

# **IV DISEÑO PRELIMINAR DEL PROYECTO DE VIAS**



## **IV DISEÑO PRELIMINAR DEL PROYECTO DE VIAS**

### **10. Condiciones del Diseño**

Las carreteras en Guatemala se dividen en las 4 siguientes categorías

- a) Carretera Internacional (CA-1, CA-2, CA-9)
- b) Carretera Nacional Principal
- c) Vía Regional Secundaria
- d) Vía Local

De acuerdo con el diseño estándar de la carretera Americana, la cual es la política en Diseños Geométricos de carreteras y calles (AASHTO), las carreteras se dividen en las siguientes 5 categorías;

- a) Autopista
- b) Vía Arterial Principal Urbana y Rural
- c) Vía Arterial Menor
- d) Vía Colectora
- e) Vía Local

Las funciones y características de las vías en la clasificación han sido examinadas para la planificación en el Plan Maestro de Transporte Urbano.

- a) La función principal de autopistas y vías arteriales es mantener primordialmente el movimiento, por lo que se requiere un criterio de alto estándar del diseño de la carretera.
- b) La función de la vía local ó vía menor es principalmente mantener acceso a la tierra.
- c) La función de una vía recolectora se encuentra entre las funciones de una vía arterial y una vía local.

Tomando en cuenta lo anterior, así como también las condiciones que gobiernan el plan de la carretera, se identifican a continuación las funciones y características de la carretera en el estudio (Corredor Este-Oeste y Carretera Petapa):

- a) Un servicio de viaje funcional para movimientos mayores de tráfico.
- b) Proveer capacidad alta de tráfico para grandes volúmenes de tráfico pesado.
- c) Permitir viajes de larga distancia a velocidades altas.

Otras características de las carreteras de estudio, es que existe una Vía Exclusiva para Bus, lo que mantiene la posibilidad de introducir, en un futuro, un sistema de tren o metro.

#### **10.1 Diseño Estándar**

El diseño de vía propuesta esta basado en premisas y condiciones por lo que un Estudio de Factibilidad del Corredor Este-Oeste / Corredor Este - Oeste Vía Exclusiva para Bus y carretera Petapa/ Vía Exclusiva para Bus FEGUA.

La distancia de la carretera del Corredor Este-Oeste/ Corredor Este-Oeste Vía Exclusiva para Bus se aproxima a 12,200m y la carretera Petapa / FEGUA vía exclusiva de bus se aproxima a 17,600 m.

Como resultado del diseño preliminar, el corredor Este - Oeste es de 4 - carriles de doble calzada con 2 carriles para la Vía Exclusiva para Bus, con diseño de velocidad adaptado a 60km/h, y un intercambio al Anillo Periferico y 3 intercambios al desnivel de la Calzada San Juan y Bulevar San Nicolás, 30 calle zona 8.

La Carretera Petapa es de 4 carriles de doble Calzada. La Vía Exclusiva para Bus FEGUA es de 2 carriles de doble calzada con 19 paradas de Bus.

El diseño de vía está conducido a examinar los siguientes aspectos de diseño;

- a) Sección típica
- b) Diseño de alineación
- c) Diseño de Sección Transversal
- d) Diseño de Pavimento
- e) Diseño de Drenaje
- f) Diseño de Intercambio

#### **10.1.1 Sección Tranversal Típica**

La sección típica es determinada en consideración de lo siguiente:

- a) Función y características de la vía
- b) Diseño de velocidad de la vía
- c) Diseño estándares
- e) Vía relacionada sección típica

##### **(1) Ancho del carril**

De acuerdo con AASHTO, 3.50M (12 pies) de ancho del carril es adaptado para el propósito de las vías.

##### **(2) Ancho de Hombro**

Considerando a lo largo de la ruta las características topográficas, el ancho del hombro derecho e izquierdo de la vía propuesta de 1.0 m y 0.5 m se hace respectivamente.

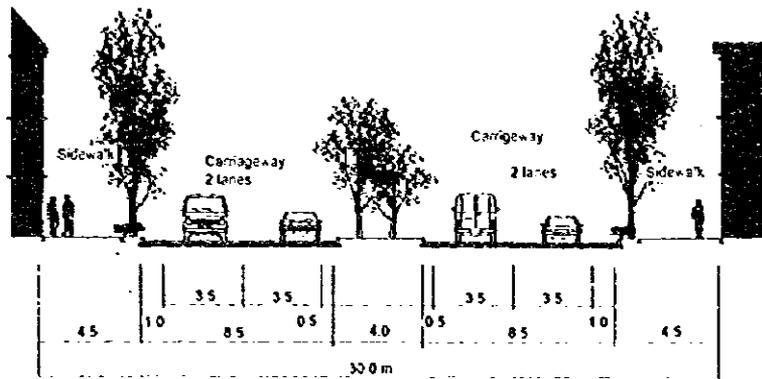
El ancho de los hombros de puentes de gran distancia (largo del puente es más de 50m) es de 0.5m. Fuera del ancho de hombros 1.50 es adaptado para la instalación de señales de tráfico, guardacarril, señales de información y para la instalación de muros de protección.

##### **(3) Ancho Mediano**

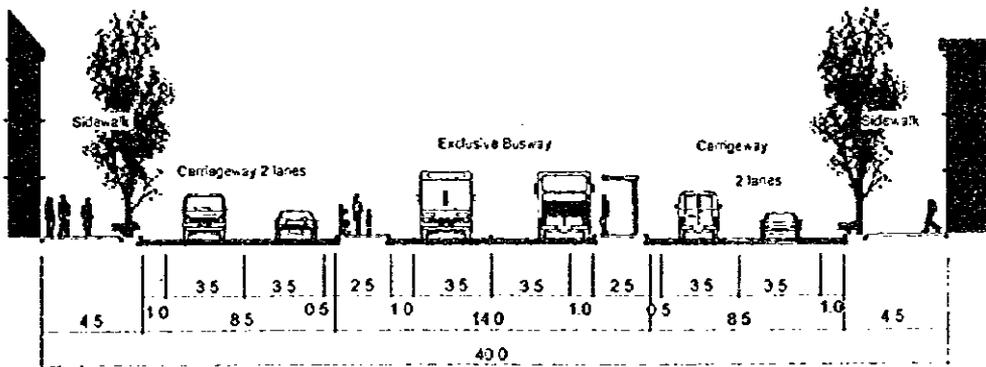
El ancho mediano fue decidido como 4.0m.

##### **(4) Derecho de Vía**

El típico derecho de vía es aproximadamente a 40m para un nivel de terreno la planta baja con 4 carriles con una vía exclusiva de buses. La sección típica se muestra en la siguiente figura 10.1



**Sección de la Avenida Petapa**



**Sección Corredor Este Oeste**

**Figura 10.1 Sección Típica Transversal**

**Tabla 10.1 Diseño Geográfico Estándar**

Velocidad de Diseño	60 km./h (40 millas/h)		
	(unidad)	metro	pies
<b>1 Alineamiento horizontal</b>			
1) Radio mínimo (4=0.04)		175	573
2) Mínimo absoluto (4=0.08)		145	477
Para corona nodal		1692	5550
Para corona adversa		1747	5730
Para curva de transición		2328	7639
3) Longitud de curva mínima			
2 carriles		52	170
4 carriles		76	250
<b>2 Distancia de visibilidad</b>			
1) Distancia mínima de visibilidad de parada		84	275
2) Distancia deseable de parada		99	325
3) Distancia mínima de visibilidad de paso		457	1500
<b>3 Alineamiento vertical</b>			
1) Con limitación de longitud	Terreno plano: 7%	152	500
	Terreno ondulado: 8%	149	490
	Terreno en colina: 10%	122	400
2) Longitud mínima de curva vertical			
Cresta		1829	6000
Columpio		1829	6000
3) Longitud deseada de curva vertical			
Cresta		2438	8000
Columpio		2134	7000
4) Longitud mínima de curva vertical		37	120

(Fuente: Una política en Diseño Geométrico en Autopistas y Carreteras, AASHTO, 1990)

### 10.1.2 Gradientes de Pendientes de Cortes y Terraplenes

La gradiente de la pendiente del corte y el relleno ha sido examinada en la construcción según condiciones geológicas del corte y terraplén, la investigación de la superficie fue realizadas por perforaciones al borde de la vía propuesta.

#### (1) Gradiente de la pendiente del corte

La pendiente del corte depende del tipo de suelo, el cual será excavado. Generalmente, la pendiente es decidida con referencia a la tabla 10.2 también en consideración del gradiente existente, y la pendiente de corte de las áreas circundantes.

**Tabla 10.2 Gradiente de Pendiente para condiciones de Suelo**

Tipo de Suelo	Corte Altura(H)(m)	Gradiente (V:H)
Roca Dura		1:0.3 - 1:0.8
Roca Suave		1:0.5 - 1:1.2
Arena		1:1.5 - arriba
Barro Arenoso Alta Densidad	H < 5m	1:0.8 - 1:1.0
	5 < H < 10m	1:1.0 - 1:1.2
Baja Densidad	H < 5m	1:1.0 - 1:1.2
	5 < H < 10m	1:1.2 - 1:1.5
Arena con Alta Densidad	H < 5m	1:0.8 - 1:1.0
	5 < H < 10m	1:1.0 - 1:1.2
Piedra Baja Densidad	H < 5m	1:1.0 - 1:1.2
	5 < H < 10m	1:1.2 - 1:1.5
Arcilla	H < 10m	1:0.8 - 1:1.2
Arcilla con Piedra	H < 5m	1:1.0 - 1:1.2
	5 < H < 10m	1:1.2 - 1:1.5

De los resultados de la Investigación se deduce que la superficie consiste de dos capas; una es la superficie del suelo que consiste en arcilla sedimentado con piedras y la otra de piedras suaves que consiste en granito con un diámetro observado de 40 a 50.

Tomando en cuenta las condiciones del suelo descritas, se adopto una gradiente de 1:1.0 (V:H) para la capa de superficie de suelo y 1:0.5(V:H) para la capa de roca suave sin embargo, se deben de realizar mas investigaciones del subsuelo en la fase final.

## (2) Gradiente de la pendiente para Terraplén

El terraplén utiliza los materiales excavados del suelo existente como resultado de la comparación entre el relleno y el corte de volumen basado en el diseño de vía preliminar. La relación entre la pendiente y las condiciones geológicas se muestran en la tabla 10.3

**Tabla 10.3 Gradiente de Pendiente de Terraplén por el Tipo de Suelo**

Tipo de Suelo	Terraplén Altura(H)(m)	Gradiente (V:H)
Suelo (Bien Graduado)	0 < H < 6m	1:1.5
Arena con Grava	6 < H < 15m	1:1.8
Arena (mal Graduado)	0 < H < 10m	1:1.8
Grava	0 < H < 10m	1:1.5
	10 < H < 20m	1:1.8
Arcilla Arenoso	0 < H < 6m	1:1.5
	6 < H < 10m	1:1.8

Tal como se menciono anteriormente, el terraplén utiliza tierra suave y arcilla sedimentada en una mezcla similar al material excavado para el lecho de la vía. Tomando en cuenta los materiales del terraplén para la nueva carretera propuesta, un 1:1.5 (V:H) de gradiente de la pendiente ha sido adaptada para terraplén de menos de 5.00 m en altura y un 1:1.8 de gradiente del terraplén para más de 5.0 m en altura. Sin embargo, un estudio circular deberá llevarse a cabo cuando el diseño final detallado este finalizado.

## 10.2 Alineación Horizontal y Vertical

El diseño de alineación cubre dicho diseño horizontal y verticalmente y se lleva a cabo para considerar la armonía entre el análisis horizontal y vertical del diseño de alineación, así como diseño de sección típica.

### 10.2.1 Diseño de Alineación Horizontal

Considerando principalmente los siguientes asuntos, la localización de la ruta de Estudio ha sido realizada utilizando mapas topográficos a escala 1:2,000.

- a) Diseños estándar geométricos de 60 Km./h adaptado al diseño de velocidad.
- b) Desarrollo futuro
- c) Desarrollo existente
- e) Alineación de la vía existente.

### 10.2.2 Diseño de Alineación Vertical

Considerando los siguientes puntos, la alineación del diseño vertical ha sido llevado a cabo utilizando Mapas topográficos a escala 1:2,000 para dicha alineación.

- a) Diseño estándar geométrico
- b) Condiciones de alineación horizontal
- c) Características de las condiciones geográficas
- d) Acceso a la carretera existente
- e) Estructuras grandes en el diseño

Los trabajos principales del diseño de alineación vertical son los siguientes:

- a) La máxima pendiente longitudinal ha sido realizada al 3.0% para un futuro sistema de tren y un 0.3% como pendiente mínima longitudinal de gradiente.
- b) El 60% de máxima longitud de la pendiente a sido adaptada para un terreno ondulado.
- c) Area Democracia, la mayor función del túnel es de proteger el área existente de casas, el cual esta localizado a lo largo del área residencial y también mantener en buenas condiciones el Medio Ambiente.

## 10.3 Pavimento

### 10.3.1 Diseño Estándar

En Guatemala, no se encuentran establecidas las regulaciones para el diseño de vía con respecto a los aspectos geométricos e inter-relaciones con las estructuras de suelo. La dirección de planificación y diseño en CAMINOS, utiliza las normas de AASHTO, y también las de la Institución Americana del asfalto.

Sin embargo, los tipos de pavimento que serán utilizadas en Guatemala se definen de acuerdo al volumen de tráfico:

- |                            |                                      |
|----------------------------|--------------------------------------|
| a) 50 a 100 (vehículo/día) | Balastro                             |
| b) 500                     | Tratamiento bituminoso en superficie |
| c) 1400                    | Pavimentado de concreto asfalto      |

### 10.3.2 Tipo de pavimento que será adoptado en este Estudio.

El tipo de pavimento que será adaptado para la vía, se tomará según las siguientes consideraciones:

- a) En Guatemala, ha existido mas experiencia con pavimento asfaltico que pavimento de cemento.
- b) Los materiales para el pavimento asfáltico se pueden producir en Guatemala.
- c) El mantenimiento del pavimento de concreto es más económico que el asfalto de concreto pero el costo de construcción inicial es más alto.

### 10.3.3 Espesor del Pavimento

#### (1) Espesor de la Superficie

10cm del espesor de concreto asfalto han sido aceptados para el propósito del camino como resultado del cálculo de espeso del pavimento basado en el Diseño AASHTO de la estructura del Pavimento.

#### (2) Materiales y Espesor de la Capa Base

Los materiales y el espesor de base para pavimento asfáltico han sido determinadas dependiendo del volumen de tráfico acumulado. El espesor de la base es determinado, generalmente, de acuerdo al espesor de la capa asfáltica. Una superficie asfáltica de un espesor de 10 cm le corresponde cierto espesor de base, así como se muestra a la figura 10.2.

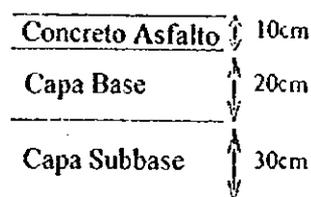


Figura 10.2 Espesor del Pavimento

## 10.4 Drenaje

### 10.4.1 Sistema de Drenaje

En Guatemala se examina la construcción de un sistema de drenaje debido a experiencias pasadas, los aspectos del medio sobre la erosión de suelo y seguridad de vehículos. Los detalles del sistema de drenaje básico son los siguientes;

- a) En lo más alto de las pendientes del corte, un canal de agua es controlado para la recolección de agua pluvial y área alrededor lo cual sirve para prevenir una fuga hacia el área de vías.
- b) En la parte más baja de la pendiente del corte, un canal de agua es proporcionado para recolectar agua pluvial el cual debe prevenir una fuga hacia las carreteras.

- c) En la parte baja de la pendiente terraplén, un canal de agua es proporcionado para recolectar agua pluvial del área del terraplén.
- d) El agua pluvial de las carreteras de doble calzada es recolectada en canales de agua que desembocan en la parte baja de las pendientes del corte y el terraplén.
- e) Condición de alcantarillado ó caja de alcantarillado que se abastece de pequeños ríos (quebrada) que cruzan la sección de la vía propuesta.
- f) Los puentes son proporcionados en los ríos que cruza la vía propuesta.

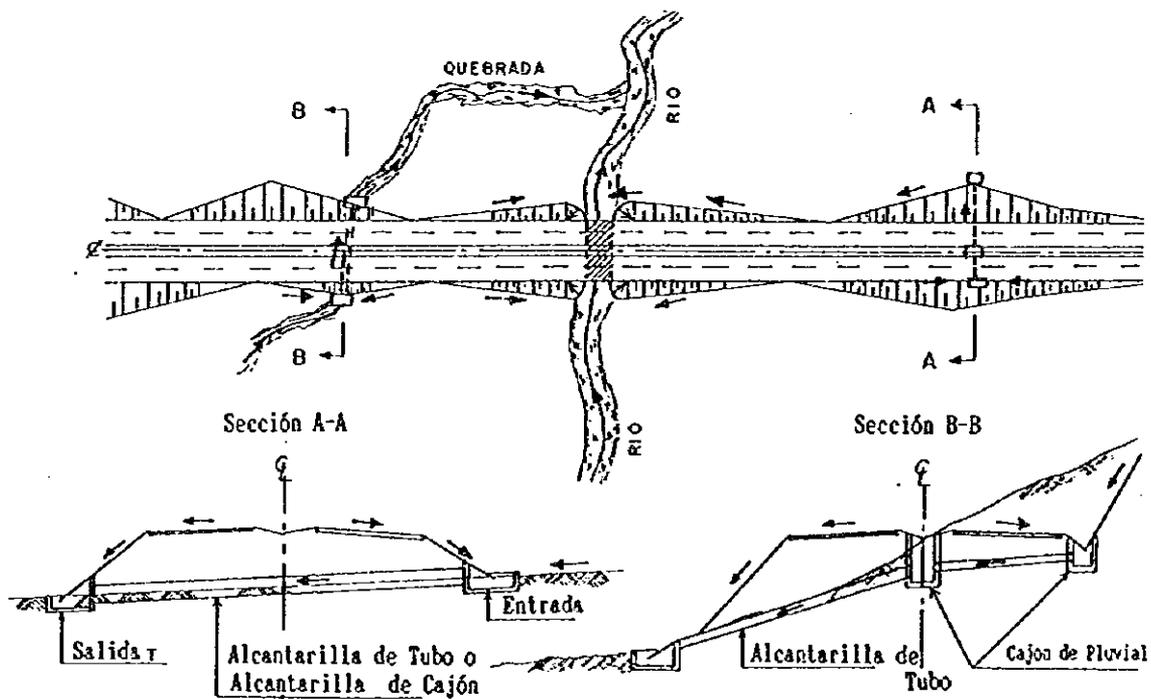


Figura 10.3 Sistema de Drenaje

#### 10.4.2 Diseño de Drenaje

El diseño del drenaje es basado en el sistema de drenaje y en consideración de la situación de derrames y en condiciones topográficas.

##### (1) Ríos como embocadero de Agua Pluvial

Como resultado de la encuesta en el campo reconocido de la vía propuesta y del el análisis topográfico, los siguientes ríos son seleccionados para descargar el agua pluvial.

- a) Río Naranjo (Ruta este - oeste)
- b) Río La Barrance (Ruta este - oeste)
- c) Río Villalobos (Ruta FEGUA)

## (2) Tubería y Caja de Alcantarillado

La caja de alcantarillado ha sido proporcionado por los siguientes puntos considerando las condiciones topográficas y el volumen flujo basado en la encuesta reconocida. El tamaño mínimo adaptado para la caja de alcantarillado es de 2.00m \* 2.00m (Alto por Ancho) considerando la preservación del suelo y de piedras de troncos en el agua.

- a) En pequeños ríos (Quebradas)
- b) Sección de terraplén grandes
- c) Vías de animales

La tubería ha sido proporcionada en pequeñas áreas de agua estancada en secciones de terraplén. Considerando un mantenimiento el diámetro mínimo de 1.00 m en las tuberías de alcantarilla.

## 10.5 Estructura

### 10.5.1 Diseño Estándar

Las "Especificaciones Generales para la construcción de carreteras y de puentes de la Dirección General de Caminos" establecen que el Diseño de Estructura debe basarse en "Estándares Americanos de la AASHTO". En este estudio, las estructuras deberán diseñarse en base a AASHTO para la construcción. Las principales condiciones de Diseño son las siguientes:

#### (1) Carga

##### 1) Carga Viva

En Guatemala para el diseño de estructuras de vías, carga de vivas se aplican los estándares de AASHTO HS20-44. También en este estudio las estructuras se diseñaran para esta sobrecarga.

##### 2) Carga Sísmica

En la ciudad de Guatemala han existido experiencias con terremotos de una magnitud de 7.6 en el año 1,976. Este desastre sísmico puede ocurrir en el futuro ya que se encontraron fallas alrededor de la ciudad. En la ciudad de Guatemala para acelerar el coeficiente "A" de este estudio, el valor promedio aceleró su coeficiente al lado de la presentación sísmica de AASHTO. Cuando "A" es 0.30.

#### (2) Resistencia de los Principales Materiales

La resistencia de los principales materiales se muestra en la tabla 10.4 La resistencia del concreto fue realizada considerando las condiciones de Guatemala. La resistencia del acero fue tratada correspondiendo a ASTM.

Tabla 10.4 Resistencia de materiales

Material	Observaciones	Esfuerzo
Concreto	Para estructura	$f_c=315\text{kg/cm}^2$
	Para estructura	$f_c=210\text{kg/cm}^2$
	Para pre-esforzado	$f_c=350\text{kg/cm}^2$
Acero de refuerzo	Grade 40	$f_v=2800\text{kg/cm}^2$
Acero pre-esforzado	Grade 270	$f_v=161\text{kg/mm}^2$
Acero estructura	M-183	$f_u=4000\text{kg/cm}^2$

Nota:  $f_c$ : esfuerzo máximo de compresión a los 28 días

$f_v$ : esfuerzo de cedencia de refuerzo

$f_u$ : esfuerzo mínimo de tensión

### 10.5.2 Estilo de Estructura

Las estructuras que se manejan en este estudio son de puentes, túneles y muros de contención. Los puentes se clasifican en escalas largas que se construyen sobre valles profundos puentes que cruzan ríos y sobre puentes. Un túnel es planificado para que se construya justo debajo del parque La Democracia y el muro de contención es planificado en un canal cerca del final del corredor Este- Oeste, a continuación se indican los criterios para cada tipo de estructuras:

#### (1) Puentes

Las estructuras del puente deberán ser económicas y estructuralmente seguras, y también deberán ser estéticos, con armonía al Medio Ambiente que le rodea. Respecto a los aspectos económicos, no sólo se debe de tomar en cuenta el costo de construcción sino también debe considerarse el costo de mantenimiento en el futuro. La seguridad de la estructura del puente en construcción debe tomarse en consideración. Se debe evitar el dividir comunidades tanto sea posible.

Los aspectos mencionados fueron considerados como criterios de selección para cada parte de los puentes planeados los cuales están divididos en superestructura, sub-estructura y cimentación.

#### 1) Superestructura del Puente

La superestructura del puente es clasificada generalmente por el tipo de estructura entre puente de concreto reforzado (C.R.) y Puente de concreto procesado (C.R.) y puente de hierro. Se aplica un tipo de puente dependiendo de su trabajo como se muestra en la tabla 10.5. De acuerdo con la presente construcción en la ciudad de Guatemala, existen algunas plantas de concreto a gran escala. Por lo tanto el cemento y los agregados podrán ser proporcionados y también es fácil de obtener la mezcla u vigas prefabricadas de alta calidad. Por el contrario en trabajos de acero como acero reforzado, acero procesado y para manufacturar vigas de acero es necesario introducir tecnología extranjera o importar tales vigas.

Como resultado de la situación, todos los puentes recientemente construidos en la ciudad de Guatemala son de concreto.

Tabla 10.5 Tipo de Puente y Aplicación Estándar

	Tipo de Estructura	Longitud del Puente (m)																		
		20	40	60	80	100	120	140	160	180	200									
C	C.R. Viga T. Simple	■																		
R	C.R. Losa Vacía	■																		
	C.P. Losa Vacía	■	■																	
C	C.P. Viga T. Simple	■	■																	
P	C.P. Viga I Simple		■	■																
	C.P. Caja Simple de Viga			■	■															
	C.P. Caja Voladiza			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Viga de acero Simple		■	■	■															
A	Caja de Acero Simple			■	■															
	Caja de Acero Continúa			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Note: R.C.: Concreto Reforzado

P.C.: Concreto Pretensado

S : Acero

Los puentes de acero tienen algunos méritos, tales como el tiempo corto de construcción que minimiza el trabajo sobre el terreno, pero el costo de construcción es más alto en Guatemala esto se debe a que el material y tecnología que utilizan es importada. Por otro lado, los puentes de concreto no necesitan ser re-pintados lo cual es necesario para los puentes de hierro, los puentes de concreto necesitan menos mantenimiento. Para la superestructura de este estudio, los puentes de concreto tienen ventaja económica y mantenimiento.

Los puentes de concreto se clasifican en puentes C.R. y Puentes C.P. los puentes C.R. se aplican sólo a tramos pequeños y los puentes PC a tramos largos y medianos. En los suburbios de la ciudad de Guatemala se encuentra una planta prefabricada de vigas de C.P., en donde vigas de Tipo - T para tramos menores a 20 metros y, tipo - T de vigas AASHTO para tramos de 20 - 40 metros son manufacturadas en casi todos los puentes recién. Es posible reducir el costo de construcción de puentes utilizando tecnología local y así estas vigas podrán ser adaptadas a un tramo menores a 40 metros.

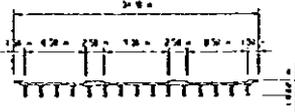
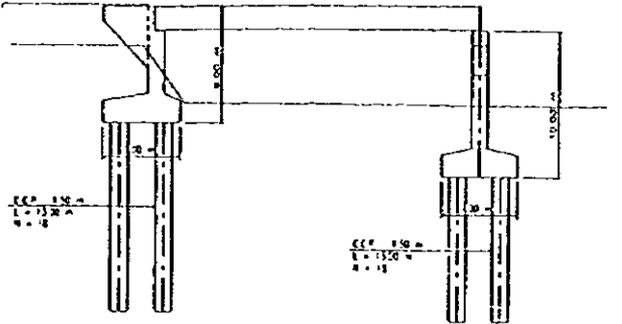
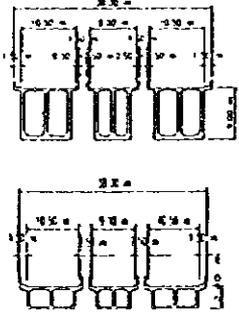
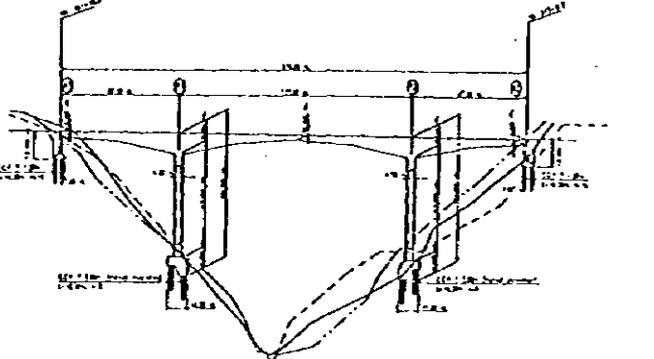
Tipo	Palmo(m)	Seccion Transversal	Perfil Longitudinal														
A	L<40m	 <table border="1" data-bbox="375 1064 630 1243"> <thead> <tr> <th>Type</th> <th>Girder Hght.(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>711</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>914</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1143</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1372</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1600</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>1829</td> </tr> </tbody> </table>	Type	Girder Hght.(mm)	1	711	2	914	3	1143	4	1372	5	1600	6	1829	
Type	Girder Hght.(mm)																
1	711																
2	914																
3	1143																
4	1372																
5	1600																
6	1829																
B	40<L<150																

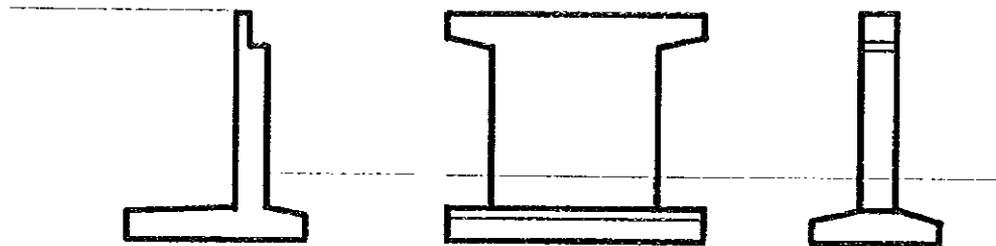
Figura 10.4 Tipo de Superestructura

En los puentes a gran escala - amplía los tramos son de más de 40 metros, incluyendo el puente Incienso del Periférico en la Ciudad de Guatemala, el cual se construyó hace más de 30 años por los Estados Unidos. Los constructores de puentes en Guatemala no tienen experiencia en la construcción de puentes gran escala. Puentes de gran escala de ejecución es un factor importante al seleccionar el tipo de puente. En este estudio se adapta el método del puente cantilever caja voladiza C.P., debido a que hay más experiencias en países desarrollados como Japón, Europa y América.

## 2) Subestructura del Puente

En la ciudad de Guatemala existe gran posibilidad de terremotos, por lo que la estructura y la pila de estimación deberá tener una alta asismicidad estructural. Por el estilo de la sub-estructura del puente, la estructura de tipo T reverso y la pila del puente voladizo rectangular será adaptado principalmente.

Este tipo de puente ha sido altamente experimentado en países desarrollados como Japón y América, quienes tienen más experiencia con estilos en áreas tecnológicas de asismicidad.



1) Empotramiento Tipo T invertido

2) Pilar Cantilever Rectangular

Figura 10.5 Tipo de Subestructura

## 3) Cimiento del Puente

El suelo del área de la planificación de la vía, tiene una capa bajo la superficie de 5 - 10 metros, con un valor - N bajo 30, lo cual no es adecuado para el soporte de la estratificación. El cimiento del puente necesita un soporte de estratificación de alta calidad para seleccionar un estilo de cimiento se debe definir la información de la construcción del puente. Se debe hacer referencia en el estudio de suelos en el área de construcción para seleccionar el tipo de cimiento, y en caso de existir un suelo firme más o menos de 5 metros de profundidad, un cimiento extendido debe ser seleccionada, en caso de existir unos 5 metros o más abajo de la superficie, se debe seleccionar un cimiento de pilotes. En cuanto al tipo de pilotes, es básico un pilote de concreto construido-en-el-lugar, se podría optar por la construcción de pilotes en-el-lugar por medio de máquinas, donde sea posible el acceso a maquinaria pesada y también podría optarse por construcción de pilotes en-el-lugar por medio de la excavación manual donde no se puede introducir maquinaria pesada.

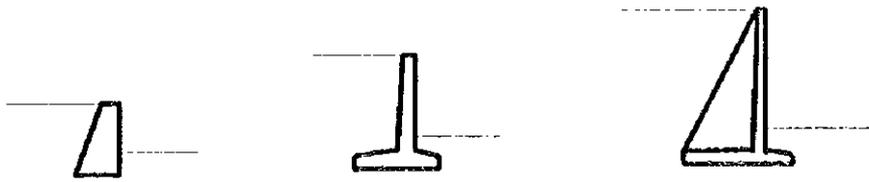
### (2) Túnel

Para el túnel, que se construirá en el parque La Democracia, se adoptará el método de corte abierto, debido a que existe muy poca tierra cubriendo y se construirá la caja de alcantarilla, debido a que es el método más económico.

### (3) Muro de Contención

La forma del Muro de Contención depende de la altura. Muros por gravedad, muros en voladizo y muro de contención reforzado, reverso de tipo - T que será adoptado principalmente para alturas menor a 3 metros, 3 a 12 metros y sobre 12 metros respectivamente para el cimiento del muro de contención, el pilote de concreto o el cimiento extendido será adaptada en la misma forma que el cimiento de puente.

Los estilos de retención del puente se observa en la figura 10.6



1)Muro de Contención por Gravedad 2)Muro de Contención en Voladizo 3)Muro de Contención Tipo Contrafuerte

**Figura 10.6 Tipos de Muro de Contención**

## 10.6 Facilidades Auxiliares de Iluminación

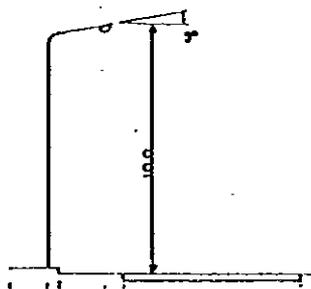
### 10.6.1 Alumbrado de Vías

El alumbrado de vías fue instalado, para continuar iluminando la ruta entera ó para iluminar el sitio ante los ojos del conductor la sección de la vía generalmente continua iluminada y para visualizar la luz se puede observar en la tabla 10.6; para el proyecto de la nueva vía la iluminación del sitio deberá ser utilizada principalmente en secciones donde no se espere y la iluminación deberá utilizarse en otras secciones.

**Tabla 10.6 Aplicación de la Iluminación de Calles**

Descripción	Aplicación
Iluminación Continua	Area de Construcción Arteria en área residencial Area donde la carretera ha sido desarrollada
Iluminación Parcial	Otra área (En la intersección, Intercambio, peatones, cruce curva cerrada, etc.)

La bujía - pie mide de 0.5 a 1.0 cd/m<sup>2</sup> y se utiliza usualmente como criterio para la instalación e la iluminación instalada en los arreglos de la carretera Petapa y el corredor Este - Oeste se pueden observar en la figura 10.7



**Figura 10.7 Instalación de Iluminación Típica**

### 10.6.2 Guardacarril

En la ciudad de Guatemala, existen pocos guardacarriles instalados como los de la CA-9 y otras carreteras recién inauguradas por lo tanto los guardacarriles deben instalarse para la seguridad del tráfico dependiendo de la pendiente de la vía o la diferencia del nivel, como se pueden observar en la figura 10.8 los guardacarriles deben instalarse para afrontar los obstáculos de la carretera como las de puentes y la baranda, también las curvas cerradas y las secciones de peatones.

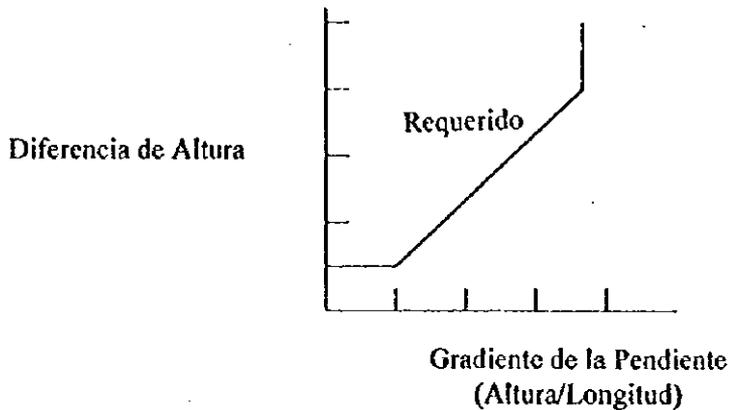


Figure 10.8 Aplicación de Guardacarril

### 10.6.3 Señales de Tráfico

Las señales de tráfico se clasifican en señales de regulación, señales de advertencia y señales de guía. Las señales de regulación indican el límite de velocidad, paradas, parqueos y otros. Estas señales están instaladas por la municipalidad desde la construcción de la carretera y son mantenidas por la municipalidad con el propósito de prevenir a los conductores del alineamiento de la carretera, condiciones de la superficie y otras condiciones inusuales en carreteras. También son instaladas las señales de guía para mostrar la dirección, destino y otra información al conductor.

Estas señales son recolocadas por métodos que se pueden observar en la figura 10.9 regularmente las señales de advertencia aparecen como un símbolo en los postes mientras que las señales, varias de las cuales muestran nombres de lugares por escrito, son también instaladas al lado de la carretera en dobles postes, en postes con voladizo o en forma colgante. En el caso de carreteras de dos carriles, es satisfactoria la instalación al lado de la carretera las señales que pueden ser visualizadas por los conductores en ambas líneas. Sin embargo, la forma colgante o poste con voladizo son deseables en las carreteras con tres o más carriles.

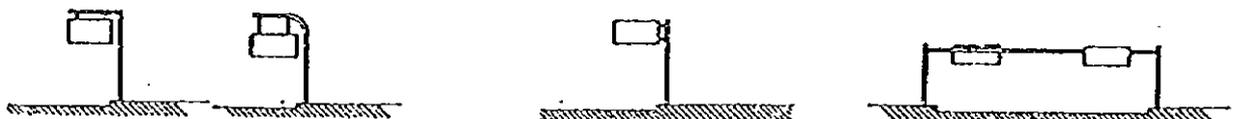


Figura 10.9 Montajes de Señales de Tránsito

#### 10.6.4 Marcas de Ruta

Las clases de Marca de Ruta se pueden observar en la tabla 10.7, estas marcas hacen conjunto con las señales de tráfico al darle al conductor una guía apropiada sobre alguna intersección. No solo deberán efectuarse al momento de construcción sino talvés a la hora del mantenimiento de las carreteras.

**Tabla 10.7 Varias Marcas de Pavimento**

1. Líneas	a. Línea Central b. Vía del Carril c. Final del Borde del Pavimento d. Línea de Parada	
2. Zona	a. Cruzada de Peatones b. Zona de Obstáculo c. Parada de Bus d. Zona de No Parada	Marcas de Intersección
3. Símbolo	a. Uso de Carril b. Dirección de Guía c. Señales de Regulación	Flechas Caracteres Límites de Velocidad, No Retorno, Dirección Restrictiva, etc.
4. Curva	Marcas para Restricción de Parqueo	
5. Unidades de Reflector	Montante, Barra de Obstrucción, Trazo Visualizado, etc.	

#### 10.6.5 Sistema de Peaje

Existen dos clases de sistema de peaje, la tasa de la distancia y el sistema del peaje abierto. El estudio sugiere el sistema de peaje abierto, considerando las siguientes razones:

- a) Generalmente, el sistema de la distancia proporcional es apto a una vía de gran longitud. Sin embargo, la distancia total de la vía es propuesta para la nueva carretera a 60 km., lo cual no se considera largo.
- b) El sistema de peaje abierto generalmente es apto a distancias cortas o al anillo de red vial considerando un balance entre la distancia y capacidad.
- c) La ruta se construirá por fases lo cual hace que el sistema de peaje es el más flexible.

##### (1) Instalación de la Plaza de Peaje

La instalación de una plaza de peaje, significa una facilidad para recolectar la tarifa de peaje designado para vehículos y peatones que generalmente se recolecta en garitas.

##### (2) Tipo de Instalación de la Plaza de Peaje

Las instalaciones de la plaza de peaje se clasifican en barrera de peaje y un plaza de intercambio de peaje, la cual depende de la instalación del lugar. En este plan la barrera de peaje se aplica a la ruta Este-Oste y a ruta Petapa.

##### (3) Tarifa del Sistema de Peaje

La tarifa del sistema de peaje se clasifica en plan de sistema de peaje abierto para todo el carril y por sección. En este plan la distancia de cada carril se aproxima a 10km, un sistema de peaje abierto será aplicado a la fila entera, instalando barras de peaje en lugares donde el acceso a carreteras es estructuralmente imposible.

#### **(4) Lugares Considerados**

- 1) La barrera de peaje será colocada no solo para llamar la atención del tráfico a una distancia grande de la plaza del peaje debido a la velocidad del tráfico, sino para que la plaza sea segura. También es necesario colocarlo varios sitios de distribución, en el fondo del cóncavo en la alineación de la pendiente debido a que la velocidad es apta para aumentar.
- 2) La barrera de peaje no deberá estrechar el camino, ni bloquear el tráfico. Por dicha razón todos los carriles serán proporcionados para el volumen de tráfico en la hora pico.
- 3) En la barrera de peaje, los vehículos podrán detenerse y arrancar con facilidad y seguridad, también el peaje será cancelado convenientemente. De acuerdo con la instalación de la plaza de peaje el diseño se adaptará para que los carriles se encuentren tan rectos como sea posible.
- 4) Al frente y en la parte posterior de la barra de peaje se colocará pavimento de concreto debido a que otros materiales no son durables.
- 5) Colocación del número de carriles para las barras de peaje.
  - a) El diseño del volumen de tráfico (vph) fue colocado utilizando una sección de volumen de tráfico en la hora pico del futuro volumen de tráfico (vpd).
  - b) Tiempo de servicio, suponiendo que en el caso de un sistema abierto de peaje (8) segundos serán necesarios, se calculó un número de carriles.
  - c) El perfil fue calculado para un basto número de carriles necesarios.  
Número de carriles necesarios = volumen de tráfico en la hora pico \* tiempo de servicio/3,600 segundos.  
Volumen pico de tráfico de la ruta Este-Oeste: 3,200 vph  
Volumen pico de tráfico de la ruta FEGUA: 2,600 vph  
Ruta Este-Oeste = 7 carriles, Ruta FEGUA = 6 carriles

#### **10.7 Contramedidas del Medioambiente**

##### **(1) Reubicación**

La reubicación causada por la construcción del Corredor Este-Oeste y la Vía Exclusiva para Bus Ruta FEGUA, es un principal problema ambiental social en la implementación del proyecto. Estrictas contramedidas para la reubicación deberán tomarse en cuenta para mantener una buena condición ambiental. Algunas contramedidas son sugeridas en adición a las condiciones generales.

##### **(2) Disminución de Ruido**

La alineación vertical contra el impacto ambiental o ruido es un elemento crucial en el diseño para las estructuras a ser construidas en el área de La Democracia. El punto de control de alineación vertical para esta carretera esta en la intersección con el Anillo Periférico y el área residencial circundante.

##### **(3) Seguridad y División de Comunidades**

Para evitar estos problemas las siguientes estructuras son necesarias.

a) Cerca/Barrera de Guardia

El Proyecto deberá tener defensas a lo largo de ambos lados de la Vía Exclusiva para Bus, para mantener a los usuarios de bus del Corredor para protegerlos contra accidentes de tráfico. La defensa es también útil para proteger a los peatones y choferes de colisiones accidentales.

b) Puente Elevado y Paso a Densivel

El puente elevado y el paso a desnivel deberá ser construido en los puntos necesarios para evitar cortes de comunicación local.

#### **(4) Propiedad Cultural**

Aunque no se predijo impacto en la propiedad cultural, las siguientes consideraciones son sugeridas.

a) Empezar un reconocimiento preliminar a lo largo de la ruta del Proyecto, basado en ejemplos para detectar y llevar a cabo al final esfuerzos de rescate arqueológico en los sitios localizados.

b) Empezar una perspectiva para monitoreo de la fase de construcción. Control de intentos para localizar los sitios observados durante la construcción del Proyecto, para evaluar y rescatar los sitios localizados y comparar los datos del reconocimiento superficial con los datos del monitoreo.

#### **(5) Terraplén**

Cuando las condiciones naturales son modificadas por la construcción de una carretera, esto marca el principio de una descendencia entre la aparición de erosión y crecimiento de la vegetación. Los problemas de erosión pueden resultar de diversas causas y son la consecuencia de la constante interacción entre estructuras de suelo, condiciones climáticas y recursos de agua.

a) Estabilidad de Pendientes

La estabilidad de la pendiente puede ser distorsionada durante la construcción de la carretera o terraplén. Los derrumbamientos pueden resultar del corte estepa de la pendiente, deficiencia del drenaje y modificaciones del flujo de agua. Algunos suelos vulnerables, tales como esquisto, son conocidas por ser inestables y difíciles de drenar.

b) Disposición del Material de Despojo

El material de la plataforma del corte de la carretera puede afectar la vegetación del lugar, aumentar la erosión y los problemas de la estabilidad de la pendiente. Grandes cantidades de despojo puede ser generado durante la construcción en el área montañosa. Algunas veces es difícil de diseñar un balance entre el corte y el volumen terraplén de la tierra en cada localidad, y el transporte para disponer más de los sitios podría ser costoso. Esto crea una necesidad para el manejo ambiental del material ladeado.

c) Mitigación

Hay alcances amplios de técnicas diseñadas para reducir el riesgo del daño del despojo y ajustar al proyecto dentro de su ambiente con pocos efectos. Simples técnicas como la replantación será efectiva en muchas situaciones. Más técnicas sofisticadas como muros de contención se utilizan sólo en los casos más difíciles.

#### d) Replantación

Al replantar áreas despejadas y pendientes, es más importante la acción de reducir la erosión y establecer los problemas. Esto deberá tomarse tan pronto como sea posible en el proceso de construcción, y antes que la erosión avance. La vegetación debe ser seleccionada por una función específica de ingeniería. En algunos casos una estructura a corto plazo tal como una cerca, que se instala al borde de la vegetación, la cual puede apoderarse de la función de una estructura.

Para la vegetación si misma no se requieren contramedidas específicas. Pero se necesitan condiciones generales durante la construcción y mantenimiento. La consideración más importante es minimizar la tala y mantener tanto bosque secundario como sea posible a lo largo del Proyecto para prevenir la erosión de suelo.

La reforestación tendrá muchos beneficios ambientales. Esto ayudará a estabilizar pendientes, prevenir la erosión y reducir el destave, lo cual protegerá vivienda y tierras de cultivo. Existe una necesidad especial para armonizar la alineación de la carretera con el medioambiente y el aspecto visual. Los árboles no deberán ser plantados en la orilla de la carretera, la vista y distancia deberán tenerse en consideración cuando los árboles son plantados en el cruce de carretera y los lados anteriores de las carreteras curvas. Las ramas de los árboles no deberán alcanzar la orilla de la carretera.

Grandes volúmenes de basura están listos para ser amontonados dentro de arroyos y ríos. Como la población puede crecer debido al Proyecto, el problema de desechos de basura en las vías de agua afectará los hábitats acuáticos. Este impacto negativo puede ser mitigado a través de educación Ambiental de la población y por un efectivo programa de limpieza de carretera.

## 11. Corredor Este-Oeste

### 11.1 Condición Física

El corredor Este-Oeste es un nuevo tramo de carretera radial. El corredor Este-Oeste con la vía de buses para el fortalecimiento del transporte público competirá con el incremento remarcado del volumen de tráfico este-oeste y mitigará la carga de la Calzada San Juan Sacatepéquez. La ruta del proyecto es entre la terminal de la Zona 4 y el cruce entre la Calzada San Juan y el Anillo externo planificado. El anillo externo planificado consiste en ensanchar la 49 avenida de la Colonia Montserrat y carretera San Nicolás.

El área de la ciudad de Guatemala y Mixco están conectadas con la CA-1 (8 carriles) y Calzada San Juan (4 carriles). Carreteras conectoras como Periférico (4 líneas), Avenida Bolívar (4 carriles), 6a. Avenida (4 carriles), 7a. Avenida (4 carriles) y Avenida Reforma (4 carriles auxiliares) conectan al área del Centro y otros centros comerciales.

En un futuro cercano la Calzada San Juan podría sufrir una congestión de tráfico y el incremento del tráfico no podría ser manejado. Las prioridades podrían colocarse en las facilidades del transporte público para trasladar la demanda de tráfico al transporte público. En estas circunstancias los 4 nuevos carriles de carretera podrían ser construidos y las vías de buses podrían ser provistas de la terminal de buses en la zona 4 desde el inicio con la carretera.

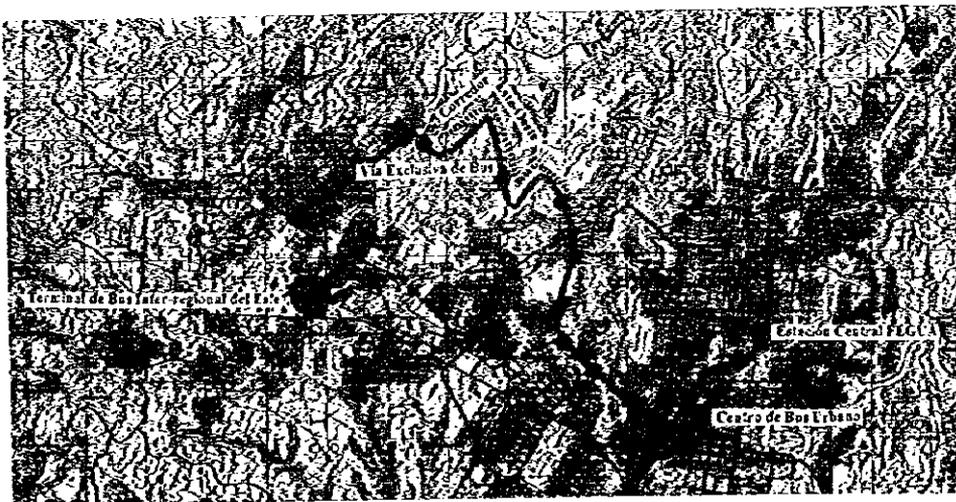


Figura 11.1 Mapa de Localización del Corredor Este-Oeste

## 11.2 Condición de Tráfico

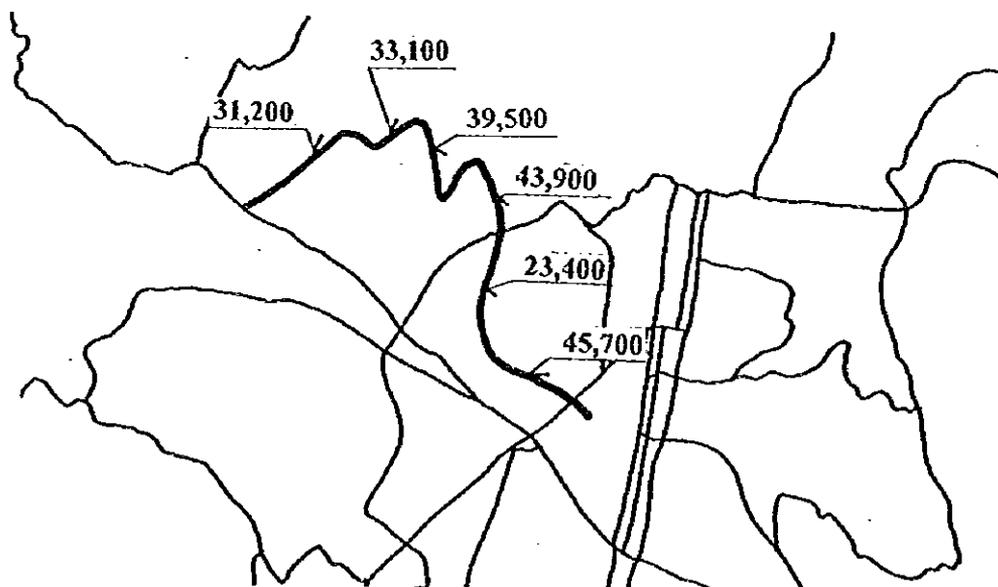
El volumen de tráfico en la sección del corredor Este-Oeste se pueden obtener con los cálculos descritos en el capítulo cinco. El volumen del tráfico en carros de pasajeros varia de sección en sección. Sin embargo, la demanda de tráfico de 40,000 a 45,000 UCP es severamente esperado.

La capacidad de volumen del Corredor Este-Oeste se supone sea 48,000 UCP/día así que el volumen de tráfico de cualquier sección no alcanza la capacidad. El volumen de tráfico en la sección entre la terminal de bus y Kaminal Juyú, de la sección entre Periférico y el Naranjo son más largas que aquellas del resto de las secciones.

El promedio de la distancia del recorrido de tráfico que pasa sobre las secciones dentro del Anillo Periférico es más corta que aquella en las secciones fuera del Anillo Periférico.

**Tabla 11.1 Sumario de la Demanda de Tráfico por Sección**

Sección	Demanda de Tráfico (UCP)	Congestionamiento	Promedio Longitud viaje
Terminal de Bus - Kaminal Juyú	45,700	0.95	11.0
Kaminal Juyú - Periférico	23,400	0.49	10.5
Periférico - Naranjo	43,900	0.91	13.7
Naranjo - Montserrat	33,100 - 39,500	0.69 - 0.82	14.5 - 14.9
Montserrat - San Juan Sacatepéquez	30,800 - 39,200	0.64 - 0.82	12.3 - 15.9



**Figura 11.2 Demanda de Tráfico Corredor Este-Oeste**

Después de analizar las características del tráfico por secciones, se pueden obtener los siguientes resultados.

- Sección (Terminal de Buses - Kaminal Juyú)
  - Sirve recorridos con acceso desde la zona 7 a toda el área de la ciudad de Guatemala.
  - Sirve recorridos de Mixco al Centro de Guatemala
  - Sirve recorridos de Mixco a la parte Sur del área de estudio.
- Sección (Kaminal Juyú - Periférico)
  - Sirve recorridos del Norte de Mixco y el área del Naranjo de la zona 7
  - Sirve recorridos del Norte de Mixco y la parte Sur del Naranjo, parte de la Ciudad
  - Sirve recorridos del Naranjo al Este del área de estudio.
- Sección (Periférico - Montserrat)
  - Sirve recorridos de Mixco a la parte norte de la ciudad de Guatemala y Zona 18
  - Sirve recorridos de la parte Norte de Mixco al Sur del área de estudio
  - Sirve recorridos del Sur de Mixco al Centro de la ciudad.
- Sección (Montserrat - San Juan Sacatepequez)
  - Sirve recorridos del Norte de Mixco a la Ciudad de Guatemala
  - Sirve recorridos Intra-Ciudad de la ciudad de Mixco.

### **11.3 Diseño Geométrico**

#### **11.3.1 Sección entre la Terminal Zona 4 y el Sitio de Disposición de Desechos Sólidos**

##### **(1) Geometría**

###### **1) Configuración**

Entre la terminal de Buses de la zona 4 y el sitio de disposición de desechos sólidos, se ubica la Avenida Bolívar con sus puntos más altos y 5% a 7% de descenso del gradiente a ambos lados, Este-Oeste. El sitio de disposición ha sido formado para ganar terreno del barranco y depositar los desechos sólidos. La profundidad y ancho del área en mención es 85m y 130m respectivamente. Las características geológicas son sedimentos volcánicos.

###### **2) Uso del Suelo**

La terminal de bus de FEGUA está en la zona 4, la de FEGUA en la Avenida Bolívar está en la zona 8 y el de Avenida Bolívar y zona 3 para el depósito de desechos sólidos. La sección de la zona 4 es una zona comercial con un mercado, tiendas y terminal de Buses. La sección de la zona 8 es una mezcla entre zona comercial y residencial donde los talleres, venta de repuestos y mercados son ubicados.

La zona 3 es la sección más grande mezcla de residencial y comercial y hay facilidades relacionadas con la disposición de desechos sólidos. Todas ellas se construyeron con edificios de bajo nivel.

La ruta se planeó para no interferir con las facilidades públicas como Iglesias, y edificios cuya reubicación sea mínima.

###### **3) Modelo de Carretera**

Las calles locales tienen un sistema independiente en el cual todas las zonas son divididas por FEGUA y Av. Bolívar. Las calles locales en zona 4 forman una cuadrícula de Este-Oeste y Norte-Sur. La mayor parte de calles están reguladas por medio de caminos una sola vía.

Las calles en zona 8 están cuadriculadas paralelamente a la Avenida Bolívar. La mayor parte son de menor ancho que 7m donde el tráfico es una sola vía. Debido a FEGUA y las diferencias de

elevación, las calles de zona 3 son de más de 12m más anchas que las de la zona 8 y las calles que unen ambas zonas son pocas. Las calles en zona 3 consisten de un cuadrículado Norte-Sur y Este-Oeste corriendo las calles perpendicularmente a la Avenida Bolívar.

La avenida Bolívar es la vía troncal de acceso al distrito central conectado directamente la CA9. Su volumen de tráfico es grande y muy severo, embotellamientos frecuentemente ocurren.

La 2da. calle en la Zona 4 conecta la CA1 en el Sureste de la ciudad y funciona como vía troncal en la dirección Este-Oeste con la 1ra. calle.

## **(2) Localización de la Ruta Escogida**

Tomando en consideración la configuración geográfica, la compensación de las diferentes facilidades y medio Ambiente, el corredor Este-Oeste es un vía con pendiente pasa bajo Avenida Bolívar.

Basados en la evaluación de la demanda futura de tráfico y costo de construcción, la reubicación de los edificios existentes, la selección de la ruta se considera ventajosa. En el paso a desnivel de FEGUA se adapta un nuevo estilo de construcción. La vía exclusiva de Buses y el Corredor Este-Oeste serán construidos con una estructura de corte abierto separadamente de acuerdo a su gradiente máximo 3% para la futura adaptación de línea férrea. Los puentes son requeridos para cruzar las calles locales existentes. Ventilación no es necesaria y es ventajosa a la hora de accidentes. El punto de control de alineamiento vertical para esta carretera es la intersección con FEGUA.

Acceso al centro de buses de la vía exclusiva, la vía de buses esta conectada a la carretera ordinaria entre 2da. y 3ra. avenida son usadas como acceso al centro de buses.

### **11.3.2 Sección del Depósito de Desecho del Periférico**

#### **(1) Geometría**

##### **1) Configuración**

Los Afluentes del Río La Barranca corren dentro del área residencial formado barrancas de 50 a 60m de profundidad.

##### **2) Uso del Suelo**

Las mesetas han sido urbanizadas y mucha viviendas se localizan sobre ellas. Existe el sitio arqueológico designado como área preservada. Sobre un largo y estrecho tramo de proyectadas barrancas con forma peninsular, hay un hospital, cementerio y todo tipo de servicios del Ministerio de Salud. Sobre pendientes menos que inclinadas del valle, algunas casas informales han sido construidas. No hay ningún edificio en los barrancos. Los barrancos en esta área tienen una pequeña área de asiento. Al norte del sitio arqueológico se encuentra el gran parque La Democracia con un estadio de Football.

##### **3) Red Vial**

Los caminos en esta sección son calle locales excepto por el Periférico. El corredor Este-Oeste atravesará los caminos de acceso hasta un extremo de la "península", así que la medida se tocará con el fin de no aislar las comunidades.

## **(2) Localización de la Ruta Escogida**

Un balance entre el costo de las estructuras de las carreteras y la reubicación de edificios existentes fue hecho, el impacto ambiental fue mínimo.

Dinamitando las barrancas y cortando las mesetas para hacer un vía por debajo, yendo al este del parque la Democracia, la separación de las comunidades será mínima.

Atravesamiento de las carreteras existentes en pasos a desnivel. Tomando en consideración darle seguridad al vía de acceso para la proyección de la meseta en forma de Península, fueron tomadas las medidas para aliviar el impacto al área residencial y ambiental. Las barrancas de apoyo pueden ser utilizadas para desplazar a los residentes.

### **11.3.3 Periferico a la Avenida San Nicolas (Anillo Exterior Plancada)**

#### **(1) Geometría**

##### **1) Configuración**

El periférico recorre una larga y estrecha meseta que se extiende entre Río La Barranca y Río El Naranjo. Hay barrancas en ambos lados de la meseta. Al Oeste del Periférico, se levanta el cerro Naranjo 1,697m sobre el nivel del mar. Cerro el Naranjo esta compuesto de ceniza volcánica dispersa en la capa de estrato durante la era Paleozoica.

##### **2) Uso del Suelo**

La meseta a través del Periférico es un área residencial. Las casas son construidas al borde de la barranca.

Cerro el Naranjo es mayormente cubierto por bosque y granjas. Las pendientes suaves del cerro al noreste hay bosque, donde se lleva a cabo un proyecto urbano. Al sur de Cerro el Naranjo se encuentra la parte más alta de los alcances del Río El Naranjo y un área residencial desarrollada. Un pequeño racimo de casas se distribuyen a lo largo del camino.

##### **3) Red Vial**

Las calles sin pavimentar al Norte del Río el Naranjo son de acceso a las granjas y casas. En la parte Sur, caminos alimentadores han sido extendidos en cada área desarrollada. El proyecto de desarrollo Urbano privado está progresando y una parte de las vías planeadas han sido empezadas. Las negociaciones para adquirir tierra para el proyecto se dice que casi alcanzan un acuerdo.

#### **(2) Localización de la Ruta Escogida**

Se hará énfasis en la factibilidad de la adquisición de tierra y el impacto en las comunidades existentes sea mínimo. Haciendo uso del proyecto de desarrollo existente en el noreste del Cerro el Naranjo.

La construcción de puentes es requerida, siendo su costo elevado. La adquisición de la tierra es más fácil.

### **11.3.4 Avenida San Nicolas a la Intersección Calzada San Juan**

#### **(1) Geometría**

##### **1) Configuración**

Esta sección tiene comparativamente una configuración plana paralela al Río Guacamaya.

## 2) Uso del Suelo

Al Sur de Avenida San Nicolas está un área residencial de casas de clase baja. El Norte de San Nicolas posee granjas y pastos y existen proyectos de desarrollo residencial, algunos se están construyendo otros solo en la etapa de planeamiento.

## 3) Red Vial

La avenida San Nicolas es la ruta troncal de acceso norte. La 49 calle tiene un gran ancho dividiendo las áreas residenciales simplemente la condición del pavimento no es buena. Cada área residencial tiene su propia cuadrícula local en el sistema de carreteras.

### (2) Localización de la Ruta Elegida

Básicamente las intersecciones serán de tipo asnivel, considerando el flujo de tráfico. La ruta estará en la existente de Avenida San Nicolas en la 49 Calle. No vale la pena comparar las rutas.

## 11.4 Plan de Intersecciones

El diseño de intercambio se ha considerado de acuerdo con los siguientes puntos:

- a) Clasificación de carreteras y red vial
- b) Composición del tráfico y características
- c) Diseño de velocidad
- d) Control de tráfico y sistema de peaje
- e) Aspectos económicos
- f) Características geográficas
- g) Desarrollo de viviendas y adquisición de tierras

Antes de realizar el diseño de intercambio, la futura red vial se clarifica en orden de considerar la configuración de carreteras a largo plazo.

### (1) Localización de Intersecciones

En la ubicación de los puntos de transferencia, se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

- a) Características de las transferencias de tráfico usadas
- b) Red de carreteras y vías conectadas
- c) Aspecto económico
- d) Condiciones de desarrollo y ambiente donde serán ubicadas las transferencias

El esquema para cualquier rampa específica o estilo de movimiento del tráfico reflejarán las condiciones de topografía y aspecto social, costo, y grado de flexibilidad en el deseo de operación del tráfico. El último factor debe predominar en el diseño, pero los aspectos prácticos de costo y condiciones del lugar son con frecuencia factores decisivos en el tipo y radio de acción de las rampas.

### (2) Tipo de Intersección

El Periférico se encuentra localizado en la intersección entre la vía propuesta y el Anillo periférico en el área de Febrero. Esta área ha sido desarrollada como habitacional y comercial. El valor de la tierra está estimado en 120 a 220 Quetzales por metro cuadrado.

### (3) Criterio para el Diseño

#### 1) Velocidad de Diseño

De acuerdo con AASHTO, el diseño de velocidad para un central de transferencia debe ser 60Km/h, usando el rango más bajo del diseño. Sea como fuere, el diseño de velocidad de una sección curvada de una transferencia debe ser 40Km/h considerando aspectos económicos y la disposición de la tierra para la construcción de la transferencia.

#### 2) Longitud de Aceleración y Desaceleración

De acuerdo con AASHTO, la mínima distancia de desaceleración y aceleración para rampas de un solo carril debe ser 100m, respectivamente.

#### 3) Paso de Intersección

Las siguientes dimensiones de la intersección siguiente han sido adoptadas en consideración a las características del tráfico y las funciones de la carretera propuesta.

- a) a 3.50m ancho de carril
- b) a 1.00m ancho de banqueta derecha
- c) a 0.50m ancho de banqueta izquierda

### 11.5 Estructura

En el Corredor Este-Oeste están planeados 17 puentes (5 carreteras principales, 12 puentes aéreos), un túnel (320metros en la larga carretera principal), 1 muro de contención (1175 metros de largo en la carretera principal). Nombres, ubicaciones y dimensiones de cada estructura se muestran en la Tabla 11.2 .

**Tabla 11.2 Tipo de Estructura Propuesta en el Corredor Este-Oeste**

No.	Nombre Temporal del Puente	No. de Estación	Tamaño	Tipo	Tipo Estructura
1	Puente PERIFERICO	No.76+08-No.76+48	L=40m A=40m	ov	Viga Concret IPC
2	Puente aéreo 29 AVENIDA	No.78+30	L=39m,A=11m	ov	Viga Concret IPC
3	Puente DEMOCRACIA	No.79+35-No.82+35	L=300 ,A=10.5m*2	va	Viga Concret IPC
4	Túnel parque DEMOCRACIA	No.84+45-No.87+65	L=320 ,A=10.5m*2	tn	Caja
5	Puente PARQUE DEMOCRACIA Puente SAN VICENTE	No.89+39-No.91+10 No.93+80-No.95+00	L=140 ,A=13.5m*2 L=120 ,A=13.5m*2	va va	PCvolad.3SPAN 6 PCvolad 3SPAN
7	Puente PALANGANA	No.100+29No.101+49	L=120 ,A=13.5m*2	va	Viga Concret IPC
8	Puente KINAL	No.102+20No.103+40	L=120 ,A=13.5m*2	va	PCvolad 3SPAN
9	Muro Contención ZONA 7	No.109+25No.122+40	L=1175m*2,H=1-20	rw	MuroGravedad T
10	Puente aéreo 7 AVENIDA	No.111+18	L=44.5m, A=20m	ov	Viga Concret IPC
11	Puente aéreo 6 AVENIDA	No.112+48	L=44.5m,A=20m	ov	Viga Concret IPC
12	Puente aéreo 10AVENIDA	No.120+00	L=44.5m,A=20m	ov	Viga Concret IPC
13	Puente aéreo BOLIVAR	No.115+24	L=42m,A=35m	ov	Viga Concret IPC
14	Puente aéreo 2 AVENIDA	No.116+24	L=36m,W=11m	ov	VigaConcret IPC
15	Puente aéreo 3AVENIDA	No.116+81	L=36m,A=11m	ov	Viga Concret IPC
16	Puente aéreo 7AVENIDA	No.117+38	L=36m,A=11m	ov	Viga Concret IPC
17	Puente aéreo 8AVENIDA	No.118+23	L=36m,A=11m	ov	Viga Concret IPC
18	Puente aéreo 9AVENIDA	No.119+18	L=36m,W=11m	ov	Viga Concret IPC
19	Puente aéreo FEGUA	No.120+53	L=37.6m,W=20m	ov	Viga Concret IPC

Nota    ov : Puente aéreo  
           va : Puente en Valle  
           tn :Túnel  
           rw : Muro de Contención

Todos los puentes de las cinco carreteras que se construyeron como parte de la carretera principal cruzando el valle abarcan 100 metros de largo. Para el estilo de superestructura, el estilo la viga de tipo I de concreto pretensado (I.C.P) del cual se tienen experiencias en Guatemala se le dará prioridad, y serán adoptados al puente La Democracia y La Palangana donde la pendiente del valle declina suavemente en comparación. El método de levantado del cuadrado para ambos puentes debe ser utilizado, puesto que el método por movimiento de una pluma es imposible. Con respecto a los otros tres puentes, el espacio debe ser largo y ancho, puesto que la pendiente es inclinada y el valle es profundo, así que un el método de construcción de cuadrado CP debe ser adoptado. Para la fundición de puentes de CP. Se hace un molde en el lugar con pilas de concreto de 3.0 metros de diámetro debe aplicarse, debido a la larga carga que sostener.

## 12. Avenida Petapa

### 12.1 Condición Física

La Avenida Petapa es un corredor intermedio entre la CA-9 sur y la ruta FEGUA; esta lleva al área sur-este de la ciudad y la utilización del terreno es variada, esto significa que está compuesta de áreas residenciales y áreas industriales. Forma parte de la ruta secundaria 14 y tiene un largo de aproximadamente 6.5 Km. desde el límite municipal al boulevard liberación ruta CA-1 cerca del Trébol. Atravesando la zona 12.

La Avenida Petapa sirve como desviación para el tránsito proveniente de San Miguel Petapa y parte de Villa Nueva. En dirección sur a norte la utiliza el tránsito que proviene de las colonias Ciudad Real II, Ciudad Real I, Bello Horizonte, Venezuela, Hogar y desarrollo Silva, Vasquez, Justo Rufino Barrios, Nimajuyú, Los guajitos, Letrán, Morse, Eureka, San Carlos, Villa Sol, Santa Elisa, Santa Rosa, El Carmen, La reformita y sirve también a las industrias que ayudan el área sur de ciudad.

La actual sección transversal en dirección sur-norte viene de 35.00m del límite municipal a 25.00m cerca de la Universidad de San Carlos hasta su intersección con el del Boulevard Liberación. La sección transversal está desde 15.00 a 25.00m.

En la sección descrita arriba. (USAC-Boulevard Liberación) su expansión es casi imposible debido al desarrollo del área residencial. Esto significaría un gran número de expropiaciones (muchas familias serían afectadas) lo cual hace difícil la adquisición del terreno.

Este año se planeó la construcción de una carretera paralela a la av. Petapa, la cual se está llevando a cabo en ambos lados de la línea férrea de FEGUA cuyo nombre será "Calzada Atanasio Tzul" la cual cuenta con una sección transversal de 10.00m en ambos lados Este-Oeste adyacente al derecho vial de FEGUA.

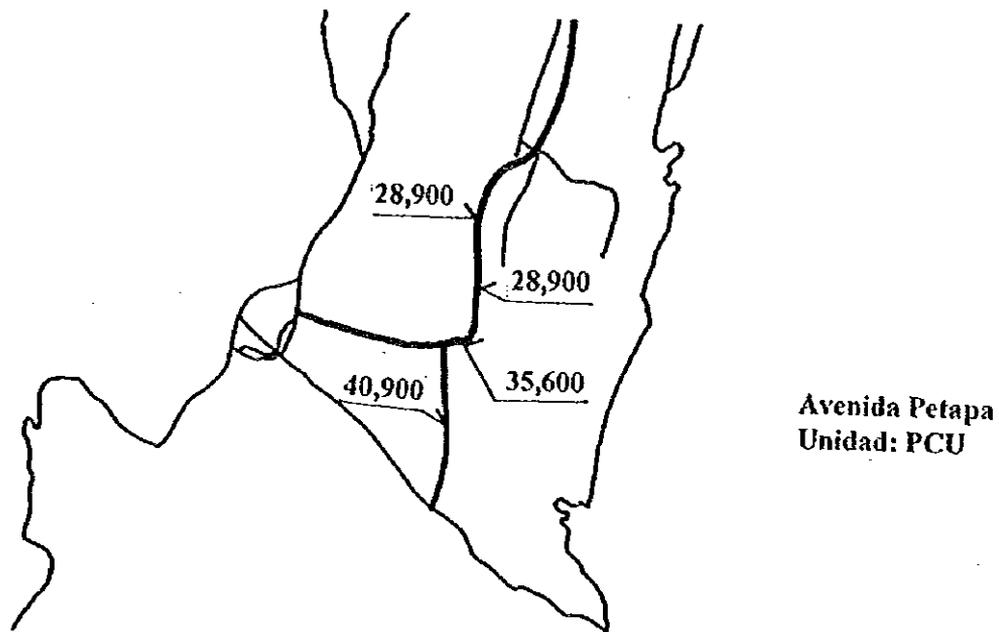
La longitud de este proyecto es aproximadamente 4.5 Km entrada a la colonia Justo.R.Barrios. zona 21. a la 13 calle de la zona 12. Solamente un kilómetro no se construirá para poder unirlo con el Boulevard Liberación zona 12 cerca del puente Pamplona, zona 13. Uno de los problemas que presenta la construcción de la Calzada Atanasio Tzul es la invasión de terrenos hecha por las personas que no tienen vivienda, quienes usualmente emigran y tienen un ingreso bastante bajo. El tiempo para llevar a cabo este proyecto es de 18 a 24 meses (1.5 a 2 años) en la etapa inicial. La próxima etapa está siendo estudiada, la cual requiere la expansión de la estructura del puente Pamplona.

### 12.2 Demanda de Tráfico

El resumen del volumen de tráfico por sección de la carretera Petapa se describe en la siguiente tabla. El volumen de tráfico de la sección entre Ciudad Real y el río Villa Lobos es de 28,800 a 54,700 PCU. El volumen de tráfico de 54,700 se calcula en la conexión parcial cerca de Ciudad Real puesto que todos los recorridos de Ciudad Real llegan de cualquier forma hasta esta unión. A excepción de esta unión, la tasa de congestión es apropiada hasta si que sea sobrepasado la capacidad de volumen.

Tabla 12.1 Sumario de la Demanda de Tráfico por Sección

Sección	Demanda de Tráfico (PCU)	Congestionamiento	Promedio de la distancia
Ciudad Real - Río Villa Lobos	28,800-54,700	0.60-1.13	11.3-16.2
Río Villa Lobos-Villa Nueva	40,900	0.85	13.5



**Figura 12.1 Volumen de Tráfico de Avenida Petapa**

### 12.3 Diseño Geométrico

#### 12.3.1 Diseño de Sección

El diseño de sección se ha llevado a cabo basados en la sección típica mencionada previamente tanto en la consideración de las condiciones del tráfico en el futuro, el plan de construcción y las condiciones topográficas y de suelo sobre la carretera propuesta.

#### (1) Numero de Carriles Requeridos

##### 1) Volumen de Trafico Futuro

El número de carriles requerido se ha examinado basado en una comparación entre el planeamiento del volumen de trafico, y también en consideración de la función y características de la carretera propuesta en el futuro y de la existente en la configuración de la red vial. Los volúmenes de trafico futuro en cada segmento de carretera en los años 2010 se muestran en la tabla 12.2

**Tabla 12.2 Volumen de Trafico Futuro**

(Unidad:UCP/día)

	Carros de Pasajeros
1. Ciudad Real a Rio Villa Lobos	40,900
2. Rio Villa Lobos a Petapa	35,600

## 2) Numero de carriles requeridos

La capacidad de trafico ha sido calculada dependiendo del tipo de carretera; serán carreteras de 2-carriles o Multi-carriles, ancho de elemento de sección, características del tráfico y el nivel de servicio de carreteras (LOS). El capacidad de vehículos ha sido calculada basada en la capacidad de autopistas del manual (HCM).

Una autopista de 4 carriles se adopto para la carretera propuesta.

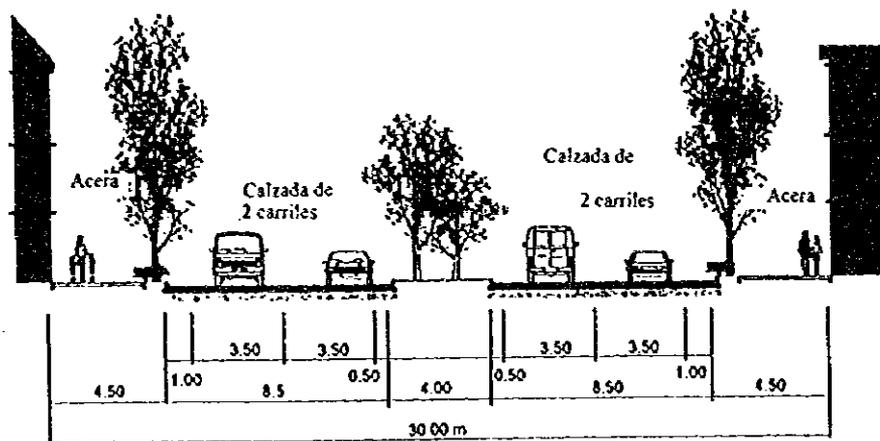


Figura 12.2 Sección Típica Transversal

## (2) Localización de la Ruta Escogida

Entre Ciudad Real y el río Villa Lobos, no existe otra ruta alternativa que sea una restricción topográfica. La ruta se considera de pequeño impacto en problemas sociales conectados con el reasentamiento de la población.

### 12.4 Planificación de Intersección

Antes de un intercambio de diseño, la futura red vial que se espera en el área de estudio se clarifica con el propósito de considerar la configuración de red vía a largo plazo.

#### (1) Criterio de Diseño para Intersección a Nivel

##### 1) Velocidad de Diseño

Tomando en cuenta factores económicos y disposición de la tierra para la construcción la velocidad de diseño será 40km/h en las secciones de intersecciones.

##### 2) Sección Transversal

La siguiente intersección se adoptó en consideración a las características de trafico y funciones para la carretera propuesta.

- a) a 3.65m ancho del carril
- b) a 1.00m banqueta derecha
- c) a 0.50m banqueta izquierda
- d) a 4.00m ancho medio, incluyendo a 3.00m el carril derecho de cruce

## 12.5 Estructura

Sobre la carretera Petapa, 5 puentes (4puentes de vía principal, 1 puente aéreo) han sido planeados. Hay puentes en cuyo valles profundos han sido adoptadas superestructuras la viga de tipo de I de Concreto Pretensado (I.C.P). Las dimensiones de cada nombre y ubicaciones de cada estructura se muestran en la tabla 12.3

**Tabla 12.3 Tipo de Estructura Propuesta en Avenida Petapa**

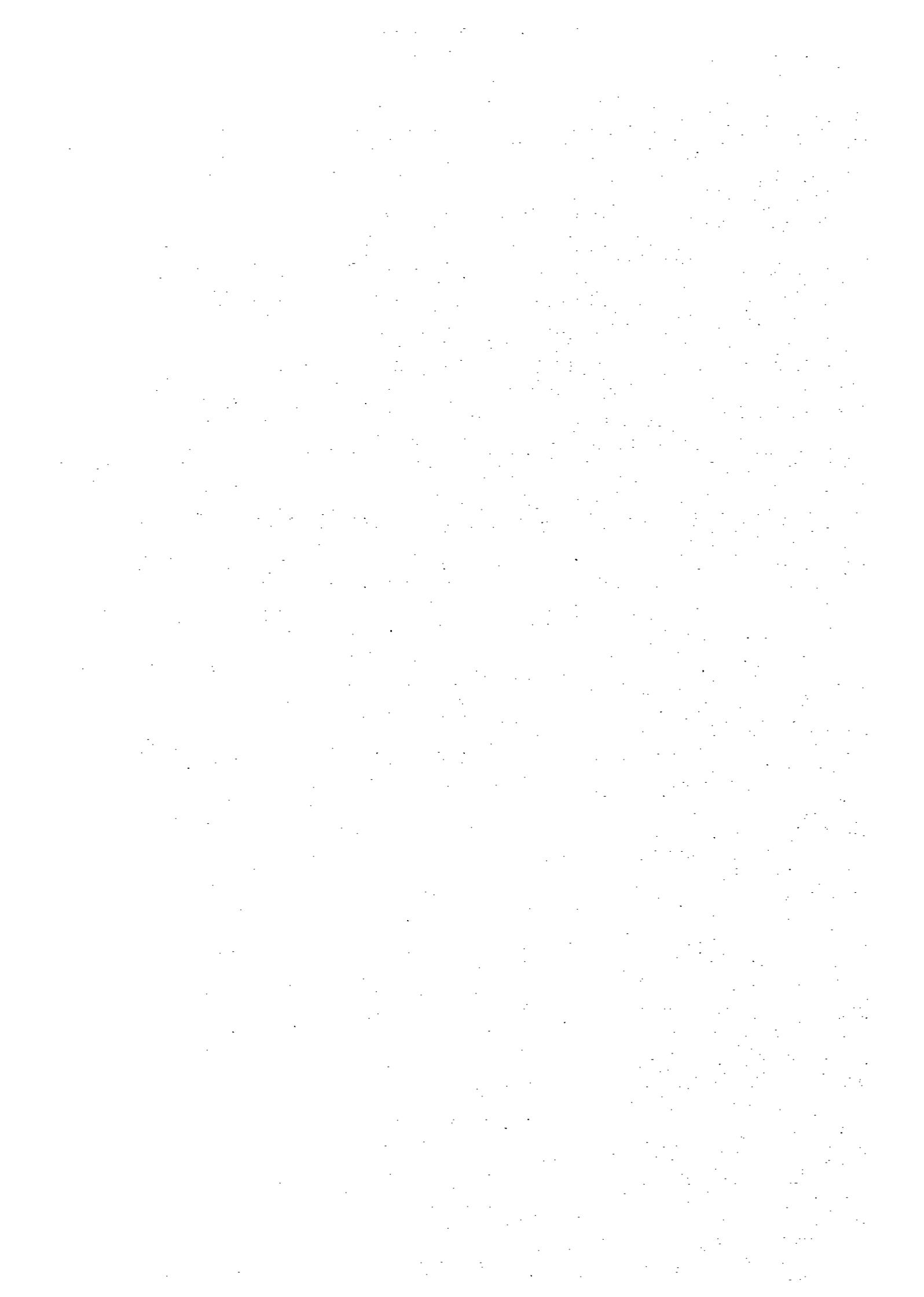
No.	Nombre Temporal del Puente	Sección No.	Tamaño	Tipo	Tipo de Estructura
1	Puente PETAPA	No.06+80	L=32m,W=9m,	ov	Viga concreto ICP
2	Puente PARAISO	No.18+82-No.18+94	L=12m,W=11.25m <sup>2</sup>	rv	Viga concreto ICP
3	Puente FRUFAL	No.25+24-No.25+54	L=30m,W=11.25m <sup>2</sup>	rv	Viga concreto ICP
4	Puente VILLALOBOS	No.27+20-No.32+80	L=480m,W=11.25m <sup>2</sup>	rv	Viga concreto ICP
5	Puente VILLAHERMOSA	No.33+40-No.37+30	L=390m,W=11.25m <sup>2</sup>	va	Viga concreto ICP

Nota: ov: Puente aéreo  
rv: Puente sobre río  
va: Puente sobre valle

El puente Villalobos sobre el río Villalobos se adopta 30 metros de longitud de I.C.P tipo cuadrangular, que puede mantener una capacidad de descarga en el flujo del río a tiempo, construido por el mecanismo de levantado por una pluma.

El puente VillaHermosa sobre el pequeño valle y FEGUA. En la etapa de construcción, se considera que el mecanismo de levantado por pluma es muy difícil para I.C.P cuadrícula puesto que un estribo de puente de 35m de altura debe ser colocado, por lo tanto se ha planeado el método de Levantado cuadrangular para I.C.P.

**V DISEÑO PRELIMINAR DE  
LOS SERVICIOS DEL  
TRANSPORTE PUBLICO**



## V. DISEÑO PRELIMINAR DE LAS FACILIDADES DEL TRANSPORTE PUBLICO

### 13. Condiciones de Diseño

#### 13.1 Ingeniería Civil

##### 13.1.1 Diseño Estándar

Las funciones y características de la Vía Exclusiva para Bus han sido examinadas por el plan de la red de carretera.

- La función de la Vía Exclusiva para Bus es primordialmente mantener la movilidad, tanto como un alto estándar del diseño de carretera requerido.
- La ruta completa está planeada del centro del Corredor Este-Oeste, y la preparación de un sistema de tránsito de un carril está considerado en este plan de construcción.
- Las secciones principales de la ruta forman una arteria radial principal y en el Oeste muchas secciones constituyen una parte del anillo exterior a la carretera.
- Como resultado del diseño preliminar, el Corredor E-O está formado por 4 carriles dobles con 2 carriles de Vía Exclusiva para Bus, diseñada para una velocidad aprobada de 60 km/h.
- La ruta FEGUA es para utilizar la vía derecha de FEGUA para la operación de bus entre la Estación Central FEGUA y Ciudad Real, y la construcción de una nueva vía para bus para Villa Nueva.

La carretera diseñada esta dirigida para examinar los siguientes aspectos;

a) Ancho de Carril

De acuerdo con AASHTO, un ancho de carril de 3.50m es aprobada para una Vía Exclusiva para bus.

b) Ancho de Hombro

De acuerdo con AASHTO, considerando las características topográficas a lo largo de la ruta, el ancho del hombro derecho y el izquierdo de la carretera sugerida es fijar como 1.0 m y 0.5 m respectivamente.

c) Derecho de Vía

La usual vía derecha para un nivel de tierra de 2 carriles de Vía Exclusiva para Bus se fija alrededor de los 10m. La sección típica del cruce se presenta en la Figura 13.1

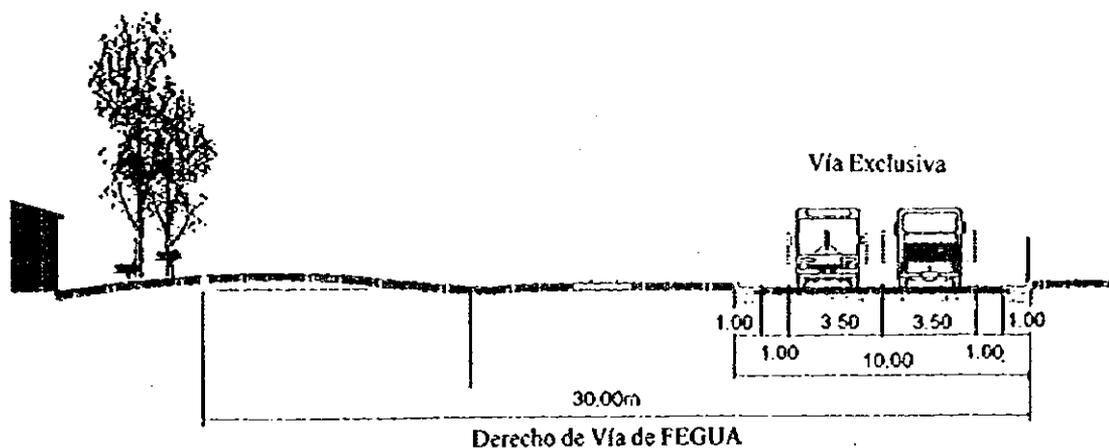


Figura 13.1 Sección Típica Transversal

### **13.1.2 Estilo de la Estructura**

El ancho de carril y las dimensiones del espacio para la operación de los buses, etc. de las vías para bus, el centro y terminales están diseñadas para acomodar a los buses articulados de 12 y 16 metros de largo.

### **13.1.3 Carga**

#### **(1) Carga Viva**

El HS20-44 de AASHTO es aplicado para el diseño de carga viva para la vía para bus.

#### **(1) Carga Sísmica**

Se aplica un coeficiente de aceleración "A" de 0.30.

### **13.2 Arquitectura**

Guatemala tiene una ley la cual es equivalente a la ley Estándar de Construcción en Japón. Previo a construir anticipadamente un edificio después de su diseño, es necesario someter los dibujos a la Municipalidad de Guatemala para obtener la licencia de construcción previo a iniciar los trabajos de construcción.

Esta ley en Guatemala señala previamente varios estándares y reglas con una mira a preservar un medio de vida razonable. Estos estándares y reglas incluyen la restricción de ciertos tipos de construcciones en áreas específicamente designadas para ciertos propósitos, la distancia mínima entre un edificio y una carretera así como el límite con un terreno vecino, el tamaño del parqueo depende del propósito de uso y el tamaño del edificio, en vigor el área abierta de cuartos, reglas con relación a la evacuación a tiempo en caso de incendio o terremoto y otros aspectos de seguridad y estos aplicables a escuelas, comerciales, edificios públicos, oficinas y parqueo de carros, etc.

Los contenidos del diseño preliminar para los servicios del transporte público debe de conformarse a esta ley y a los estándares pertinentes en Guatemala en orden de planificar y diseñar principios para tales facilidades que se encuentran en línea con el espíritu de ley y estándares.

Guatemala es un país propenso a terremotos y han existido muchas ocasiones en las cuales ciudades y/o los restos histórico/cultural han sido destruidos por grandes terremotos. Afrentando las probabilidades de terremotos que vendrán, el Gobierno de Guatemala ha introducido un diseño Estándar Antisísmico. Basado en récords pasados de terremotos y en resultados de varias encuestas, el país es dividido en 3 zonas con la aplicación de una fuerza sísmica específica (fuerza horizontal) factor para cada zona.

El diseño de la fuerza antisísmica (fuerza horizontal) es calculada como  $V = A.D.B.Q.W$  y está determinada por el factor de peso multiplicado por cada nivel de un edificio, en lo determinado por tales parámetros como la fuerza de los terremotos pasados en cuestión de la zona, altura, distribución rigidez, características de vibración y la forma del edificio, etc.

El Método Diseñado de la Fuerza Final es aceptado como el método de diseño estructural, siguiendo el ejemplo de las Normas Uniformes de Construcción (UBC) de los EU y resultando seguro el diseño de un edificio basado en la UBC.

Como las facilidades del tema del presente F/S, i.e. Centro de Bus Urbano y Terminal Inter-regional de Buses, etc., es donde están algunos servicios de transporte público, donde un número no específico de personas se reúnen día y noche, estos deben ser suficientemente fortalecidos para asegurar que estén a salvo cada persona respecto a los terremotos.

En atención de habitaciones con sótano y la sección del núcleo central la cual está encerrada por paredes y techo, un sistema de ventilación mecánica o suficientes aberturas deberán ser provistas para asegurar una constante fluidez de aire fresco externo. La introducción del sistema de aire acondicionado (para ambos calor y frío) es innecesario para estas facilidades dar mensualmente el promedio de la temperatura y las condiciones de los servicios de construcción de edificios públicos existentes. Sin embargo, las elevaciones y/o las pendientes deberían ser introducidas para el uso exclusivo de personas físicamente incapacitadas, los ancianos y mujeres embarazadas donde fácilmente sea accesible.

Además para funcionar como terminal de bus, las facilidades planeadas podrían también proveer oportunidades de compra en las facilidades comerciales que han de ser construidas junto a estas y podrían proveerse áreas de descanso para la espera de buses. Es esencial que tales áreas sean concebidas como placenteras y alegres. Consecuentemente, la intensidad lumínica para áreas de espera de pasajeros y comercios en el área de compras debería ser al menos 400 lux, como en el caso en Japón, durante la intensidad lumínica para la terminal de buses, pasillos y casos de gradas, etc. deberían ser como mínimo de 200 lux para prevenir sensación de obscuridad.

El Centro de Bus Urbano y las Terminales Inter-regionales del Norte, Sur y Oeste podrían convertirse en facilidades clave para la red de transporte público de la ciudad de Guatemala y sus ciudades satélite y sus funciones deberían ser mantenidas a todas horas del día excepto cuando sea tarde en la noche. Por lo tanto, es recomendable la instalación de una unidad de generación de poder de emergencia.

### 13.3 Especificaciones del Diseño de Bus

Actualmente, la inmensa variedad de buses en cuanto al modelo y tamaño están operando en la Ciudad de Guatemala. La presente circulación es de más de 20 tipos y tamaños de buses, sin embargo, disminuirá con el aumento gradual del tamaño del bus. Las especificaciones diseñadas del lugar y techo del bus se muestran a continuación.

- Extensión (L) : 12.0 m
- Ancho (b) : 2.5 m
- Altitud (H) : 3.2 m
- Distancia (Wb) : 5.8 m

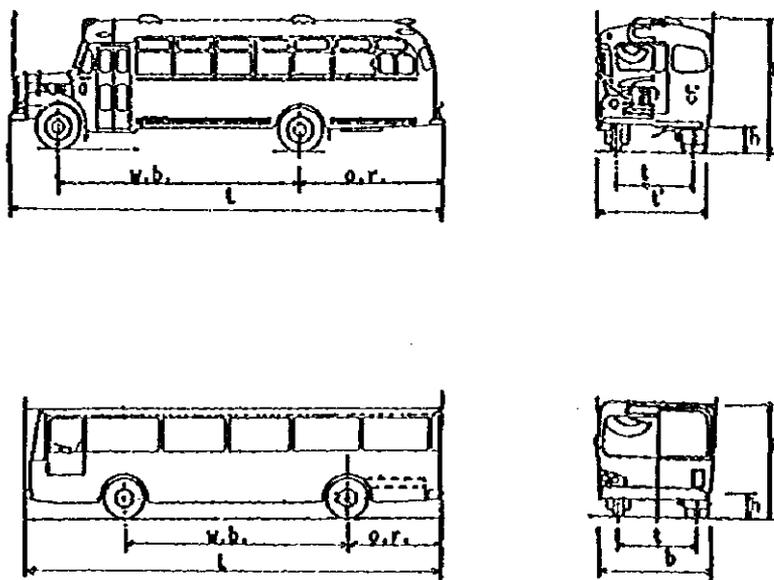


Figura 13.2 Dimensión de Buses

## 2) Puentes Peatonales

El diseño estándar del puente peatonal se muestra en la Figura 13.3. Despejar bajo la viga es fijar cerca de los 4 m. Como la altura de la viga entre 0.50 m y 1.50 m dependiendo del tipo de estructura, la altura de la tabla varía de acuerdo entre 4.50 m y 5.50m. Las gradas tendrán un peldaño de elevación de 30cm y una inclinación de 1 - 2 m con unos 2 m de área ancha de descenso a medio cambio.

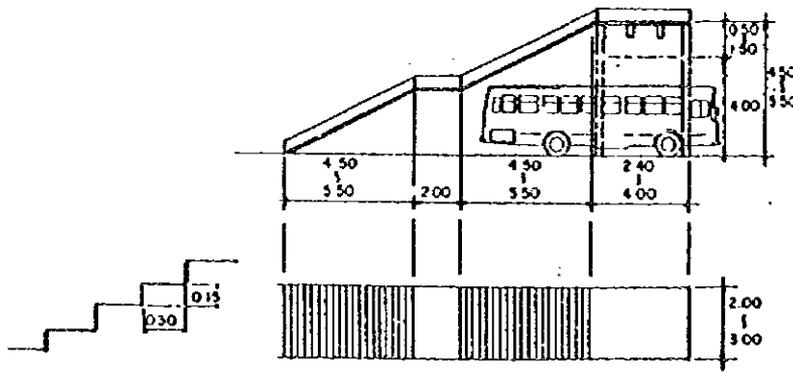


Figura 13.3 Diseño Estándar de Puente Peatonal

## 14. Vía Exclusiva para Bus

### 14.1 Concepto de Planificación

#### (1) Objetivos

Las Vías Exclusivas para Bus están diseñadas para ser usadas en su mayoría por buses a lo largo de las rutas troncales. En el Plan Maestro, se introdujeron dos rutas, llamadas la ruta Este-Oeste y la ruta FEGUA. El principal objetivo es servir a los pasajeros que viajan diario desde los centros poblados en los suburbios oeste y sur hacia el distrito central de negocios del área Metropolitana. Se espera que las vías de buses promuevan el uso de el servicio de buses y contribuya en mucho a la reducción de la congestión en las direcciones de la vía para buses.

#### (2) Rutas de Bus Para Operar en la Vía Exclusiva para Bus

Las rutas de buses para operar en la Vía Exclusiva para Bus están planificadas para modificar los recorridos del plan maestro. 21 rutas incluyendo 2 rutas operando en ambas vías exclusivas. Consisten en:

Ruta clave conectando suburbio oeste y DCN	(5)
Ruta clave conectando suburbio sur y DCN	(5)
Ruta clave conectando suburbio norte y DCN	(1)
Rutas conectando suburbios oeste y sur	(4)
Rutas de bus Inter-regional Sur ó Este	(5)
Otra ruta	(1)

En general, cada ruta posee servicio expreso y servicio ordinario.

La mayor parte de estas rutas están complementadas a buses alimentadores que sirvan rutas ramales y dentro de áreas DCN. Los puntos de acceso están identificados en localizaciones donde la entrada y salida de buses desde y hacia la Vía Exclusiva para Buses esta planeada.

#### (3) Sistema de Estación de Buses

El intervalo promedio entre estación es aproximadamente 1,100m sobre el Corredor Este-Oeste y 800m sobre la ruta de FEGUA. Existen diferentes tipos de estación de acuerdo con el rol y función de cada localidad.

- 1) Estaciones Especiales (100% buses paran)
  - Centro de Bus Urbano Zona 4
  - Estación central FEGUA
  - Estación Norte Villa Nueva
  - Estación Calzada San Juan Sacatepéquez
- 2) Estaciones mayores ( 75% buses paran)  
(4 espacios maniobra/una vía, 50m, plataforma=3m ancho)
  - Estación 6a. y 7a. avenida
  - Estación USAC
  - Estación Ciudad Real
  - Estación Bethania
- 3) Estaciones menores ( 50%buses paran)  
(3 espacios maniobra/una vía, 50m, plataforma=3m ancho)

#### (4) Transformación al Sistema Carril de Tránsito

Las vías exclusivas para bus están diseñadas de tal forma para ser transformadas en un sistema de carriles de tránsito excepto por algunas secciones tales como la sección inclinada de Ciudad Real.

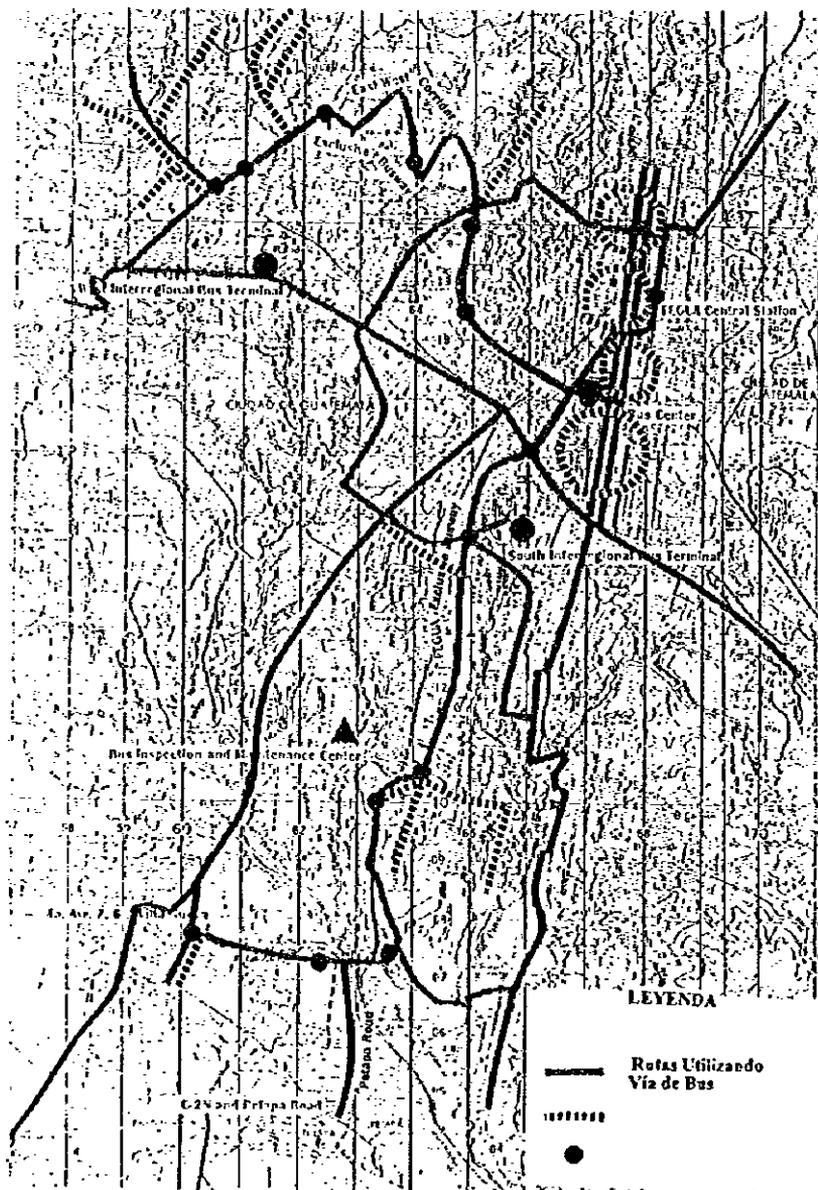
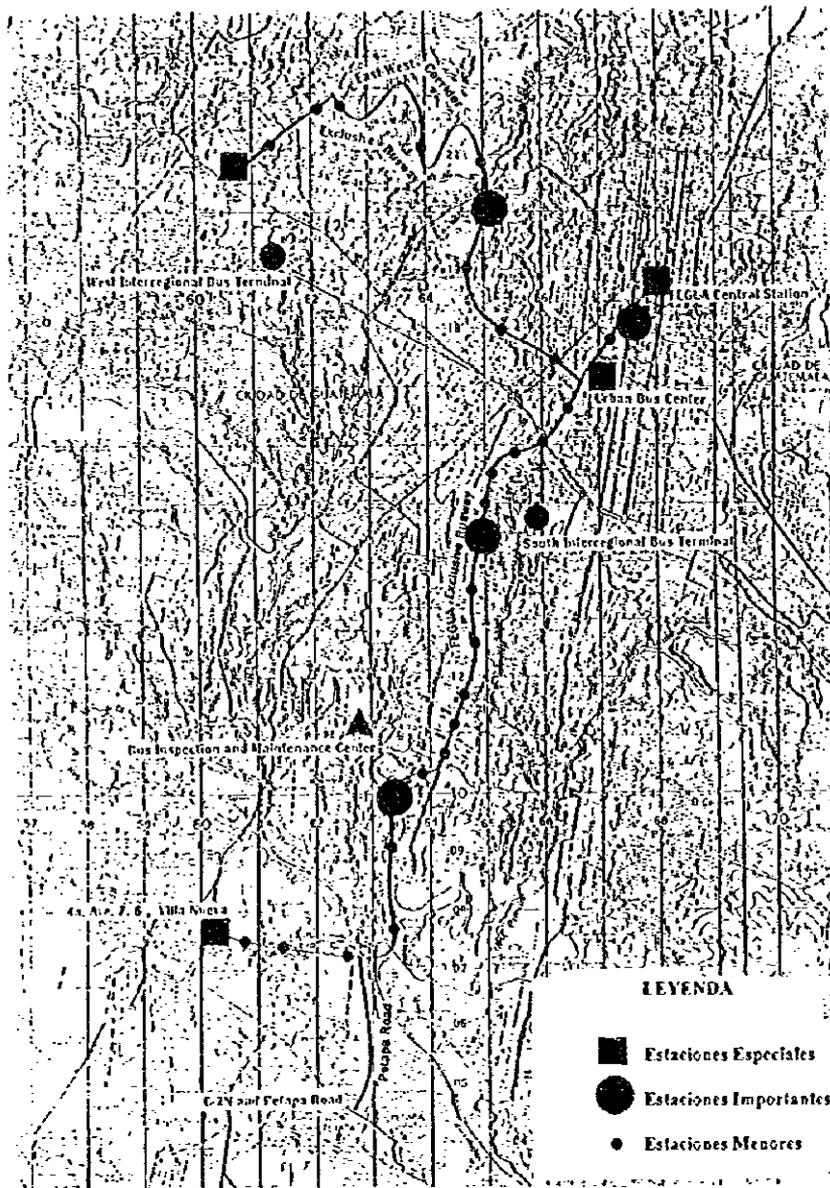


Figura 14.1 Red de Servicio de Bus sobre la Vía Exclusiva para Bus



**Figura 14.2 Localización de Estaciones de Bus**

**Tabla 14.1 Operación de Ruta de Buses sobre Vía Exclusiva para Bus**

Ruta No.	Tipo	% de Buses asignados para la Vía para Bus	Ruta
1	Ruta clave	100	Z19-BW(EO)-Peri-FC Estación-BW(Fegua)-UBC
2	Ruta clave	100	Z19-BW(EO)-UBC-CBD
3	Ruta clave	100	Mixco-CA-1 W-Peri-FC Estación-BW(Fegua)-UBC
4	Ruta clave	50	Mixco-CA-1W-Liberación-BW(Fegua)-UBC
5	Ruta clave	50	Mixco-Anillo Exterior-BW(EO)-UBC-CBD
6	Ruta clave	50	Villa Nueva-CA-9S-Liberación-BW(Fegua)-UBC-F
8	Ruta clave	100	Villa Nueva-BW(Fegua) Estación-UBC-FC
9	Ruta clave	100	Petapa-Petapa Rd-BW(Fegua) Estación UBC-FC
10	Ruta clave	50	Villa Canales-DR1-Villa Hermosa-DR14-BW(Fegua)
12	Ordinaria	50	Villa Canales-DR1-Liberación-BW(Fegua)-UBC
23	Ordinaria	100	Jocotales-DR 15-FC Estación-BW(Fegua)-UBC
29	Ordinaria	100	Z19 Norte-BW(EO)-Peri-CA9 S-Villa Nueva
30	Ordinaria	100	Z19 Norte-BW(EO)-Peri-BW(Fegua)Av. Petapa
31	Ordinaria	100	Z19 Norte-BW(EO)-Peri-DR1-Boca del Monte
33	Inter-regional	100	Mixco-CA1 O Peri-BW(Fegua)-Petapa Rd Petapa
59	Inter-regional	100	Z19-BW(EO)-Tierra Nueva-Hipódromo-CA1W
73	Inter-regional	100	CA-9S-Villa Nueva-BW(Fegua)-Peri Tramo S-Terminal
74	Inter-regional	100	DR8-Villa Canales-DR2-Petapa-Petapa RdBW(Fegua)
75	Inter-regional	100	CA-1E-Liberación-BW(Fegua)-UBC
76	Inter-regional	100	Fraijanes-NR2-CA1E-Liberación-BW(Fegua)UBC
77	Inter-regional	100	Sn. José Pinula-NR 18-CA-1E-Liberación-BW(Fegua)

**Tabla 14.2 Ruta de Buses Planificadas en el Plan Maestro**

Ruta No.	Tipo	Ruta
1	Ruta Clave	Z19-EW Corredor-Peri-CBD
2	Ruta Clave	Z19-EW Corredor-CBD
3	Ruta Clave	Mixco-CA1N-Peri-CBD
4	Ruta Clave	Mixco-CA1N-CBD(Bolivar)
5	Ruta Clave	Mixco-CA1N-CBD(6&7 Av.)
6	Ruta Clave	Villa Nueva-CA9S-CBD(Bolivar)
7	Ruta Clave	Villa Nueva-CA9S-CBD(6&7 AV)
8	Ruta Clave	Villa Nueva-Ciudad Real-FEGUA-CBD
9	Ruta Clave	Petapa-DR14-Ciudad Real-FEGUA-CBD
10	Ruta Clave	Villa Canales-DR1-11AV-7AV-CBD(Bolivar)
11	Ruta Clave	Villa Canales-DR1-11Av-7Av-CBD(6&7 Av.)
12	Ruta Clave	Villa Canales-DR1-Av Las Americas-CBD(Bolivar)
13	Ruta Clave	Villa Canales-DR1-Av Las Americas-CBD(6&7 Av.)
14	Ruta Clave	San José Pinula-NR18-CA1E-CBD(Bolivar)
15	Ruta Clave	San José Pinula-NR18-CA1E-CBD(6&7 Av.)
16	Ruta Clave	Paraiso-CA9N-Inner Anillo E-CBD(Bolivar)
17	Ruta Clave	Paraiso-CA9N-Inner Anillo E-CBD(Norte)
18	Ruta Clave	Paraiso-CA9N-Inner Anillo E-CBD(Sur 6&7 Av.)
19	Ruta Clave	Maya-CA9N-Inner Anillo E-CBD(Bolivar)
20	Ruta Clave	Maya-CA9N-Inner Rin E-CBD(Norte)
21	Ruta Clave	Maya-CA9N-Inner Anillo E-CBD(Sur 6&7 Av.)
22	Ruta Clave	Jocotales-DR15-CBD(Bolivar)
23	Ruta Clave	Jocotales-DR15-CBD(6&7 Av.)
24	Ordinario	Amparo-Peri-CBD(Bolivar)
25	Ordinario	Amparo-Peri-CBD(6&7 Av.)
26	Ordinario	CBD(Norte)-Diagonal14-CBD(Bolivar)
27	Ordinario	Diagonal14-CBD(Sur)-CBD(Norte)-Diagonal14
28	Ordinario	Diagonal14-CBD(Norte)-CBD(Sur)-Diagonal14
29	Ordinario	Z19-EW Corridor-Peri-CA9S-Villa Nueva
30	Ordinario	Z19-EW Corredor-Peri-FEGUA-Ciudad Real-DR14-Petapa
31	Ordinario	Z19-EW Corridor-Peri-DR1-Boca del Monte
32	Ordinario	Mixco-CA1W-Peri-CA9S-Villa Nueva
33	Ordinario	Mixco-CA1W-Peri-FEGUA-Ciudad Real-Petapa
34	Ordinario	Mixco-CA9W-Peri-DR1-Boca del Monte
35	Ordinario	Paraiso-CA9N-Peri-Boca del Monte
36	Ordinario	Maya-Ca9N-Peri-Boca del Monte
37	Ordinario	Ciudad Nueva-10&11 Av-2 Ca-Vista Hermosa
38	Ordinario	Ciudad Nueva-10&11 Av-2 Ca-Url
39	Ordinario	Hipodromo-Ca9N-Av Elena -Av. Cementerio-7 Ca-5 Av-Av Mariscal-B1 San Cristobal-18 AV
40	Ordinario	Hipodromo-Ca9N-Av Elena-Av Cementerio-7 Ca-5 Av-Av Mariscal-Comunidad-Mixco
41	Ordinario	Mixco-B1 San Cristobal-CA9S
42	Ordinario	San Cristobal-B1 Balcones-CA9S
43	Ordinario	San Cristobal-B1 Sur-Ca9S
44	Ordinario	Barcenas-Villas Nueva-NR2-Villa Canales
45	Ordinario	Milagro-NR5-7 Ca-AV Cementerio-13 Ca
46	Ordinario	1 de Julio-Nr5-7 Ca-Av Cementerio-13 Ca
47	Ordinario	Ciudad Real-DR14-Av Bolivar-Av Cementerio-Av Elena-Ca9N(UMG)
48	Ordinario	Maya-CA9N-10&11 Av-Av Reforma-Av Américas
49	Ordinario	Maya-CA9N-10&11 Av-Av Reforma-Av Américas
50	Ordinario	Amparo-Peri-USAC
51	Ordinario	Amparo-Peri-NR5-DR14-Ciudad Real
52	Ordinario	Amatitlan-CA9S-CBD
53	Ordinario	Amatitlan-CA9S-Villa Nueva
54	Ordinario	Amatitlan-Lago Carretera(?)-Villa Canales
55	Ordinario	Norte Terminal-CA9N-Los Ocotes-San José Pinula
56	Ordinario	Canalitos-URL-2 Ca-11 AV-CA9N-Canalitos
57	Ordinario	Canalitos-CA9N-10 Av-2 Ca-URL-Canalitos
58	Ordinario	Santa Catarina Pinula-20 a-Av Reforma-10&11 Av-Ciudad Nueva
59	Ordinario	Z19-Tierra Nueva-Hipodromo-CA9N-Av Elena-Av Cementerio-7 Av-CA1W

(Continúa)

Ruta No.	Tipo	Ruta
60	F-KR1,2	Amparo
61	F-KR1,2	Z19(Norte)-1 de Julio
62	F-KR1,2	Z19(Sur)-Milagro
63	F-KR6,7	CA9S-Mezquital)
64	F-General	CA9S-USAC-DR14-FEGUA
65	F-KR8,9	Ciudad Real-Nimajuyú-Justo Rufino Barrios
66	F-KR14,15	CA1E-Santa Catarina Pinola
67	F-KR16-21	Anillo Interior E-Santa Rosa
68	F-KR16-21	Terminal Norte-Lomas del Norte
69	F-KR16-21	Paraiso-Maya
70	Extra U.	Terminal Oeste-NR5-PT60
71	Extra U.	Terminal Oeste-CA1W-PT43-PT62-PT61
72	Extra U.	Terminal Oeste-CA1W-PT43-PT62-PT63
73	Extra U.	Terminal Sur CA9S-PT64
74	Extra U.	Terminal Zona 4- Av. Castellana-Liberación-Av Las Americas-DR1-PT65
75	Extra U.	Terminal Zona 4-Castellana-Liberacion-CA1E-PT66
76	Extra U.	Terminal Zona 4-Castellana-Liberacion-CA1E-Fraijanes
77	Extra U.	Terminal Zona 4-Castellana-Liberacion-CA1E-NR18-PT66
78	Extra U.	Terminal Norte-CA9N-PT67
79	Extra U.	Terminal Zona 1-10&11 Av-8&9 Ca-15 Av-Diag13-Chinautla-PT59

## 14.2 Ruta Este-Oeste

### 14.2.1 Demanda de Tráfico

El tráfico de la vía para bus del Corredor Este-Oeste se aproxima en la tabla 14.3. La máxima demanda de tráfico es aproximada a un 18,800 UCP lo que equivale a 370 mil viajes de personas. Se supone que la capacidad de la vía de bus es 18,900 UCP. La demanda de tráfico de cada sección están dentro de la capacidad.

Todas las secciones sirven para viajes largos con distancia de un promedio calculado a 18.0 km, excepto la sección entre la terminal de bus y Kaminal Juyú. El papel principal de vía para bus es ser una ruta arterial que presta servicio a viajes de larga distancia.

Tabla 14.3 Sumario de la Demanda de Tráfico por Sección

Sección	Demanda Tráfico (UCP)	Congestión	Promedio de la distancia de viaje
Centro Bus Urbano -Kaminal Juyú	18,800	0.99	15.9
Kaminal Juyú - Periférico	14,400	0.76	18.0
Periférico - Naranjo	17,800	0.94	17.7
Naranjo - Montserrat	16,700	0.88	18.0
Montserrat - S.J. Sacatepéquez	9,600 - 9,800	0.52	16.8 - 18.1

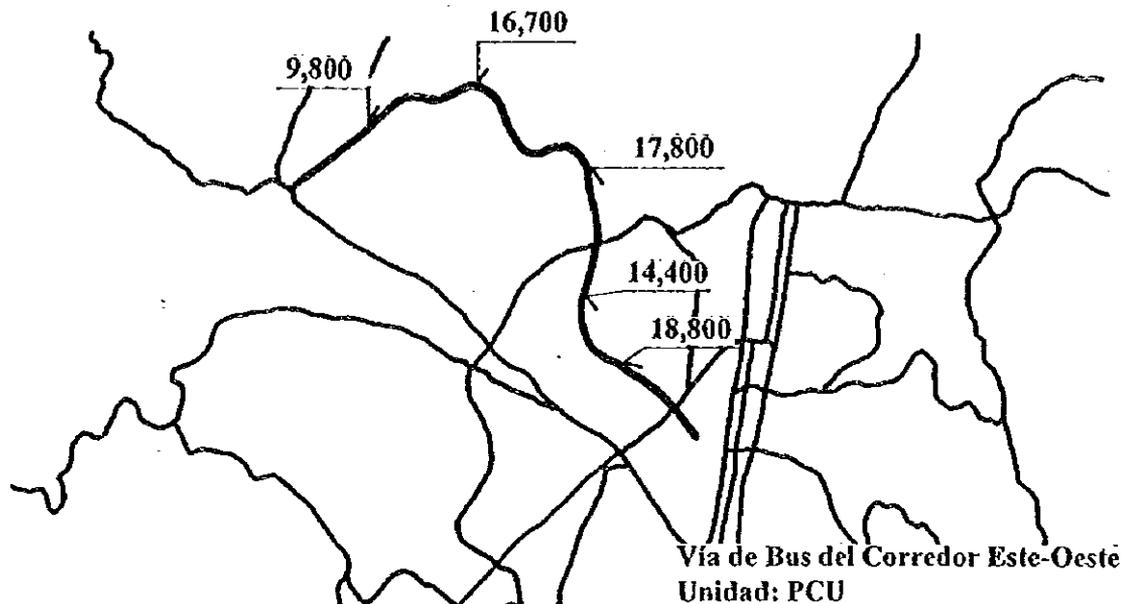


Figure 14.3 Demanda de Tráfico de la Vía para Bus del Corredor Este-Oeste

#### 14.2.2 Condiciones del Terreno

La vía para bus Este-Oeste se establece dentro del derecho de vía del Corredor Este-Oeste. Se planifica seis puentes de más de 100 metros de largo que cruzan un profundo valle y un túnel. Para estos puentes y túnel, se adoptara el mismo estilo que el del Corredor Este-Oeste, y se construirán lo más económico posible y el mismo tiempo de ejecución.

#### 14.2.3 Diseño Preliminar

Los nombres, localidades y dimensiones de cada estructura se pueden observar en la Tabla 14.3 Los estilos y las dimensiones de las estructuras son las mismas que las del corredor Este-Oeste. Y solamente la vía para bus esta considerada en este estudio, el puente Naranja esta incluido en otro plan de carretera. Las pasarelas están planificadas en la sección del Periférico y las paradas de bus del parque La Democracia.

Tabla 14.4 Tipo de Estructura Propuesta en la Vía para Bus Corredor Este-Oeste

No.	Nombre de Puente Temporal	Numero de Estacion	Tamaño	Tipo	Tipo de Estructura
1	Puente del Naranja	No 72+80-No 75+50	L=270m, W=10m	pv	3-Span Cantilever Erection PC Box Girder
2	Puente de la Democracia	No 79+35-No 82+35	L=300m, W=10m	pv	Simple Composite PCI Girder
3	Túnel del Parque la Democracia	No 84+45-No 87+65	L=320m, W=10m	tn	Box Culvert
4	Puente del Parque la Democracia	No 89+30-No 91+10	L=140m, W=10m	pv	3-Span Cantilever Erection PC Box Girder
5	Puente San Vicente	No 93+80-No 95+00	L=120m, W=10m	pv	2-Span Cantilever Erection PC Box Girder
6	Puente Piangera	No 100+29-No 101+49	L=120m, W=10m	pv	Simple Composite PCI Girder
7	Puente Kinal	No 102+20-No 103+40	L=120m, W=10m	pv	2-Span Cantilever Erection PC Box Girder
8	Puente Peatonal	No 76+50, No 90+50	L=42m+10m*2, W=5m	pp	Simple PCI Girder

Nota: Pv : puente valley  
tn : túnel  
pp : puente peatonal

### 14.3 Ruta FEGUA

#### 14.3.1 Demanda de Tráfico

La demanda de tráfico de la vía para bus de la Ruta FEGUA se puede calcular en la siguiente tabla. El volumen de tráfico de cualquier sección tiene una capacidad alta por lo que la tasa de congestión es de 0.88 a 1.10. Comparado con las características de tráfico de la vía para bus del Corredor Este-Oeste, el promedio de la distancia del viaje es mucho más larga. Se sugiere que la vía para buses es importante como una vía troncal y servir a los viajes de distancia dentro de la ciudad. La sección entre FEGUA y la terminal de buses prestan sirven en viajes de corta distancia tales como viajes inter-zonal en el centro de Guatemala.

**Tabla 14.5 Sumario de la Demanda de Tráfico por Sección**

Sección	Demanda de Tráfico	Congestión	Promedio de la distancia de viaje
Estación de FEGUA	8,300-19,800	0.44 - 1.05	15.8 - 17.8
Centro de Bus Urbano- CA1	18,400	0.97	19.7
CA-1- Periférico	19,100-20,700	1.01-1.10	21.5 - 21.6
Periférico- Ciudad Real	19,600	1.04	22.0
Ciudad Real - Río Villalobos	16,700- 19,500	0.88-1.03	20.3 - 24.4
Río Villalobos - Villa Nueva	16,700	0.88	20.3

Las características de viaje por sección están resumidas como sigue:

- Estación FEGUA - Centro de Bus Urbano  
Viajes de la zona 1 a Mixco y a Villa Nueva  
Viajes del área noreste a área sur, tal como el área de estudio de Villa Nueva y Petapa.
- Centro de Bus Urbano - CA1  
Viajes del norte de la ciudad de Guatemala a la parte sur de los viajes del are noreste hacia el área sur del estudio.
- CA1 - Ciudad  
Viajes de la zona 12 al centro de Guatemala  
Viajes de Ciudad Real, Villa Nueva y Petapa, hacia el centro de la ciudad  
Viajes de Ciudad Real a Mixco.
- Ciudad Real - Río Villalobos  
Viajes de Villa Nueva y Petapa al centro de Guatemala  
Viajes de Villa Nueva y Petapa a Mixco.
- Río Villalobos - Villa Nueva  
Viajes de Villa Nueva y Amatitlán hacia el centro de Guatemala.

#### 14.3.2 Condiciones del Terreno

La vía para bus de la ruta FEGUA es planificada para que corra de Villa Nueva hacia El Frutal, del El Frutal hacia Pamplona paralela con la Avenida Petapa, y de Pamplona hacia la estación central paralela con FEGUA. La sección entre Villa Nueva y El Frutal está en su propia vía para bus, y esta planeado el lento descenso en la sección de un puente de 300 metros.

Se planifica un viaducto en la sección paralela con FEGUA, debido a que esta sección intercepta con rutas de tráfico pesado. Actualmente FEGUA y Ruta 2 cruzan en el mismo nivel, pero la Ruta 2 se planifica un paso a desnivel.

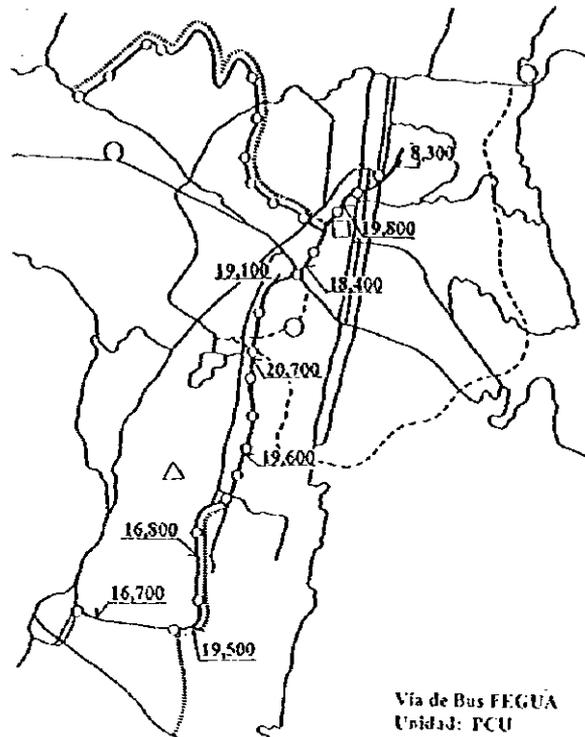


Figura 14.4 Demanda de Tráfico de Ruta FEGUA

### 14.3.3 Diseño Preliminar

Se puede observar en la Tabla 14.6 los nombre, ubicación y dimensión de cada estructura.

Tabla 14.6 Tipo de la Estructura Propuesta de la Ruta FEGUA

No.	Nombre Temporal del Puente	Estación No.	Dimensión	Tipo	Tipo Estructura
1	Puente MARIANITA	No.09+78-No.12+78	L=300m,W=12m	pv	3-Luces Const. Cantilever CP Viga Rec.
2	Puente JUST RUFINO BARRIOS	No.77+45	L=40m,W=22m	pe	Viga Composición Simple ICP
3	Puente 18 CALLE	No.124+84-No.125+05	L=21m,W=10m	vd	Viga Composición Simple ICP
4	Muro Contención ZONA12	No.123+60-No.138+60	L=501m,H=1-6m	mc	Tipo Gravedad, Tipo-U Muro Contención
5	Viaducto ZONA12	No.127+20-No.136+60	L=1480m,W=10m	vd	Viga Composición Simple ICP
6	Puente BOULEVER	No.140+31-No.140+81	L=50m,W=14.5m	vd	Viga Composición Simple ICP
7	Muro Contención ZONA 4	No.156+24-No.165+24	L=900m,H=4m	mc	Tipo-T Invertida
8	Puente RUTA2	No.165+24-No.165+46	L=25m,W=20m	vd	Viga Composición Simple ICP
9	Puente 6 AVENIDA	No.167+34-No.167+74	L=40m,W=13-17m	vd	Viga Composición Simple ICP
10	Puente 7 AVENIDA	No.168+98-No.169+32	L=34m,W=17m	vd	Concreto Arq. C.R
11	Puente Peatonal	No.58+20, No.67+80	L=42+10*2m,W=5m	pp	Viga Simple TP

Note : pv : puente valley  
 pe : puente elevado  
 mc : muro contención  
 vd : viaducto  
 pp : puente peatonal

Con respecto al puente Marianita, la fundación esta construida en una área densa del valle, por lo tanto se adapta el método del puente de contrapeso con caja C.P. de vigas. En el área de pendientes del valle, se aplica el método de instalación de las vigas C.P. Villalobos, puentes de Villa Hermosa tendrán el mismo estilo que la Avenida Petapa.

El viaducto en la zona 12 sobrepasa la 18 calle, 13 calle y 8 calle, la carretera del periférico planeada esta diseñada para sobrepasar la vía para bus, por lo que el sitio de la 18 calle se convierte en una sección de allanamiento para el suelo del viaducto.

Por lo que la superficie del nivel de la 18 calle la que ahora se cruza con FEGUA en el mismo nivel que será bajado y 18 calle será planeada para desnivel el I.C.P. con un arco de 35-40 metros de largo será adoptada a la estructura del viaducto.

Para los puentes que sobre pasan la Bolívar, Ruta 2 y 6 avenida, se adaptan vigas C.P. Sin embargo, el puente existente que sobre pasa 7a. avenida es un puente arqueado que combina con la escena que lo rodea y produce un ambiente agradable. De acuerdo con los nuevos puentes anchos serán arqueados para tener el mismo estilo de los puente recientes. Para realizar este puente, el método de fabricación en el sitio con todas sus fases será aplicado. Primero, se concluirá la primera mitad del puente bloqueando el tráfico de la 7a. avenida y la otra mitad del puente será finalizada cuando se utilice el lado recién finalizado.

## **15. Centro de Bus Urbano**

### **15.1 Roles y Funciones**

El centro se encuentra localizado en la unión de dos vías de buses y pueden ser una conexión de las principales rutas de bus urbano para facilitar el traslado entre la rutas. También un nuevo centro urbano para integrar varias funciones urbanas. (Figura 15.1)

Las principales funciones son las siguientes:

#### **(1) Funciones del Centro de Transporte Público**

- Vía Exclusiva para Bus : Ruta FEGUA
- Vía Exclusiva para Bus : Ruta Este-Oeste
- Otras rutas de buses urbanos incluyendo los buses alimentadores
- Rutas de buses Inter-regionales vía CA-1 Este
- Taxis

#### **(2) Funciones del Centro Urbano**

- Comercio, negocios, servicio y centros culturales incluyendo un mercado minorista
- Amenidad urbana tal como una plaza

### **15.2 Demanda de Tráfico**

El centro recibe 9 rutas de bus urbano y 3 rutas de buses Inter-regionales hacia la Vía Exclusiva para Bus - Ruta FEGUA y 11 rutas urbanas de buses rumbo a la ruta de bus este-oeste y vías ordinarias como la 6a. y 7a avenida.

La hora pico del tráfico de bus urbano se estima ser aproximadamente de 480 buses urbanos por cada vía.

Basado en la estimación de tráfico y las destinaciones grupales similares, la capacidad requerida del centro esta aproximada de 43 espacios para maniobrar. Por lo tanto, 50 espacios son planificados considerando 7 espacios extras.

- Vía para bus ruta FEGUA (principales rutas urbanas) = 15 espacios
- Vía para bus ruta FEGUA (vía Inter-regional CA1 este) = 10 espacios
- Vía para bus ruta este-este (principales rutas urbanas) = 6 espacios
- Otras rutas de bus urbano que van y vienen de la 6a. y 7a. avenida = 12 espacios

Es observado que para un abordaje seguro y alineado, un sistema de boletaje debería ser introducido por ejemplo, un sistema en el cual los pasajeros compran sus boletos afuera antes de abordar.

El número total de los pasajeros por bus urbano es aproximadamente de 244,000 de acuerdo a la simulación de los pasajeros Inter-regionales que es aproximadamente de 31,000.

Tabla 15.1 Número de Bañías del Centro de Bus Urbano

Destination	Route type	Route number	Use of busway	Daily frequency	Frequency peak hour	% to visit UBC	No. of visits trip	No. of visits peak hour	Combined no. of visits	Stoppage minutes	No. of berths
<b>Via FEGUA Route</b>											
Zone 19	Key route	1	Short use	502	50	100	1	50	50	1.5	2
Mixco	Key route	3	Short use	643	64	100	1	64	99	1.5	4
Mixco	Key route	4	Short use	350	35	50	2	35			
Villa Nueva	Key route	6	Short use	386	59	50	2	59	156	1.5	4
Villa Nueva	Key route	8	Long use	488	49	100	2	98			
Petapa	Key route	9	Long use	340	34	100	2	68	68	1.5	2
Villa Canales	Key route	10	Long use	298	30	50	2	30	65	1.5	2
Villa Canales	Key route	12	Short use	358	36	50	2	36			
Jocotales	Key route	23	Short use	363	36	100	1	36	36	1.5	1
CAI East	Inter-regional	75	Short use	49	5	100	1	5	26	1.5	10
CAI East	Inter-regional	76	Short use	141	14	100	1	14			
CAI East	Inter-regional	77	Short use	67	7	100	1	7			
Sub-total	Urban			3928	393			476	476		15
	Inter-regional			257	26			26	26		10
<b>Via EW Route or roads</b>											
Zone 19	Key route	2	Long use	657	65	100	2	131	131	1.5	4
Mixco	Key route	5	Long use	174	17	50	2	77	77	1.5	2
Villa Nueva	Key route	7	Roads	658	65	50	2	66	66	1.5	2
Villa Canales	Key route	11	Roads	228	23	50	2	23	52	1.5	2
Villa Canales	Key route	13	Roads	289	29	50	2	29			
San Jose Pinula	Key route	15	Roads	199	19	50	2	19	19	1.5	2
Paraiso	Key route	18	Roads	233	23	50	2	23	51	1.5	2
Maya	Key route	21	Roads	281	28	50	2	28			
Amparo	Ordinary	25	Roads	452	45	50	2	45	45	1.5	2
Diagonal 14	Ordinary	27	Roads	254	25	50	1	13	39	1.5	2
Diagonal 14	Ordinary	28	Roads	529	53	50	1	26			
Sub-total	Urban			4545	455				481		18
Total	Urban			8473	847				957		33

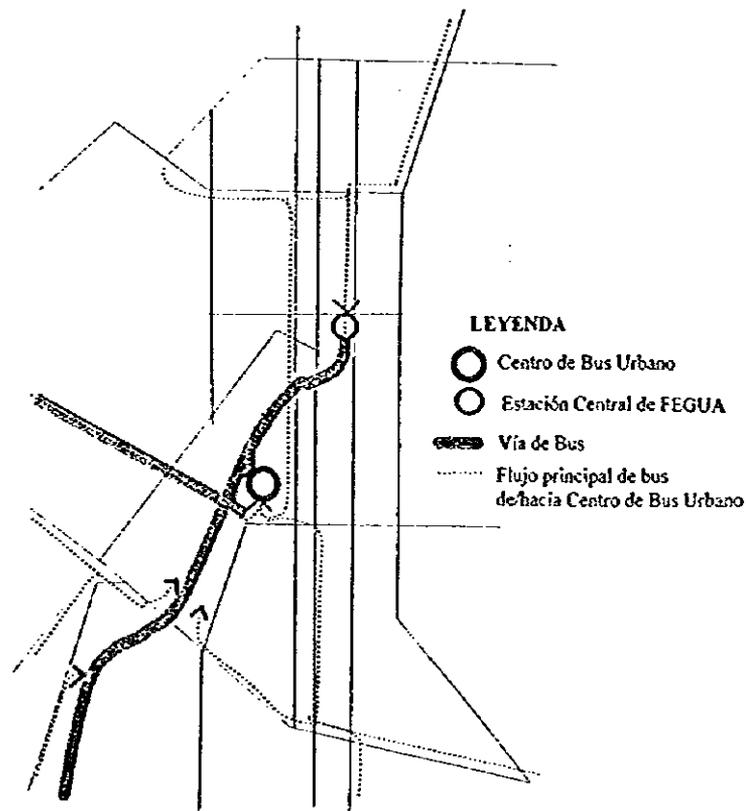


Figura 15.1 Localización del Centro de Bus Urbano en la Red de Transporte del DCN

### 15.3 Condiciones del Lugar

El lugar planificado para la construcción del Centro de Bus Urbano consiste de la terminal de bus existente y el mercado completo de la zona 4, localizado en el centro de la antigua ciudad alojada, y el lugar adyacente el cual actualmente son casas utilizadas como mercado (a ser trasladadas). El lugar está adjunto a la Vía Exclusiva para Bus (Ruta FEGUA) la cual atraviesa la Ciudad de Guatemala en dirección Norte-Sur y es un lugar estratégico para jugar un papel central en el sistema del transporte de la Ciudad.

Casi 2,000 buses, más de 1,000 camiones y carros de pasajeros usan generalmente la existente terminal de buses y el mercado día a día. El lugar proyectado es, por lo tanto, el mejor suministro y la base fundamental para las necesidades de las personas de la ciudad de Guatemala con más de 100,000 gentes que usan los servicios diariamente.

La función de la reubicación de todo el mercado central a CENMA donde los edificios han sido construidos para el servicio de un gran número de vendedores, pequeños vendedores y las operaciones de negocio están a la espera de un breve comienzo. Hasta los pequeños vendedores están interesados, el Consejo de Guatemala planea su reubicación a un nuevo mercado, para pavimentar la calle del actual mercado para la construcción del nuevo Centro de Bus Urbano.

El lugar planificado para el Centro de Bus Urbano tiene una forma rectangular irregular, la cual es de una forma de trapecio, con un lado pequeño de unos 280 m, un lado largo de unos 385 m y con una profundidad de unos 200 m. El área total es aproximadamente de 6.6 ha y los cuatro lados son bordeados por una carretera.

### 15.4 Diseño Preliminar

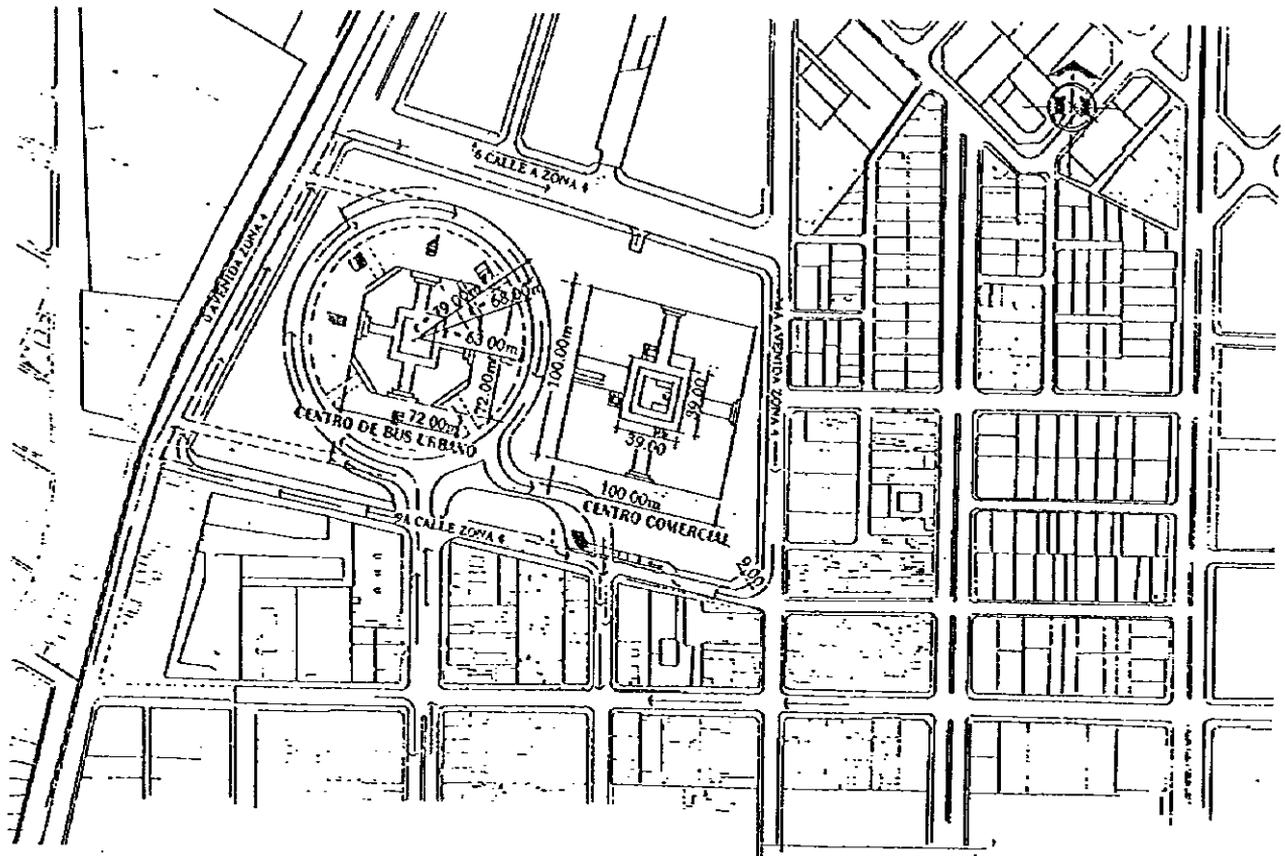
El Centro de Bus Urbano consistirá de una terminal para el traslado de los pasajeros de buses y un centro comercial para ellos y el público en general gozará de comprar y/o comida ligera, etc.

Está planificado que el edificio de la terminal de bus será un edificio circular con un base de dos niveles sobre el nivel de la tierra. Será empleado un concreto reforzado, la estructura será de una armadura rígida y la estructura presionada de la pared también será usada en algunas partes. Está planificado usar el sótano como un parqueo de carga para casi 800 carros de pasajeros, gente trabajadora o los visitantes del DCN que usan el centro comercial construido junto al edificio de la terminal.

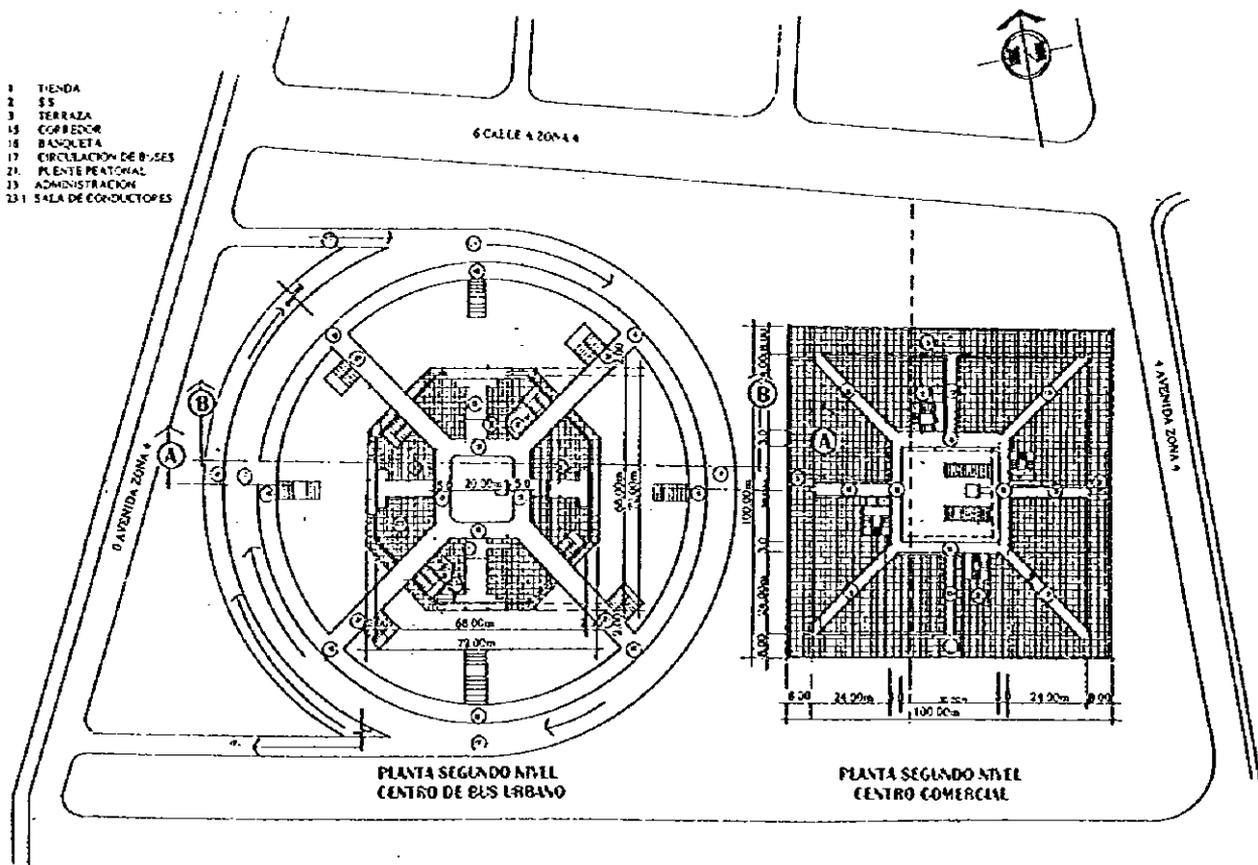
La futura terminal para la Vía Exclusiva para Bus (Ruta Este-Oeste) será localizada en el primer nivel mientras se traslada la terminal para pasajeros se usará otra Vía Exclusiva para Bus (Ruta FEGUA) que será ubicada en el segundo nivel. Las funciones del Centro de Bus Urbano después de su realización será estrechamente conexas con la apertura de la Vía Exclusiva para bus (Ruta FEGUA) la cual será simultáneamente construida. El tiempo de la iniciación del trabajo y terminación de estos 2 proyectos sería, por ello, cuidadosamente decidido, tomando en cuenta las diferentes condiciones de los proyectos dentro de su consideración.

La terminal del Centro de Bus Urbano tendrá 25 lugares en el primer nivel para la vía para bus Este-Oeste y 25 lugares en el segundo nivel para la vía para bus FEGUA basado en el pronóstico de la demanda de tráfico para el año 2010. El edificio tendrá una forma circular con un radio de unos 80 m. La extensión del centro será posible para ensanchamiento de las secciones de ruta de bus al encontrar un incremento de demanda en un futuro distante.

Un espacio octangular será proporcionado en el centro de la forma circular del edificio de la terminal para los servicios de los pasajeros, como información, área de boletaje, sala de espera, oficina administrativa, cuarto de descanso para ayudantes y conductores, cafetería, tiendas, sala de emergencia para tratamiento médico y baños, serán proporcionados en el espacio central.



**Figura 15.2 Planta de Distribución General  
Centro de Bus Urbano**



**Figura 15.3 Planta Segundo Nivel  
Centro de Bus Urbano y Centro Comercial**

Se planificó que el edificio de la terminal del Centro de Bus Urbano será iluminado, cómodo y que eso hará para todos fácil de conducirse, incluyendo a ancianos y niños. Como Guatemala es un país propenso a terremotos, la necesidad de tener un edificio antisísmico no puede ser sobre enfatizado. La aprobación de una estructura con una armadura rígida RC con una área suficiente muros para cada uno, 3 niveles de un edificio de 15 m de altura, sería suficiente para resistir a un gran terremoto.

Por la localización de la información, sala de espera, tiendas, etc. para trasladar a los pasajeros, la sección del centro formará un espacio cercado por columnas, paredes y techo, etc. En contraparte, la sección de la terminal de bus i.e., los lugares tendrán una estructura abierta con pilares, vigas, una plancha de piso y sin paredes externas para los propósitos de iluminación y ventilación. Un sistema mecánico de ventilación será instalado en la sección central para que circule aire puro de afuera además de proporcionar una entrada amplia para los propósitos de ventilación natural. El resultado del estudio de acuerdo a la construcción en Guatemala sugiere que es innecesario instalar un sistema de aire acondicionado para el calor y el frío para las tiendas y servicios de los pasajeros dentro del Centro de Bus Urbano.

Las entradas máximas de construcción están planificadas para los propósitos de luz y ventilación y así garantizar la iluminación por tiempo completo y reducir el consumo de energía. Una prioridad del plan de iluminación es para las salas de espera de los pasajeros y para las tiendas a ser tan iluminadas durante las horas operantes de la terminal, incluyendo el amanecer y la madrugada. La intensidad mínima de iluminación para los cuartos principales y espacios se muestran a continuación.

a) Tiendas	:	400 lux
b) Oficina administrativa, información	:	400 lux
c) Sala de espera	:	400 lux
d) Pasillo, escaleras	:	200 lux
e) Lugar de bus	:	200 lux
f) Baños, cuartos de almacenamiento, etc.	:	100 lux

Una elevación para el uso exclusivo de los minusválidos, ancianos y mujeres embarazadas estarán instalados en el corazón central para asistir sus movimientos entre el primer y segundo y nivel y hacer el Centro de Bus Urbano un servicio amigable para los daños físicos.

Como el Centro del Bus Urbano será un servicio clave para unir la red de transporte público de Guatemala con sus ciudades satélites, su función debe ser totalmente mantenida desde las 6 de la mañana en punto hasta las 11 de la noche. El centro proporcionará una unidad de emergencia generadora de electricidad (unos 300 KVA generado por diesel) proporcionará el Back-up de emergencia en el caso del corte de energía a causa de truenos, etc.

## 16. Terminales Inter-regionales de Buses

### 16.1 Roles y Funciones

#### (1) Antecedentes y Objetivos

El congestionamiento del tránsito en el DCN y en la terminal de buses de la Zona 4 se está convirtiendo en serios embotellamientos de buses y otros vehículos. También sobre la Calle Martí (CA- 9), el congestionamiento es crónico y continúa empeorando. Se requiere de un sistema de buses extra-urbano eficiente con la finalidad de disminuir el congestionamiento y mejorar el nivel de servicio. Las terminales de buses Inter-regionales disminuirán el volumen de tránsito con dirección al DCN así como la transferencia de buses será más eficiente y confortable. Además, esto contribuirá a la descentralización de las funciones y servicios urbanos para los residentes.

#### (2) Funciones

Los buses extra-urbanos actuales deben ser reclasificados como buses suburbanos y buses Inter-regionales. Los buses suburbanos deberán ser parte del sistema de buses urbanos de la metrópolis. Los buses Inter-regionales deberán tener nuevas terminales en la periferia del área central de la ciudad. Estas terminales deberán tener las siguientes funciones:

- Puntos de retorno de los buses Inter-regionales
- Conexiones entre los buses Inter-regionales y una densa red de buses urbanos
- Nuevas funciones de centro urbano tales como mercado, comerciales, negocios, funciones culturales, etc.

En el Plan Maestro se recomendaron las terminales al Norte, Oeste y Sur. Con respecto a la dirección Este, se recomendó que la terminal Inter-regional de/hacia el Este utilizara el Centro de Buses Urbanos de la Zona 4 en lugar de una terminal del Este por insuficiente demanda y no existen mayores problemas de tránsito comparado con otras arterias como la Calle Martí.

### 16.2 Demanda de Tráfico

El número requerido de bahías y el área de la terminal están estimadas preliminarmente como sigue:

**Tabla 16.1 Demanda de Tráfico para tres Terminales Inter-regionales de Bus**

	CA-9 Norte	CA-1 Oeste	CA-9 Sur
12 horas en un sentido de tránsito de buses Inter-regionales en 1996	190	350	290
La relación entre número de carga y el número de pasajeros de buses Inter-regionales en 1996	8%	15%	9%
Número de buses de pasajeros sin carga	175	298	264
Demanda futura estimada preliminar	263	447	396
Número de buses en horas pico (Promedio pico: 15%)	39	67	59
Número de buses en 30 min. de parqueo	20	34	30
Requerimientos del área de influencia (330 m <sup>2</sup> /bahía) = S	Aprox. 0.7 ha	aprox. 1.1 ha	aprox. 1.0 ha
Diseño del área (S x 1.2)	Aprox. 0.8 ha	aprox. 1.3 ha	aprox. 1.2 ha

El uso de buses para el transporte de carga está disminuyendo. El número requerido de buses especialmente para el transporte de carga es estimado en 200 por día. Asumiendo que el 15% del promedio de horas pico y 30 minutos de parqueo, se requieren 15 bahías en CENMA. Por lo que las 28 bahías existentes son suficientes.

## **16.3 Terminal Inter-regional de Bus Norte**

### **16.3.1 Condiciones del Lugar**

El lugar planificado para la construcción de la Terminal Inter-regional de Bus Norte esta ubicada a lo largo de la CA-9 como a 8Km noreste del centro de la ciudad. Un consorcio privado esta construyendo actualmente un Centro Comercial Suburbano con un parqueo distante 500m de la carretera. En septiembre 1996 se habrán se completaran las instalaciones y se pondrán en operación incluyendo un edificio con tiendas de compra de productos frescos como fruta y vegetales, y otro con variedad de ropa, instalaciones eléctricas, misceláneas, cafeterías y otro tipo de servicios se proyecta.

Los consorcios privados planifican construir una terminal provisional con las mismas premisas de la Terminal Norte Inter-regional bajo un área de 9,000m<sup>2</sup> adyacente a esta terminal que será voluntariamente construida por el consorcio privado será arrendada a la Municipalidad de Guatemala hasta que la verdadera Terminal Inter-regional de Bus Norte sea construida por la Municipalidad de Guatemala.

Existe un acceso a la Calzada Alvaro Arzú desde el sitio planificado. Nuevas paradas de buses deben ser construidas en esta vía de acceso, buses urbanos y extraurbanos pueden transferir sus pasajeros sin mezclarlos. Es probable que la sección privada de la carretera proveerá el acceso a las instalaciones del comercial y a la terminal de buses, los que serán donados a la Municipalidad de Guatemala libre de cargos.

### **16.3.2 Diseño Preliminar**

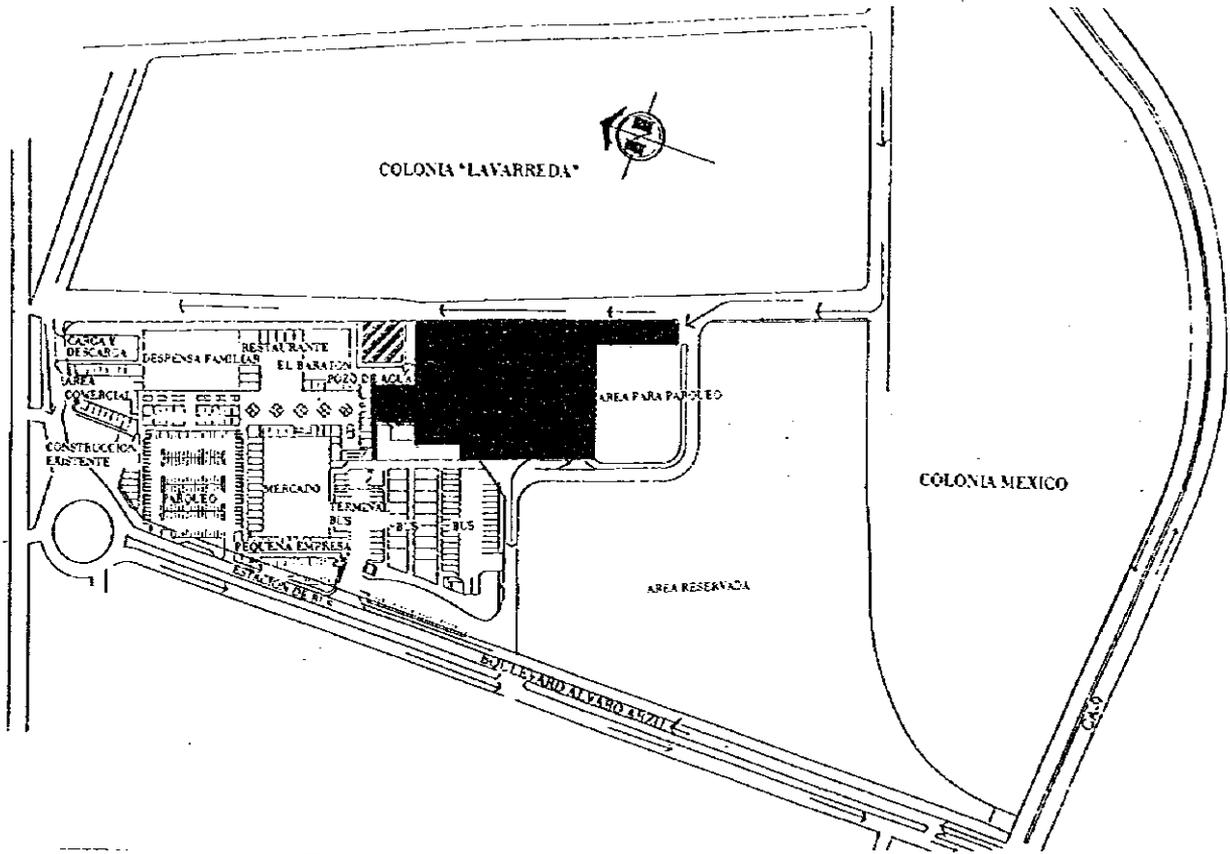
Instalaciones comerciales construidas por consorcios privados, están siendo llevadas a cabo adyacente a lo planificado a la Terminal Inter-regional de Bus Norte. Desde este punto de vista no se construirá nuevas instalaciones comerciales como parte del proyecto, sino solamente el edificio de la terminal de buses e instalaciones auxiliares serán construidas. Con una forma rectangular de 80m x 110m, la terminal será planificada como una plataforma paralela tipo terminal.

Los viajeros de los buses extra-urbanos de la CA-9 hacia la ciudad de Guatemala desde el NorEste entrarán a la terminal vía el acceso del lado Este de la terminal y se moverán directamente después de cargar y descargar los pasajeros al acceso en el lado Oeste y luego de regreso a la CA-9 vía Calzada Alvaro Arzú.

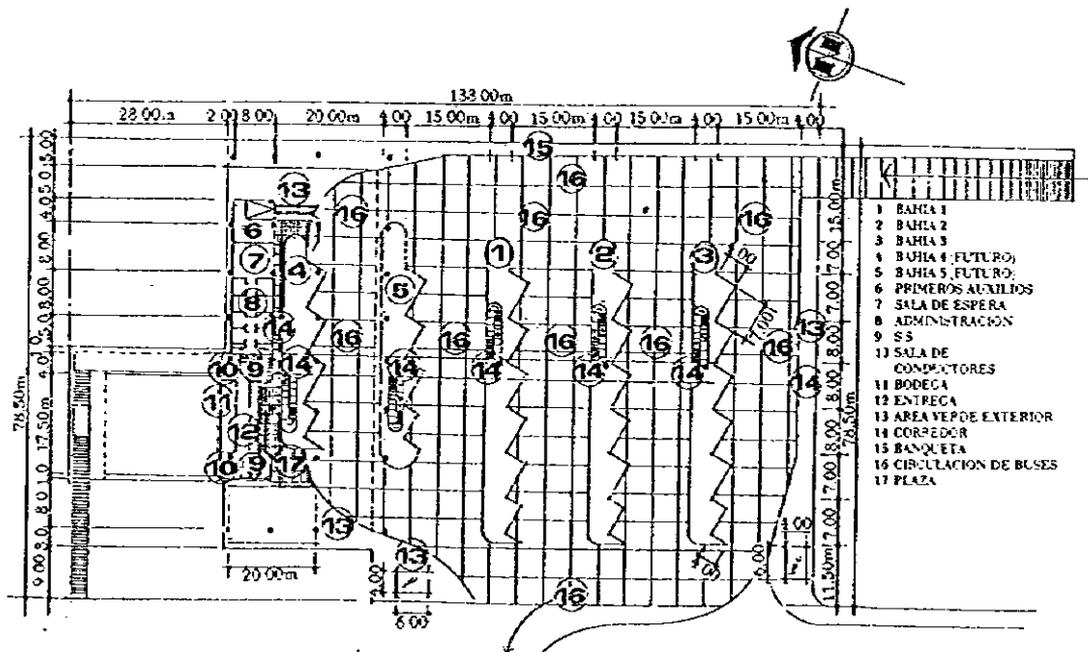
Como el lugar permite 7 bahías a lo largo de una plataforma, 3 plataformas con 21 bahías esta inicialmente planificada. Será posible introducir 2 plataformas adicionales con un total de 10 bahías en el futuro utilizando la tierra disponible en el lugar.

Varias instalaciones (edificios) para apoyar la operación y mantenimiento de la terminal serán requeridos y serán construidas en la sección norte del lugar. Estas instalaciones incluirán una oficina administración, información, sala espera, sala descanso para choferes y tratamientos médicos de emergencia, kioscos, etc.

Los pasajeros que lleguen a la terminal dejen sus buses, caminando por las escaleras y cruzando una pasarela hacia la información, lugar o bahía que conectará a bus urbano o centro comercial. En vista que este centro comercial tendrá tiendas de artículos de primera necesidad, incluyendo fruta y comida fresca, carne, ropa y misceláneos, sería innecesario para los pasajeros de buses de áreas suburbanas transferirse hacia buses urbanos para hacer sus compras diarias en el centro de la ciudad.



**Figura 16.1** Planta de Distribución General  
Terminal Inter-regional de Bus Norte



**Figura 16.2** Planta Primer Nivel  
Terminal Inter-regional de Bus Norte

## **16.4 Terminal Inter-regional de Bus Oeste**

### **16.4.1 Condiciones del Sitio**

El lugar planificado para la Oeste tiene un área aproximada de 1.5 ha (algo así como 100m x150m) y esta localizada sobre la Calzada Roosevelt (CA-1) en el borde entre la ciudad de Guatemala y la ciudad de Mixco. Al lado posterior del lugar recorre la 2a. Calle paralela a la Calzada Roosevelt.

En la parte posterior del lugar hay una presencia de más de 10 casas, cuyo nivel de terreno es de 2 a 4 metros debajo de Calzada Roosevelt. El sitio esta ubicado a una cuadra entre Mixco y el limite municipal de esta ciudad con Guatemala, por lo tanto la parte administrativa pertenece a Mixco.

El hecho es que más de 50 personas están actualmente viviendo en ese lugar. Un manejo cuidadoso y sensitivo debe hacerse para la expropiación de terreno y reubicacion de inquilinos, cuya disposición deberá estar a cargo de ambas Municipalidades Mixco y Guatemala.

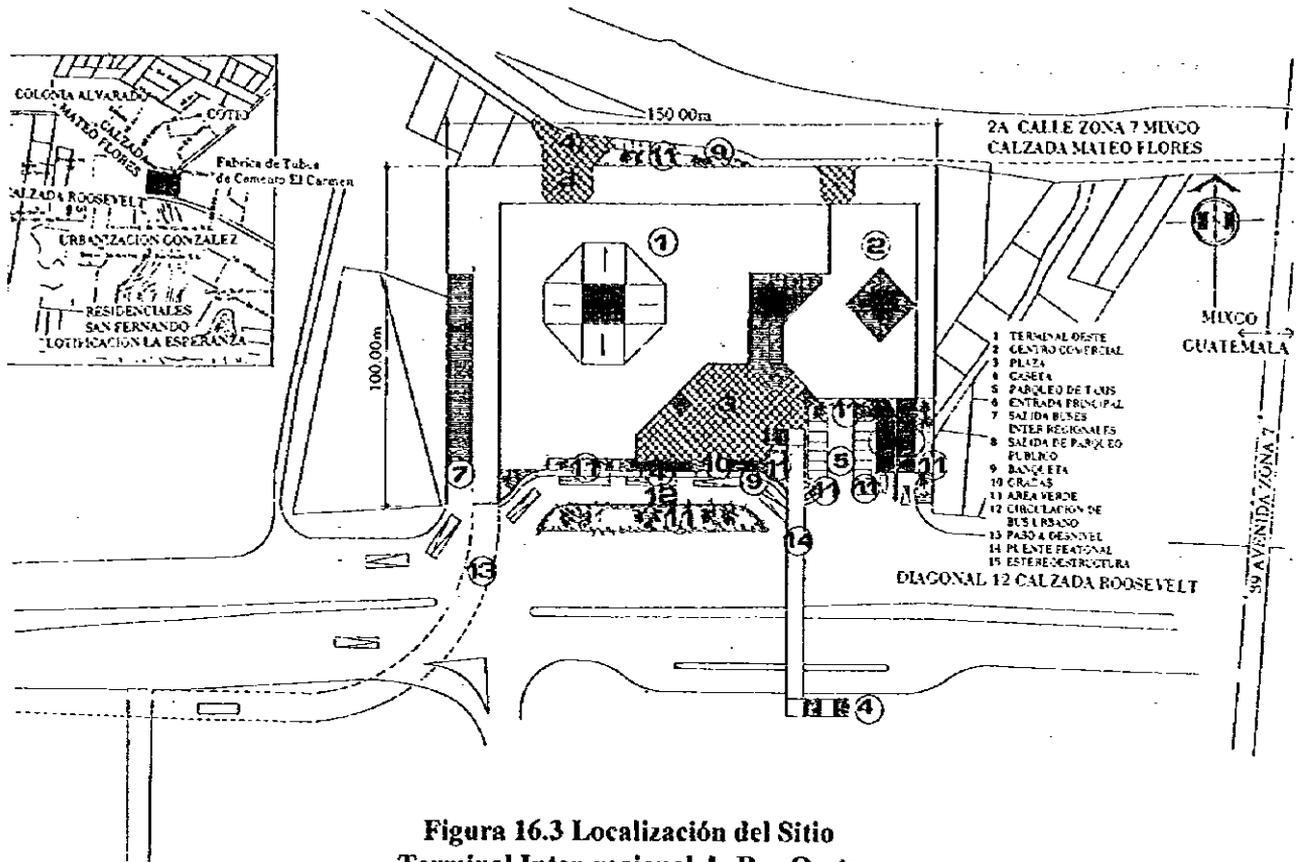
### **16.4.2 Diseño Preliminar**

El lugar planificado para la Terminal Inter-regional de Bus Oeste esta localizado cerca de la ruta Nacional CA-1.

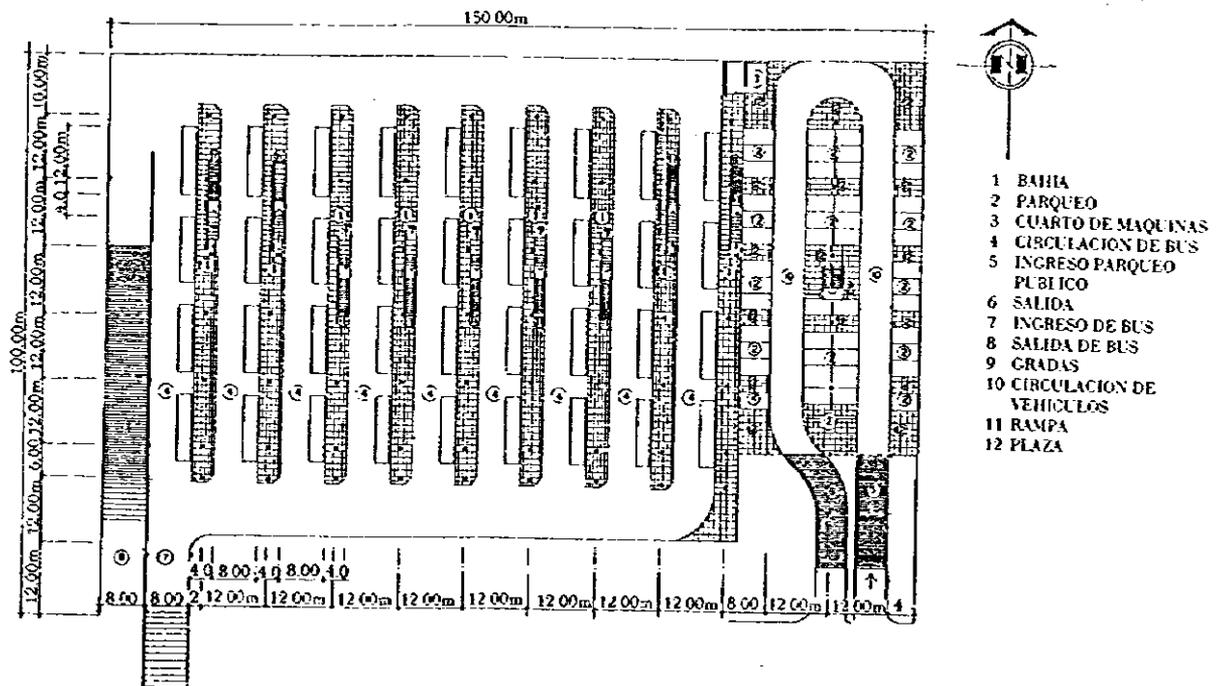
Los buses Inter-regionales que viajan hacia la ciudad de Guatemala de la Ciudad de Mixco saldrán de la calle principal a unos 200 m ante del lugar planificado de la terminal a lo largo de la Calzada Roosevelt para entrar por la calle accesible de la terminal y entonces gradualmente viajarán en declive para cruzar un túnel por la vía principal de las carreteras para llegar a la terminal.

La terminal tendrá paralela, puestos tipo isla. Un total de 9 plataformas (islas) con 4 puestos cada una hará los 36 puestos requeridos. Como se presenta en la sección de cruce la diferencia de elevación entre la calle principal y el lugar planificado esta aceptada como una condición de diseño. La terminal de bus será construida en el sótano con un centro comercial construido sobre él.

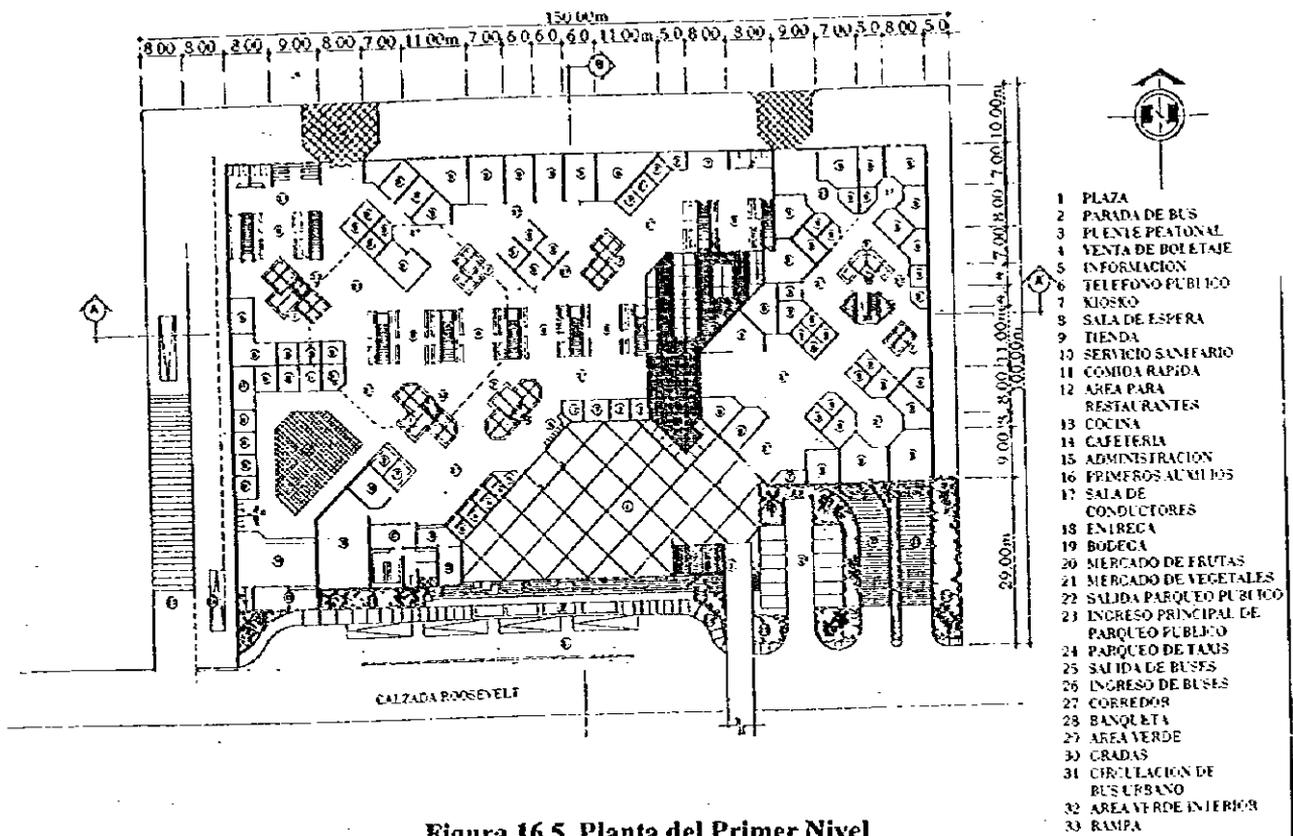
El centro comercial tendrá kioscos, ventas de ropas, artículos misceláneos, artículos eléctricos, etc., comida rápida, restaurante, cafetería, fruta y vegetales en orden para que generalmente se encuentren las necesidades de compras diarias. Los kioscos, y restaurantes, los cuales están esperando generar una utilidad, serian distribuidos con un espacio más grande como sea posible para ordenar, maximizar la tenencia de ingresos del Centro Comercial.



**Figura 16.3 Localización del Sitio  
Terminal Inter-regional de Bus Oeste**



**Figura 16.4 Planta de Sótano  
Terminal Inter-regional de Bus Oeste**



**Figura 16.5 Planta del Primer Nivel Terminal Inter-regional de Bus Oeste**

## **16.5 Terminal Inter-regional de Bus Sur**

### **16.5.1 Condiciones del Lugar**

El lugar planificado para la terminal de Inter-regional de Bus Sur es un lugar vacante rectangular de unos 80m x 220 m (Aproximadamente 1.8 ha) cerca al Estadio de Toreo y al Estadio de Velódromo localizado a unos 4kms al sur del centro de la ciudad. La tierra es propiedad del gobierno central y no se anticipa un problema específico en el uso del suelo.

Este lugar está también conectado al tramo de carretera - Periférico el diseño del cual actualmente está en realización en la municipalidad de Guatemala con vistas a comenzar trabajos de construcción en un futuro cercano.

### **16.5.2 Diseño Preliminar**

La Terminal de Bus Inter-regional Sur comprenderá de la entrada Sur de la Ciudad de Guatemala uniendo la ciudad de Guatemala con las ciudades vecinas al sur y al suroeste de la capital los servicios de Inter-regional de Bus encabezando por el viaje de la capital sobre la Ruta Nacional CA-9 del Sur de la ciudad portuaria del Puerto de San José, Escuintla y la Ruta Nacional CA-2 de Retalhuleu y Mazatenango uniéndose en la parte del suroeste de Guatemala, se estima que la Terminal de Inter-regional de Bus Sur) requerirá 30 puestos para servir a estos buses según los resultados de la investigación sobre la demanda de tráfico.

Alcanzada la vía de la Terminal de Buses una carretera de desplazamiento de la carretera Tramo - Periférico circulará una isla rectangular larga de 80 m x 200 m en una dirección de las agujas del reloj para encontrar puestos vacantes. Esta isla rectangular, en realidad, será dividida dentro de dos secciones para reducir la distancia y los buses alcancen los puestos diseñados y la línea en curso para los buses dentro de la Terminal será sistematizada dentro de 2 rutas. Llegando los buses a la Terminal de la dirección CA-9 será dirigida a una sección más larga con 17 puestos mientras aquellos que lleguen de la dirección CA-2 será dirigida a una sección más pequeña con 13 puestos para una clara identificación de los distintos generales para prevenir a los pasajeros de tomar el bus equivocado.

Dentro de la isla rectangular de 80 m x 200 m, los servicios de operación y mantenimiento se proveerán en el primer nivel y un centro comercial para compras será instalado en el segundo nivel.

Los servicios en el primer nivel, i.e. nivel con los puestos, incluirá una oficina administrativa, información, boletaje, salas de espera, cuarto de descanso para ayudantes y conductores, tocadores, cuarto de emergencia para tratamientos médicos y bodegas, etc. Todos los servicios serían organizados para fácil control y monitoreo para la entidad responsable de la operación del bus y de la recaudación de las tarifas. Desde el punto de vista de los pasajeros, estos servicios, incluyendo la misma Terminal, sería cómoda y fácil de encontrar.

El Centro Comercial tendrá un área total de piso de unos 10,000 m<sup>2</sup>, y será construida por aquellas personas que viajan desde las áreas suburbanas para comprar sus necesidades diarias, etc. El centro comercial tendrá carnicerías, vegetales, frutas, ropa, artículos misceláneos y artículos eléctricos pequeños para proveer al público las necesidades diarias. Así que no todo comprador de las áreas suburbanas tendrá que viajar más allá del centro de la ciudad para sus compras.

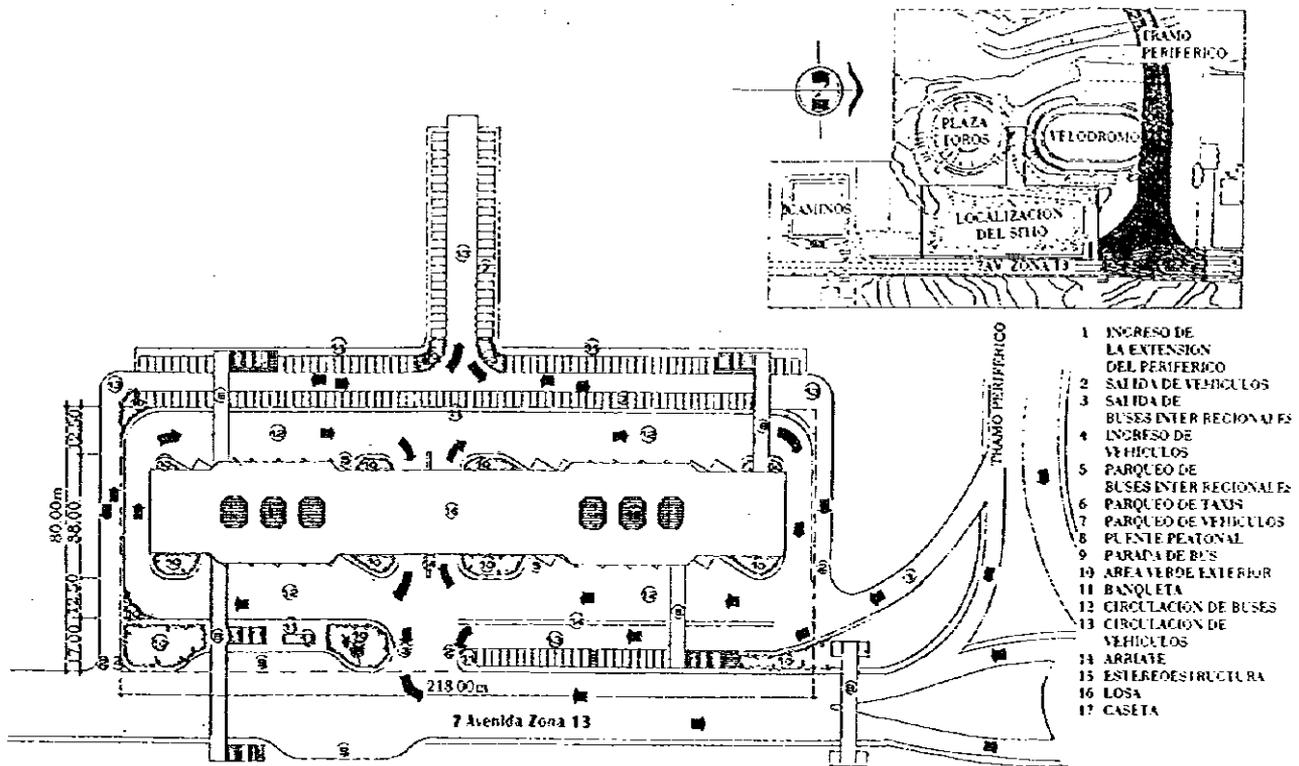


Figura 16.6 Localización del Sitio Terminal Inter-regional de Bus Sur

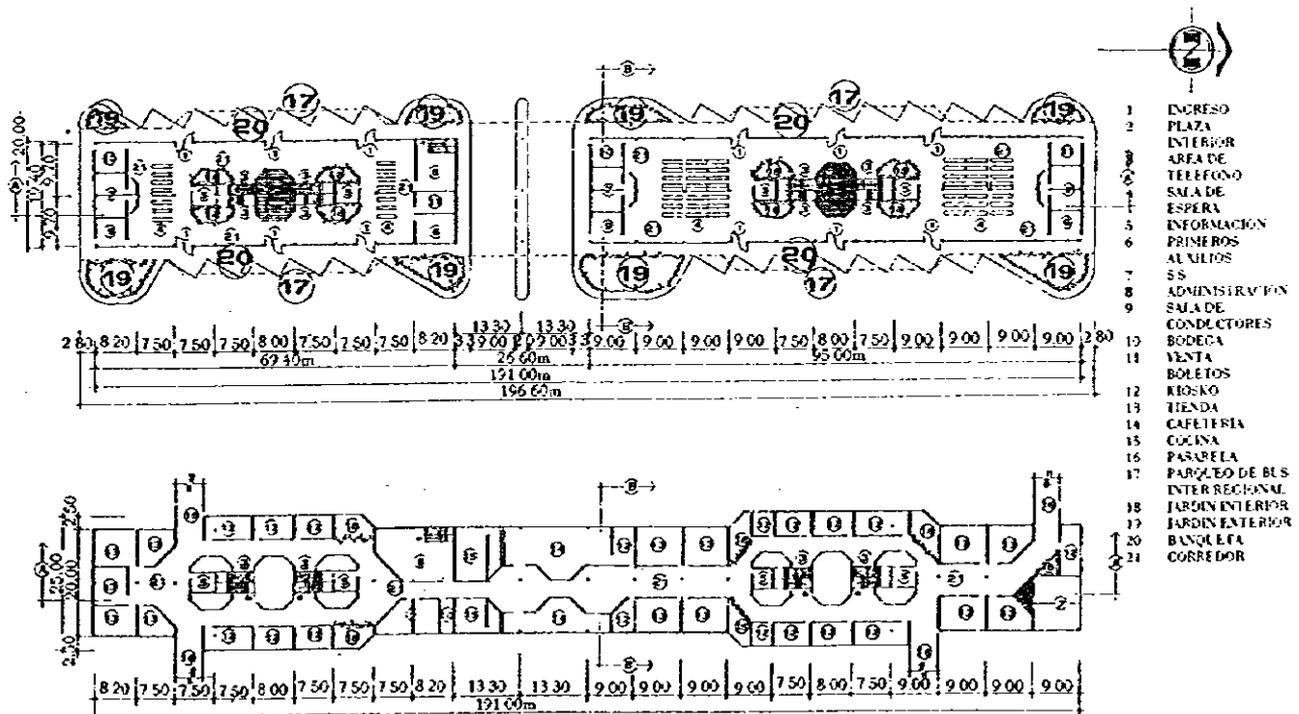


Figura 16.7 Planta del Primer y Segundo Nivel Terminal Inter-regional de Bus Sur

## 17. Centro de Inspección y Mantenimiento de Bus

### 17.1 Roles y Funciones

#### 17.1.1 Roles y Objetivos

El deterioro de las condiciones mecánicas de buses causa problemas al servicio de pasajeros, operación de buses, condiciones de tránsito y el Medio Ambiente urbano. El sistema de inspección de buses existente y la introducción de buses preferenciales, ha limitado resultados para el mejoramiento de las condiciones mecánicas de los buses.

El propósito del Centro de Inspección de Bus es mejorar las condiciones mecánicas de los buses del Area Metropolitana de Guatemala para alcanzar los siguientes objetivos:

- Seguridad del Tráfico
- Mejorar el medio ambiente urbano
- Mejorar la eficiencia operacional

#### (1) Seguridad del Tráfico

Por mejoramiento de condiciones mecánicas de los buses, los accidentes de tráfico causados por problemas de funcionamiento de buses son reducidos y las condiciones de seguridad de los pasajeros son mejoradas. Los problemas de tráfico causados por los buses en otros vehículos son también reducidos.

#### (2) Medio Ambiente Urbano

Por mejoramiento de condiciones mecánicas especialmente en equipo de emanación de gases así como mecánicas, la contaminación urbana y molestias tales como contaminación del aire, ruido y vibración son reducidos.

#### (3) Eficiencia Operacional

Por mejoramiento de las condiciones mecánicas, los buses se convierten en estropeados y los costos de operación están resultando reducidos en el incremento de la eficiencia operacional. Para los pasajeros, fiabilidad y confort son mejorados.

En una carrera larga, los efectos de demostración de la inspección de bus y mantenimiento contribuye a la expansión del sistema a cubrir otros buses tales como buses Inter-regionales y vehículos en general y para eventualmente realizar un sistema general de inspección de vehículos.

Figura aproximada del Centro de Inspección y Mantenimiento de Bus.

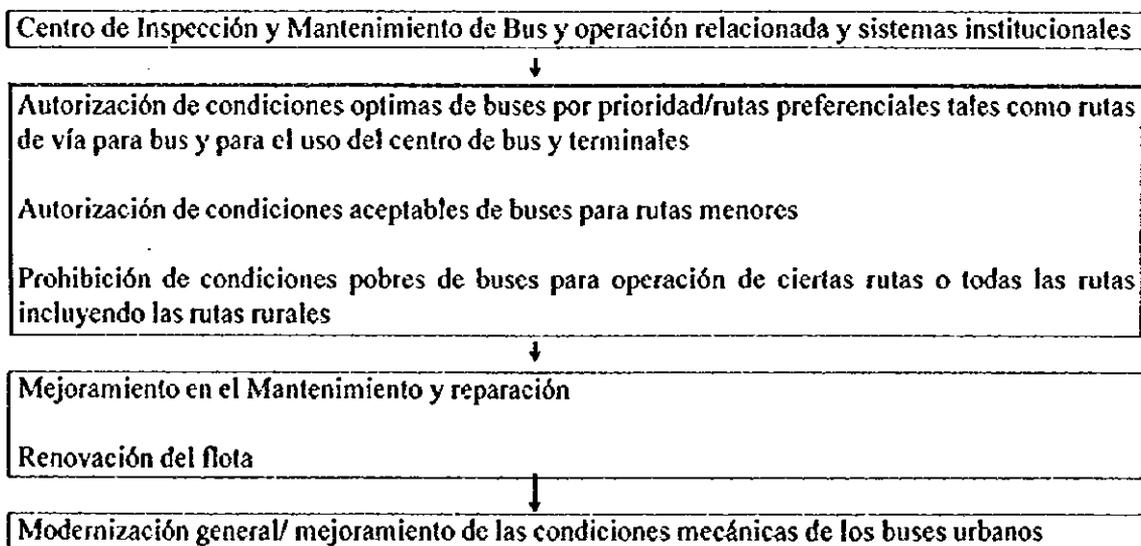


Figura 17.1 Aproximación del Centro de Inspección y Mantenimiento de Buses

## 17.1.2 Funciones

### (1) Buses Objetivos

Unos 3,000 buses serán inspeccionados anualmente incluyendo 50 buses articulados. La flota total debería ser incrementada en unos 4,300 en el 2010.

Tabla 17.1 Buses Objetivos

	19 96		2010
	Unidades operando	Unidades registradas	Unidades estimadas
No. de buses urbanos	2,311	3,677	-----
No. de buses suburbanos	1,183	-----	-----
Total	3,494	-----	4,300

De acuerdo al Plan Maestro, el área de operación de los buses urbanos de la Ciudad de Guatemala será expandido. Por lo tanto, reorganización de operación de buses urbanos y extraurbanos será necesaria basada en la coordinación entre la Municipalidad y la Dirección de Transporte Público del Ministerio de Comunicaciones Transporte y obras Públicas.

### (2) Funciones

El centro debería tener las tres funciones principales siguientes.

- Inspección
- Mantenimiento y reparación con énfasis en mejoramiento del medio ambiente urbano
- Capacitación y campaña

### (3) Marco Legal

En coordinación con la ley del medio ambiente, regulaciones para gobernar el sistema del centro de inspección de bus y mantenimiento debería de ser elaborado basándose en las regulaciones de los servicios de transporte público urbano.

### (4) Efecto esperado del Proyecto

El centro de inspección de buses planificado es para mejorar las condiciones mecánicas de los buses, estableciendo un mejor sistema de inspección y hacer cumplir un mantenimiento estándar suficiente. Es necesario encarar el mejoramiento mecánico y disuadir los buses con pobres condiciones mecánicas. Los buses preferenciales operan en las vías exclusivas deberán llenar estándares de calidad altos. Tal integración del sistema de inspección con medidas de apoyo en los buses será efectivo. Más aún, una estricta inspección sería un buen ejemplo para controlar otros vehículos en condiciones pobres.

## **17.2 Elección del Lugar**

El lugar planificado para el Centro de Inspección y Mantenimiento de buses está localizado en la misma área del proyecto CENMA. El proyecto CENMA abarca como 70ha, de las cuales 36 ha han sido desarrolladas como un nuevo mercado de comida fresca y otros bienes.

El lugar planificado para el Centro de Inspección y Mantenimiento de Buses es un estrecho rectangular de 100m por 172m, colindando al lado sur de CENMA. Como no hay un plan de desarrollo específico para este lugar la Municipalidad de Guatemala ha designado este lugar como un posible sitio de construcción para el Centro de Inspección y Mantenimiento de Bus.

El lugar está localizado como a 10km al sur del centro de la ciudad a lo largo de una ramificación de la Calzada Aguilar Batres donde no hay edificios, tales como escuelas, hospitales y bloque de oficinas, requiriendo consideraciones especiales de medio ambiente en las vecindades. El lugar es pues considerado altamente apropiado para albergar un centro de inspección y mantenimiento de buses.

## **17.3 Diseño Preliminar**

El Centro de Inspección y Mantenimiento de Bus consistirá de inspección de vehículos, líneas para chequear las condiciones físicas de los buses, un taller de mantenimiento y reparación, un centro de entrenamiento Ambiental, un edificio administrativo, garajes, instalaciones de descanso para el personal, garitas de seguridad, línea de lavado del vehículo y parqueo, etc.

### **(1) Líneas de Inspección de Vehículos**

Las líneas de inspección de vehículos será equipada con un medidor de humo diesel, un analizador de gas CO/HC, medidor de eje de carga para pesar los buses, un tester de alineación para revisar si un bus camina derecho, estable y de una manera segura, tester de frenos, un medidor de velocidad y un medidor de luces para revisar el eje óptico e intensidad lumínica de las luces y así asegurar un mantenimiento satisfactorio para el público que aborda los buses.

La capacidad de inspección de estas líneas es calculada en base a que se asume, llevando el servicio a la eficiencia entendida en Guatemala, la inspección de cada bus tomaría 60 minutos, las horas diarias de trabajo son 8 habiendo 20 días hábiles de trabajo al mes. La capacidad del centro de inspección sería entonces como sigue.

$$10\text{hr/día} \times 240 \text{ días/año} = 2,400 \text{ buses/año}$$

En breve, una línea de inspección de vehículos estará en capacidad de chequear 2,400 buses/año. Como habrán en Guatemala 4,300 buses de transporte público en Guatemala, dos líneas de inspección serían suficientes para chequear los buses una vez al año.

Siguiendo la inspección de las funciones esenciales para un manejo seguro en una línea de inspección, se emitirá un certificado de inspección para aquellos vehículos que llenen ciertos estándares de emisión de gases y apariencia interna para portarlos durante la operación. Además, un sticker se proporcionará para ser desplegado en el frente del vidrio delantero para un reconocimiento inmediato. Los buses con defectos funcionales o mala apariencia serán enviados rechazarán para ir a una reparación o mejoramiento de exteriores y retornar a un chequeo dentro de un plazo de tiempo específico.

### **(2) Talleres**

La mayor parte de talleres automotrices privados en la ciudad de Guatemala están pobremente equipados y no están en capacidad de realizar una inspección satisfactoria, mantenimiento y reparación. Las excepciones son aquellos talleres manejados por compañías de carros extranjeros.

En vista de estas circunstancias, la introducción de talleres con líneas de inspección, está planificado además para proveer inspección de bus, mantenimiento y servicios de reparación, por un pago mínimo para aquellos propietarios que carezcan de medios para llevar una inspección, pueden mantenerlos y repararlos ellos mismos. Estos talleres serán equipados para mantener y reparar el chasis, el motor, instrumentación, sistema de lubricación, partes mecánicas, pintura y enderezado. Los talleres tendrán 8 días y su capacidad anual de calcula como sigue.

$$8 \text{ días} \times 240 \text{ días/año} / 3 \text{ días/bus} = 60 \text{ buses/año}$$

En breve, el taller será capaz de reparar como 600 buses/año. La introducción de talleres mejorará claramente el nivel de mantenimiento de los buses operando en Guatemala.

### **(3) Centro de Entrenamiento del Medio Ambiente**

El dato de la medición de gas en el carril de inspección del vehículo será obtenido bajo condiciones en las cuales difiere de las condiciones de manejo de la carretera actual. Dado el incremento del conocimiento del público en general de los asuntos de importancia del medio ambiente, incluyendo el ruido y emisión de gas, el centro será equipado con instrumentos avanzados que conduzcan a un chequeo estricto de ruido y emisión de gas, etc. además de actuar como centro clave de tratamiento con asuntos del medio ambiente a través de la acumulación del dato medio.

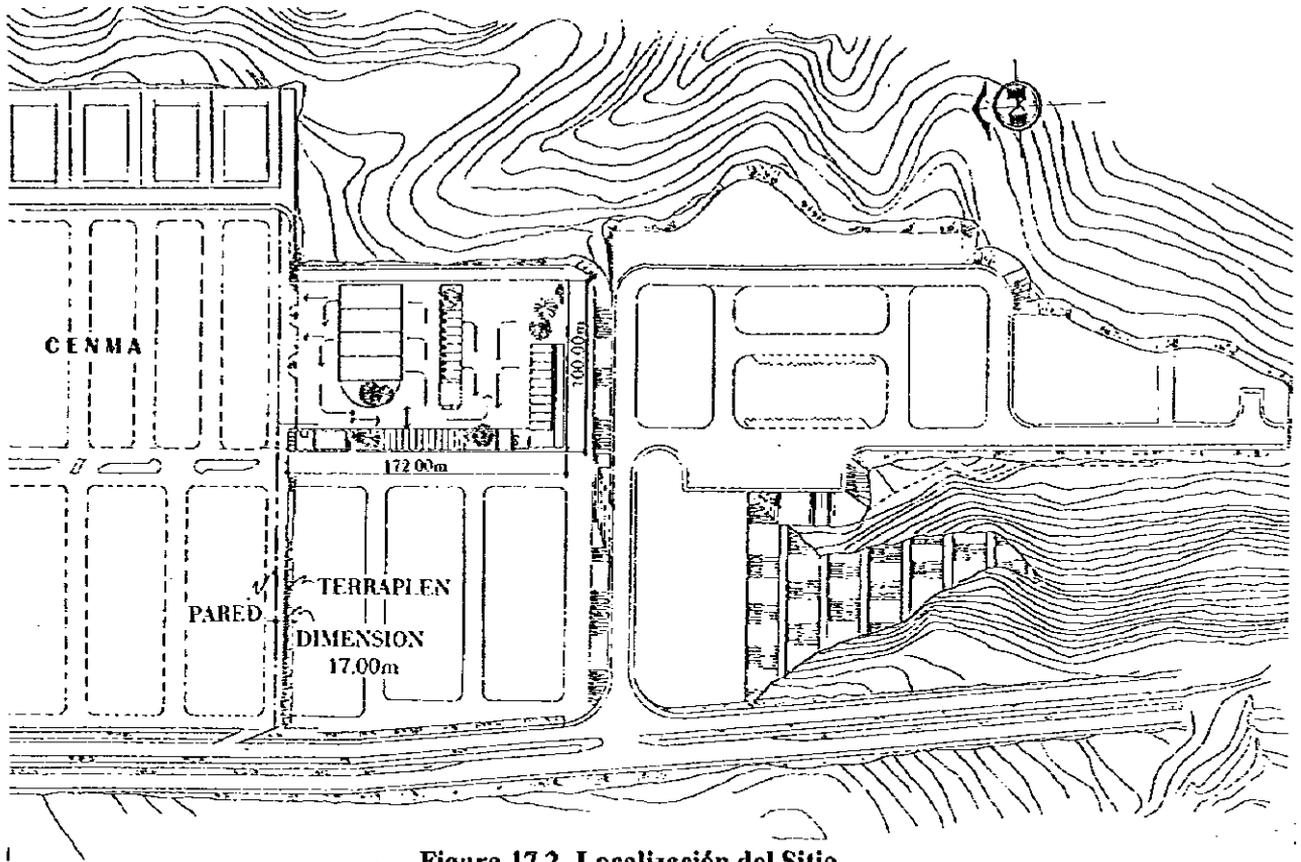
Los instrumentos ha ser instalados en el centro de entrenamiento del medio ambiente incluirá un dinamómetro de chasis, analizador de gas CO/HC y medidor de ruido que conduzca a medidas y análisis varios. El dinamómetro de chasis es un medidor altamente avanzado capaz de conducir varias medidas del medio ambiente por modos de conducción diferentemente creados, tales como alta velocidad, aceleración y freno fuerte para una parada inmediata, aunque guardando los buses en el mismo punto. Este medidor será usado para conducir varias medidas en buses de 10 años de edad o más así como nuevos buses con una mira de recolectar datos para el establecimiento de estándares del medio ambiente gobernados por el ruido y emisión de gas, etc.

### **(4) Otros Edificios**

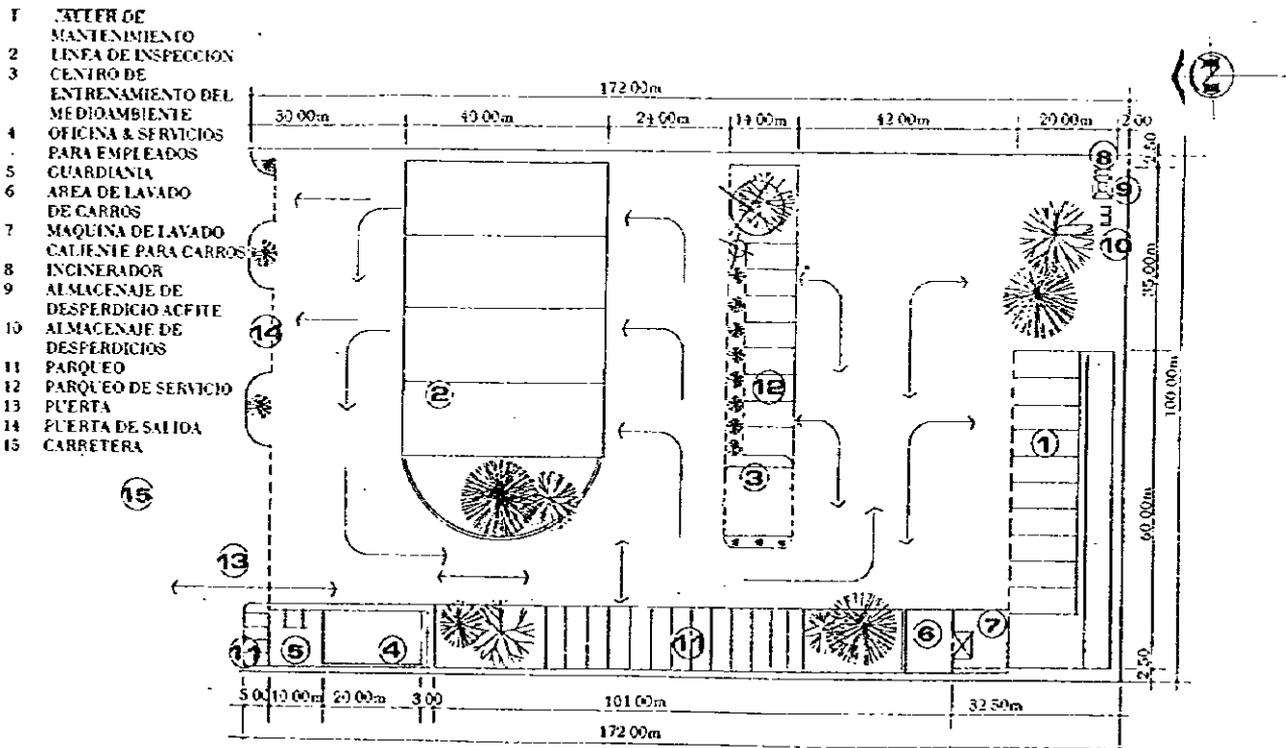
En adición de los tres edificios anteriormente mencionados, el Centro de Inspección y Mantenimiento de Bus podría También tendrá un carril de lavado de vehículo, parqueo de vehículo, edificio de oficinas de administración y puesto de guardiana de seguridad, etc. para asegurar la operación convenientemente y el centro de administración.

### **(5) Medidas del Medio Ambiente**

El agua residual de los carriles, lugares de trabajo, centro de entrenamiento del medio ambiente y carriles de lavado de vehículos, etc. contendría aceite y, por lo tanto, no debe ser descargado en el sistema de aguas residuales sin ningún tratamiento previo dadas las implicaciones ambientales. Para estas facilidades consumir una gran cantidad de agua, tal como el carril de lavado de vehículo para uso continuo de agua neutralizada después de filtrada y absorbida por carbón, etc. Esto podría, por lo tanto, ser innecesario usar agua potable para propósitos de lavado de vehículo, etc. La introducción del sistema de tratamiento de agua podría reducir el consumo del agua municipal, el abasto el cual actualmente es insuficiente en la ciudad, y proveería una protección de un adecuado medio ambiente.



**Figura 17.2 Localización del Sitio**  
**Centro de Inspección y Mantenimiento de Buses**



**Figura 17.3 Planta General**  
**Centro de Inspección y Mantenimiento de Buses**