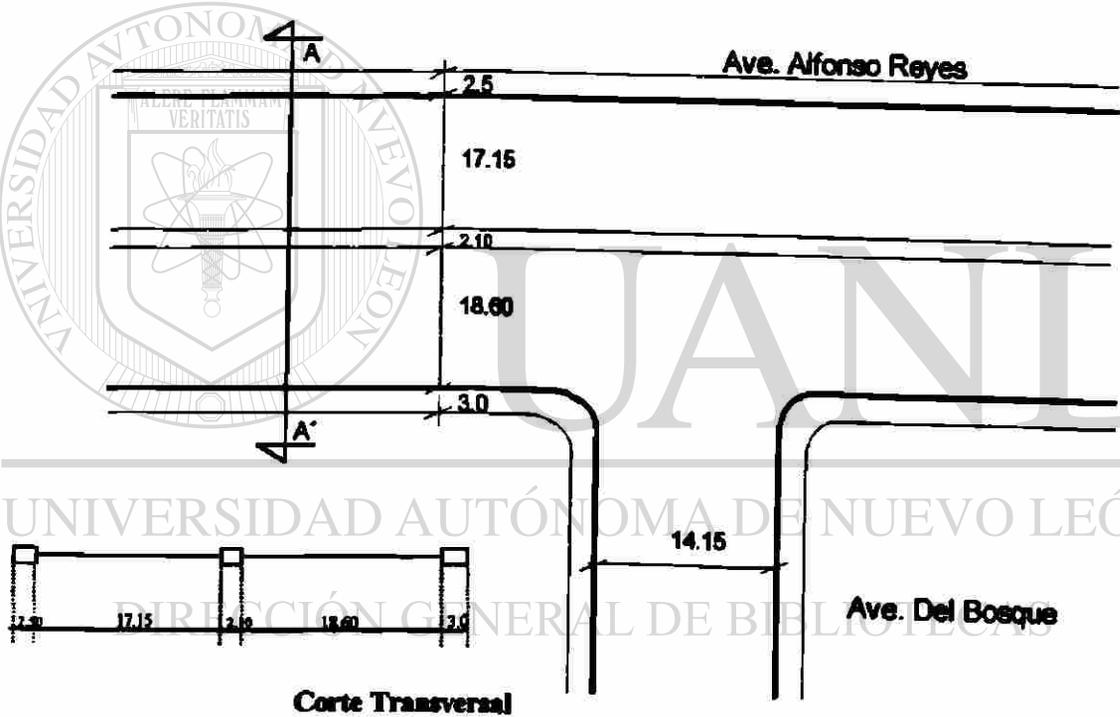
<b>Lapso</b>	<b>Zona 1</b>	<b>Zona 2</b>	<b>Total</b>
6:40 – 7: 40	94	21	115
6:45 – 7: 45	91	23	114
6:50 – 7: 50	96	21	117
6:55 – 7: 55	106	24	130
7:00 – 8: 00	115	24	139
7:05 – 8: 05	109	36	145
7:10 – 8: 10	105	26	131
7:15 – 8: 15	118	27	145
7:20 – 8: 20	123	27	150
7:25 – 8: 25	125	28	153
7:30 – 8: 30	117	29	146
7:35 – 8: 35	120	28	157
7:40 – 8: 40	114	26	140

Intersección: Av. Alfonso Reyes (antes Av. Universidad) con Av. Del Bosque.

**Hora de Máxima Demanda = 7:25 – 8: 25 horas.**



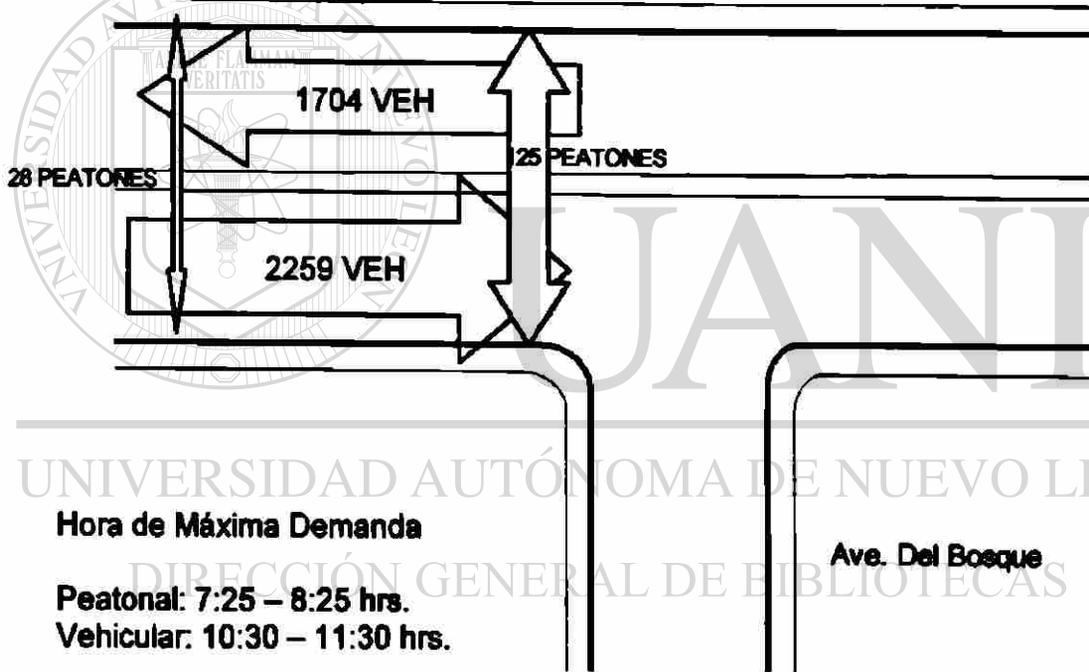
### SECCION TRANSVERSAL





## VOLUMENES PEATONALES Y VEHICULARES

Ave. Alfonso Reyes (Universidad)



**Hora de Máxima Demanda**

**Peatonal: 7:25 – 8:25 hrs.**

**Vehicular: 10:30 – 11:30 hrs.**

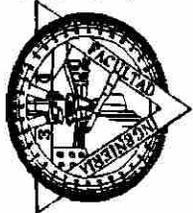
Ave. Del Bosque

# CLASIFICACION VEHICULAR



MUNICIPIO:  
INTERSECCION:  
SENTIDO CIRCULACION:  
ESTADO DEL TIEMPO:

MONTERREY, N.L.  
AV. ALEJONSO REYES  
NORTE - SUR  
PERIODO: 10:15 A 13:15  
PAVIMENTO: SEGO



LABRO		AEROPONALES	CAMIONETAS	MECANICAS	A. LIMBANCOS	A. FORABANCOS	C-3	C-3	T-3-B	T-3-B	T-3-B	TOTAL
HEMIN	HEMIN											
10:15	10:30	292	83		29	2	14		1			421
10:30	10:45	322	93		30	5	18		2			470
10:45	11:00	250	78		22		10		2			362
11:00	11:15	275	100		22	2	25					424

11:15	11:30	323	82		27	2	14					448
11:30	11:45	276	63		27	2	14		2	1		385
11:45	12:00	278	86		25	2	11		2			404
12:00	12:15	284	85		31		16		2			418

12:15	12:30	243	83		16	4	18					364
12:30	12:45	283	68		19	2	14		1			387
12:45	13:00	276	71		27	2	12		1	1		390
13:00	13:15	327	79		25	2	18		2			454

Fig. VIII. 1 Formato afaro vehicular manual

# AFORO PEATONAL



MUNICIPIO: MONTERREY, N.L.  
 INTERSECCION: AV. ALFONSO REYES  
 PERIODO: 6:40 A 7:05 HRS  
 ESTACION: 1 FECHA: \_\_\_\_\_  
 ESTADO DEL TIEMPO: BUENO Y SECO



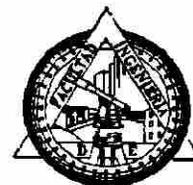
LAPSO		EIDADES					SUMATORIA ZONA
H:MIN	H:MIN	6 a 12	13 a 18	19 a 25	26 a 45	> 45	
6:40	6:45				1		
					1		
					1		
					1		
					1		
				1	1		
					1		
					2		
					2		
6:45	6:50				1		
					1		
					1		
					1		
					2		
6:50	6:55				1		
					3		
					1		
				3	1		
					1		
					1		
6:55	7:00			1			
				1			
				2	1		
					1		
					2		
				1			
7:00	7:05			1	1		
				1			
				1	1		

Fig. VIII.2 Formato Aforo Peatonal

# AFORO PEATONAL



**MUNICIPIO:** MONTERREY, N.L.  
**INTERSECCION:** AV. ALFONSO REYES  
**PERIODO:** 7:05 A: 7:35 HRS  
**ESTACION:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_  
**ESTADO DEL TIEMPO:** \_\_\_\_\_



LAPSO		EIDADES					SUMATORIA ZONA
H:MIN	H:MIN	6 a 12	13 a 18	19 a 25	26 a 45	> 45	
				1			
					1		
					1		
7:05	7:10					1	
					1		
						1	
				1			
				1			
				1			
7:10	7:15			1	2		
7:15	7:20			1	1		
					1		
					2		
					4		
					1		
7:20	7:25			2			
				1			
				1			
					1		
7:25	7:30			1			
					2		
				2	3		
				1			
				2			
				1	1		
7:30	7:35					1	
						1	

Fig. VIII.2 Formato Aforo Peatonal

# AFORO PEATONAL



**MUNICIPIO:** MONTERREY, N.L.  
**INTERSECCION:** AV. ALFONSO REYES  
**PERIODO:** 7:35 A: 7:55 HRS  
**ESTACION:** \_\_\_\_\_  
**ESTADO DEL TIEMPO:** \_\_\_\_\_  
**FECHA:** \_\_\_\_\_



LAPSO		EDADES					SUMATORIA ZONA
H:MIN	H:MIN	6 a 12	13 a 18	19 a 25	26 a 45	> 45	
					3		
					1		
7:35	7:40		1				
				1			
				1			
				1	1		
				2			
					1		
					1		
					2		
7:40	7:45			2	3		
					2		
					1		
				1	1		
7:45	7:50			1			
				1			
				1			
				2	1		
					1		
7:50	7:55			2	2		
				1			
				2	2		
				1			
				2	2		
				1	1		
					1		
					1		
					1		

Fig. VII.2 Formato Aforo Peatonal

# AFORO PEATONAL



**MUNICIPIO:** MONTERREY, N.L.  
**INTERSECCION:** AV. ALFONSO REYES  
**PERIODO:** 7:55 A 8:25 HRS  
**ESTACION:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_  
**ESTADO DEL TIEMPO:** \_\_\_\_\_



LAPSO		EDADES					SUMATORIA ZONA
H:MIN	H:MIN	6 a 12	13 a 18	19 a 25	26 a 45	> 45	
					1		
					1		
					1		
				1	2		
7:55	8:00			2	1		
					3		
					1		
					1		
					2		
8:00	8:05					1	
				2			
				1			
			1				
8:05	8:10			1			
				1			
					2		
8:10	8:15			2			
				3			
				1	3		
					2		
					1		
					1		
8:15	8:20			2	4		
					1		
				2	1		
					3		
					1		
8:20	8:25					1	
					2		

Fig. VIII.2 Formato Aforo Peatonal



**c) Ejemplos.**

1. **En la avenida Emilio Portes Gil, se presenta un flujo de 1,200 vehículos en la hora de máxima demanda; además, existe cruce de peatones con un volumen de 250 pt/hr; esta avenida consta de 2 carriles por sentido, de 3.5 metros cada carril, faja separadora central de 3.0 metros. Interesa si se justifica un paso peatonal a desnivel en este punto.**

**Datos:**

**Avenida:** 2 carriles por sentido (gráfica 1).  
**Flujo vehicular:** 1,200 veh/hr (HMD).  
**Flujo peatonal:** 250 peatones / hora.

**Procedimientos:**

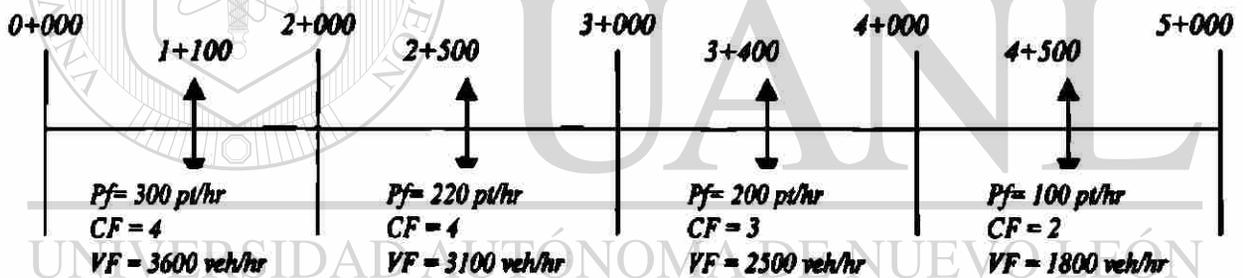
Se utiliza la gráfica 1 (justificación de un paso peatonal a desnivel), se ubican respectivamente los flujos vehiculares y peatones, prolongándose hasta interceptarse, en este caso el punto se ubica en la zona de (se justifica). Esto representa un alta probabilidad de que ocurra un accidente entre un vehículo y un peatón, requiriéndose la construcción de un paso peatonal a desnivel.

## Un ejemplo real

2. Actualmente, la Av. Pablo A. González cuenta con 2 carriles por sentido. En esta avenida transitan grandes volúmenes; en consecuencia, las autoridades decidieron ampliar esta avenida.

Se estimaron los flujos vehiculares y peatonales futuros y se requiere hacer un análisis para saber si se justifica pasos peatonales a desnivel.

A continuación se muestra un croquis con los datos recopilados en el campo:



Cf = Número de carriles futuros por sentido.

VF = Volúmenes vehiculares futuros (veh/hr).

Pf = Volúmenes peatonales futuros (pt/hr).

\* Existirá una faja separadora de 3.5 mts., en promedio sobre toda la avenida.

- **Analizando el cadenamiento 1+100**

Datos:

Avenida: 4 carriles por sentido (gráfica 3).

Flujo vehicular:  $VF = 3600$  veh/hr.

Flujo peatonal:  $PF = 300$  pt/hr.

Se utilizará la gráfica 3, se interceptan los flujos vehiculares y peatonales, ubicándose en la zona de (se justifica), es decir se requiere la construcción de un paso peatonal a desnivel.

- **Analizando el cadenamiento 2+500**

Datos:

Avenida: 4 carriles por sentido (gráfica 3).

Flujo vehicular:  $VF = 3100$  veh/hr.

Flujo peatonal:  $PF = 220$  pt/hr.

Se utilizará la gráfica 3, la ubicación del punto donde se encuentra dentro de la zona (se justifica), en esta zona se requiere de un paso peatonal a desnivel.

- **Analizando el cadenamiento 3+400**

Datos:

Avenida: 3 carriles por sentido (gráfica 2).

Flujo vehicular:  $VF = 2500$  veh/hr.

Flujo peatonal:  $PF = 200$  pt/hr.

Se utilizará la gráfica 2, se interceptan los volúmenes vehiculares y peatonales, ubicándose en la zona de (se justifica), en esta zona también se requiere de un paso peatonal a desnivel.

- Analizando el cadenamiento 4+500

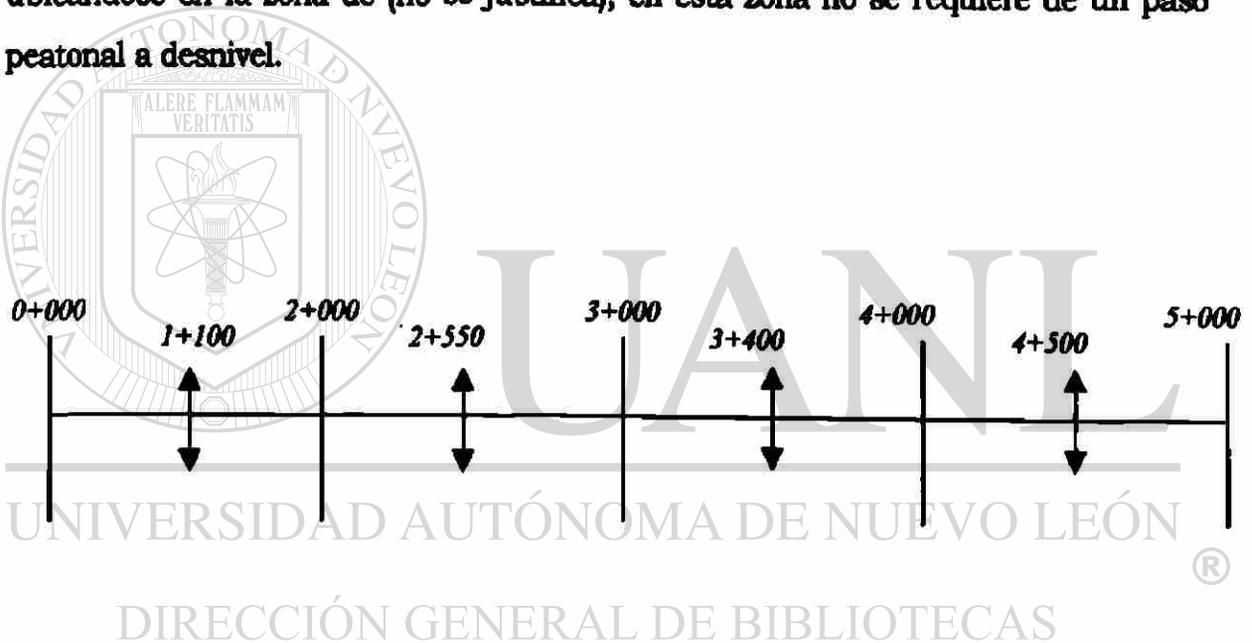
Datos:

Avenida: 2 carriles por sentido (gráfica 1).

Flujo vehicular:  $VF = 1800$  veh/hr.

Flujo peatonal:  $PF = 100$  pt/hr.

Se utilizará la gráfica 1, se interceptan los volúmenes vehiculares y peatonales, ubicándose en la zona de (no se justifica), en esta zona no se requiere de un paso peatonal a desnivel.



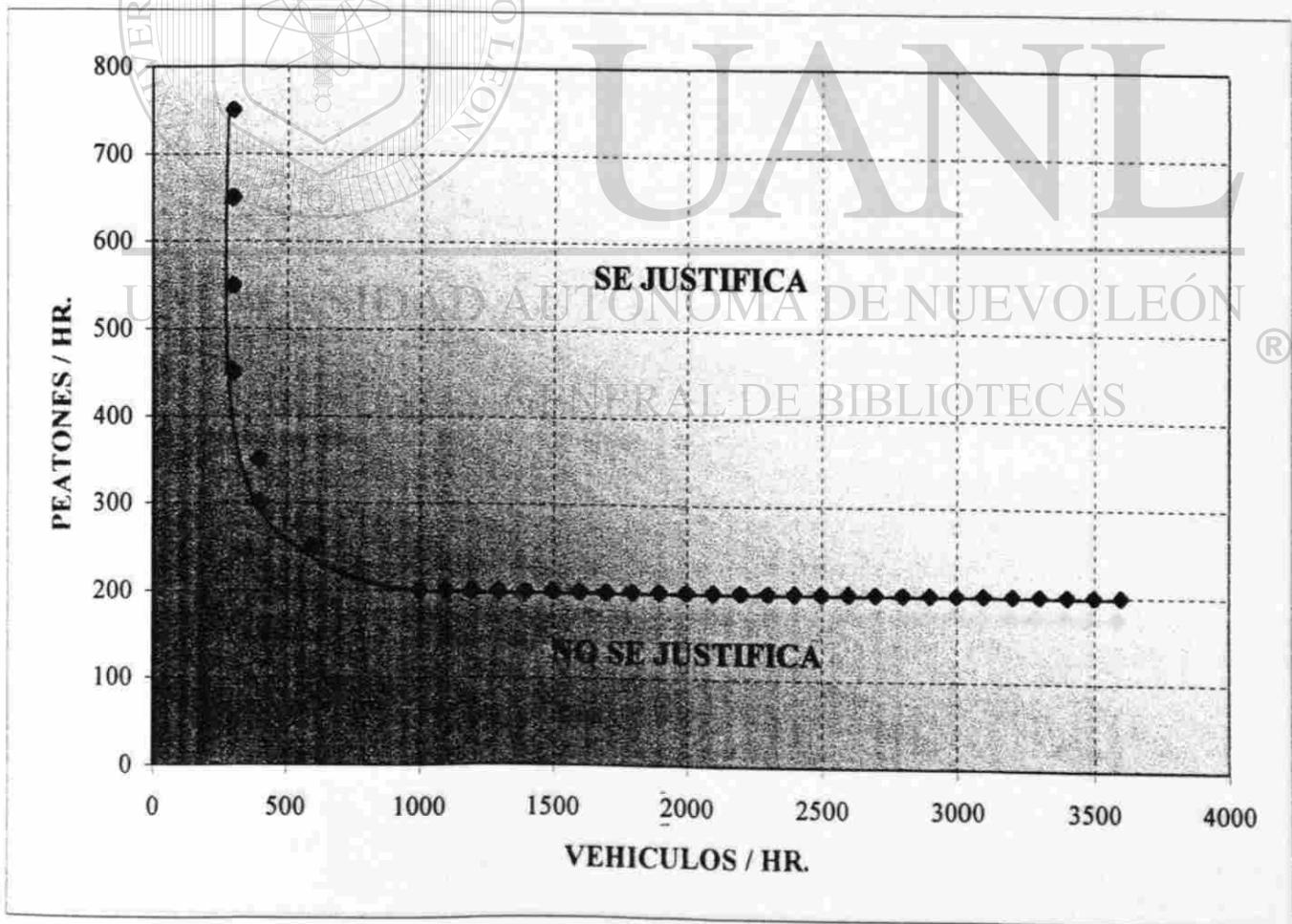
# JUSTIFICACION DE UN PASO PEATONAL

## GRAFICA 1

Justificación de un paso peatonal, en una avenida de dos carriles con faja separadora central con un ancho por carril de 3.50 mts.

Utilizando la distribución de POISSON  $P(X) = \frac{\lambda^X e^{-\lambda}}{X!}$

Con la cual se obtuvieron las probabilidades de ocurrencia de un accidente entre un peatón y un vehículo



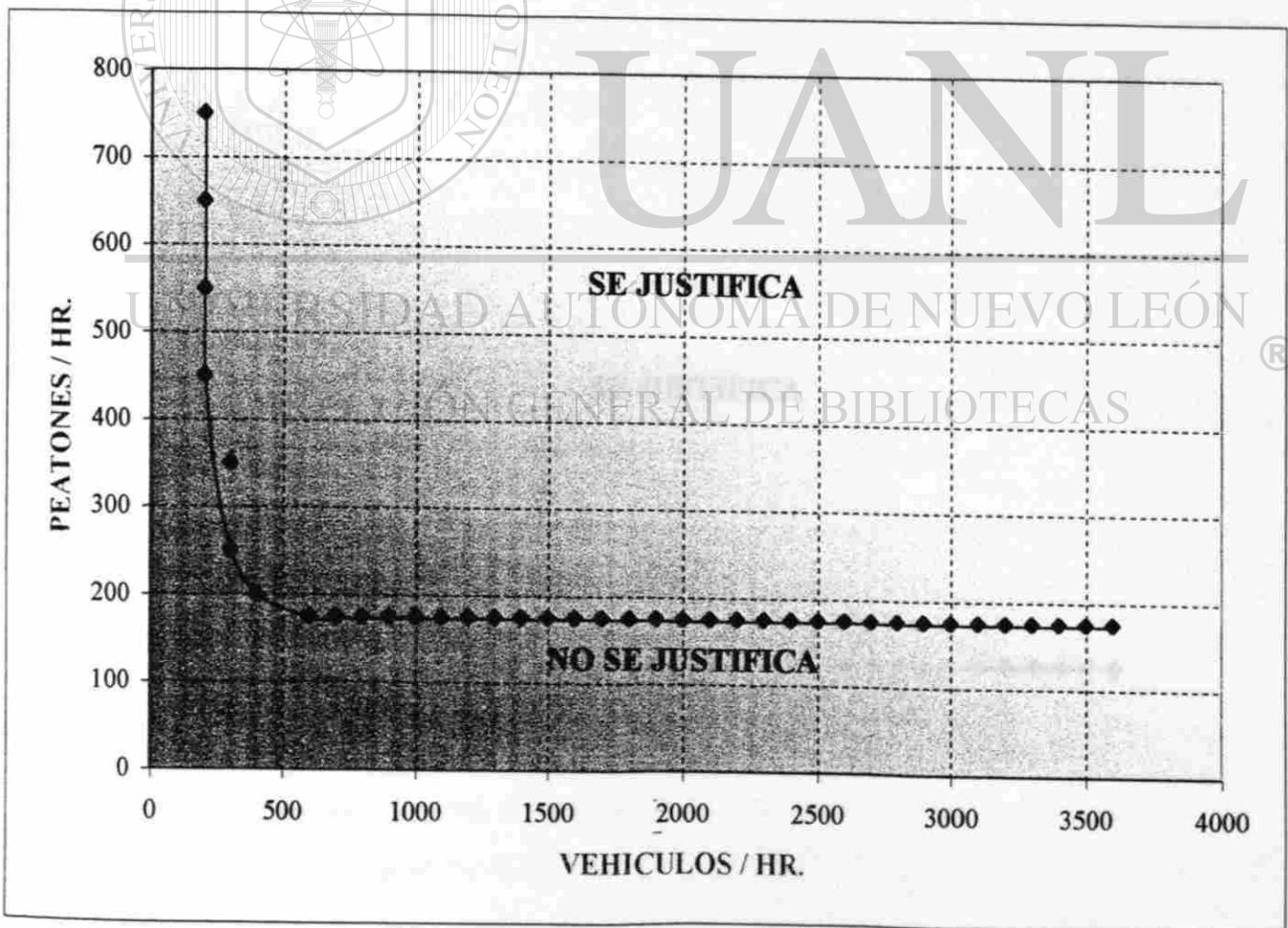
# JUSTIFICACION DE UN PASO PEATONAL

## GRAFICA 2

Justificación de un paso peatonal, en una avenida de tres carriles con faja separadora central con un ancho por carril de 3.50 mts.

Utilizando la distribución de POISSON  $P(X) = \frac{\lambda^X e^{-\lambda}}{X!}$

Con la cual se obtuvieron las probabilidades de ocurrencia de un accidente entre un peatón y un vehículo



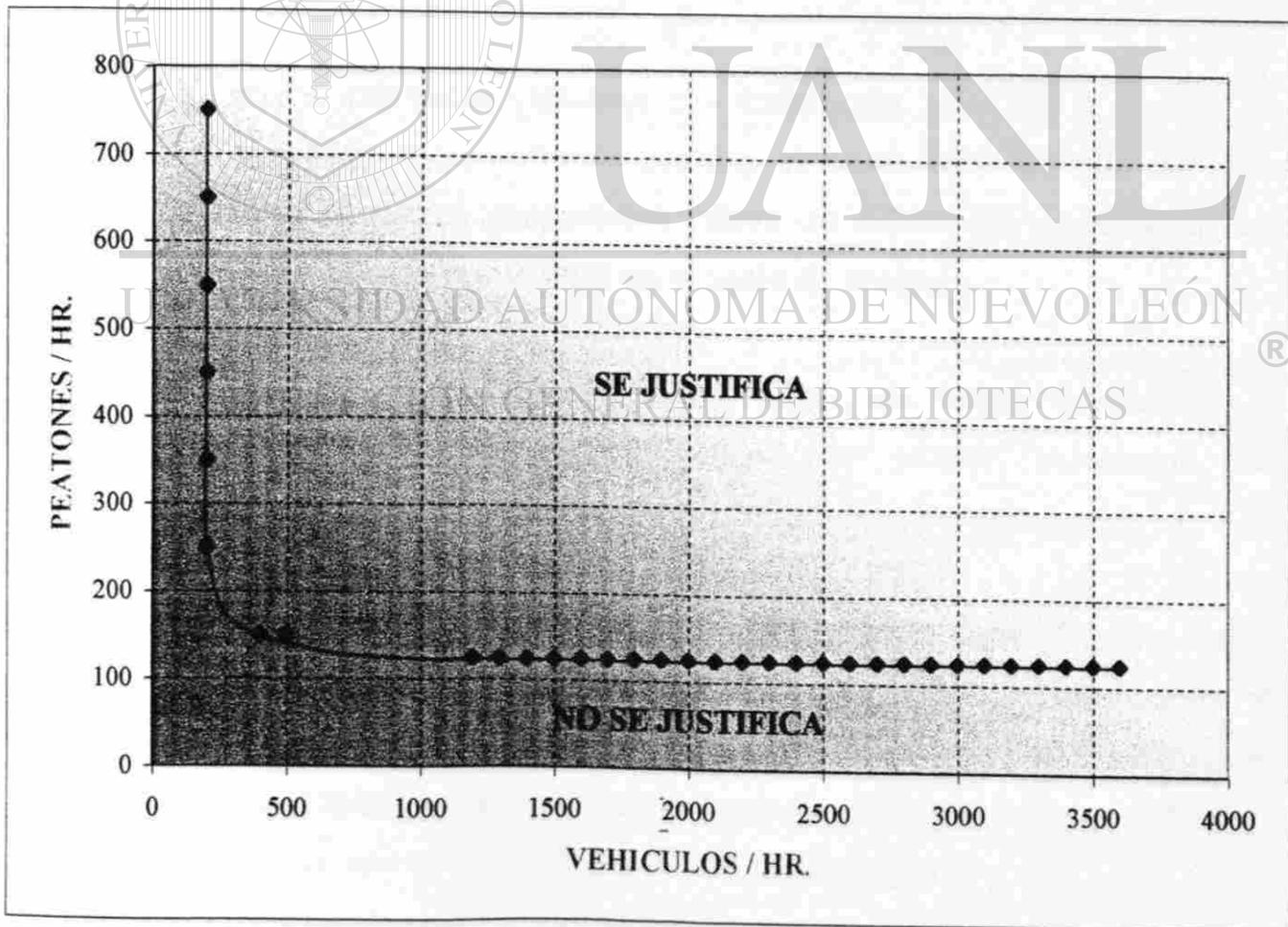
# JUSTIFICACION DE UN PASO PEATONAL

## GRAFICA 3

Justificación de un paso peatonal, en una avenida de cuatro carriles con faja separadora central con un ancho por carril de 3.50 mts.

Utilizando la distribución de POISSON  $P(X) = \frac{\lambda^X e^{-\lambda}}{X!}$

Con la cual se obtuvieron las probabilidades de ocurrencia de un accidente entre un peatón y un vehículo



# JUSTIFICACION DE UN PASO PEATONAL

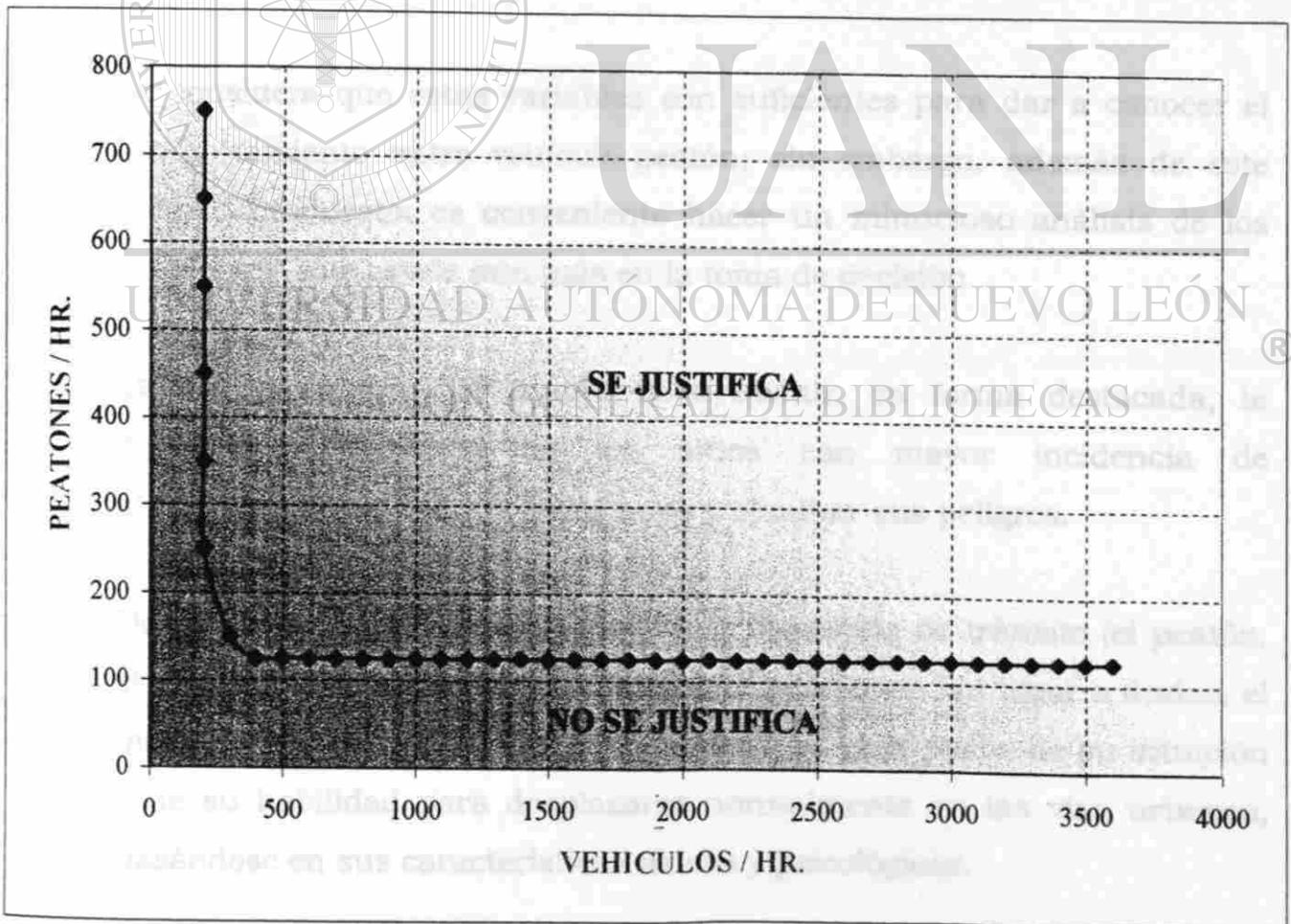
## IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### GRAFICA 4

Justificación de un paso peatonal, en una avenida de cinco carriles con faja separadora central con un ancho por carril de 3.50 mts.

Utilizando la distribución de POISSON  $P(X) = \frac{\lambda^X e^{-\lambda}}{X!}$

Con la cual se obtuvieron las probabilidades de ocurrencia de un accidente entre un peatón y un vehículo



## **IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Los resultados obtenidos de esta investigación, sin lugar a dudas facilitarán la toma de decisión en los análisis para la justificación de pasos peatonales a desnivel. La utilización de la distribución probabilística de Poisson maneja las siguientes variables:

- Ancho de calzada.
- Volumen de tránsito peatonal.
- Volumen de tránsito vehicular.
- Velocidad del peatón.

Se considera que estas variables son suficientes para dar a conocer el comportamiento entre vehículo-peatón; sin embargo, además de este método propuesto, es conveniente hacer un minucioso análisis de los accidentes, que ayude aún más en la toma de decisión.

La acción en pro del peatón debe incluir, en forma destacada, la detención sistemática de los sitios con mayor incidencia de atropellamientos, a fin de estudiarlos y eliminar sus peligros.

De los cuatro elementos que estudia la ingeniería de tránsito (el peatón, el conductor, el vehículo y el camino); el peatón es, sin lugar a dudas, el más desprotegido. Su seguridad depende, en gran parte, de su intuición y de su habilidad para desplazarse normalmente en las vías urbanas, basándose en sus características físicas y psicológicas.

**Sin embargo, es responsabilidad de los especialistas en esta área, realizar investigaciones que tiendan en proporcionar, tanto al peatón como al conductor, mejores niveles de seguridad y comodidad.**

**En la medida que se cumpla esa responsabilidad, el usuario se verá beneficiado con estas infraestructuras viales, mejorando con ello la circulación y, por ende, incrementando la calidad de vida de nuestra comunidad. De esta manera podemos afirmar: “Hemos cumplido con nuestro País y con nuestros hijos”.**



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## **X. BIBLIOGRAFIA**

---

**Cal y Mayor Cárdenas Rafael (1985)**

Ingeniería de Tránsito

Fundamentos y aplicaciones

Ed. Alfa & Omega

7ª edición

---

**Valdez González Antonio - Roldan (1977)**

Ingeniería de tráfico

Ed. DOSSANT, S.A. (Madrid: Plaza de Santa Ana, 9)

3ª edición (corregida y aumentada)

---

**XVIII Seminario de Ingeniería de Tránsito**

Aguascalientes, Ags., México (1988)

---

**Cal y Mayor Rafael (1978)**

Manual de Educación Vial y Seguridad

Ed. LIMUSA

2ª edición

---

**Box Paul C. y Joseph C. Oppenlander (4ta Edición 1976)**

Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito

Asociación Mexicana de Caminos, A.C.

Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A. (México)

---

---

**Schawer Johannes F. y José Puy Huarte (1971)**

**Métodos de Estudios de Ingeniería de Tránsito.**

Asociación Mexicana de Caminos, A.C.

Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A. (México)

---

**J. Mothes - J. Torrens Ibern (3ª edición, 1970)**

**Estadística aplicada a la Ingeniería de Tránsito**

Ed. ARIEL

---

**Kennedy John B. - Adam M. Neville (2ª edición 1978)**

**Estadística para ciencias e ingeniería**

Ed. HARLA

---

**Ya - Lun Chou (2ª edición, 1976)**

**Análisis estadístico**

Ed. INTERAMERICANA

---

**Highway Capacity Manual (1992)**

Transportation Research Board

National Research Council

Washington, D.C.

---

